

*Emulsion panchromatique. Focale 150 mm. Altitude de prise de vue : 750 m.
Echelle 1/5.000. Forêt sempervrente (à Azobé) de la région d'Edéa (Cameroun).*

PHOTOINTERPRÉTATION CARTOGRAPHIE

par J. GUELLEC

Centre Technique Forestier Tropical.

N. D. L. R. — La majeure partie de cet article figure déjà dans l'ouvrage très complet, intitulé « Mémento du forestier » et publié en 1976 par le Ministère français de la Coopération dans sa collection « Techniques rurales en Afrique ». Nous avons pensé cependant que cette mise au point des questions de photointerprétation et de cartographie intéresseraient nos lecteurs et nous remercions le Ministère de la Coopération d'avoir autorisé sa publication.

RESUMEN

FOTOINTERPRETACION Y CARTOGRAFIA

En primer lugar, el autor expone aquello que cabe esperar en materia forestal del examen de las fotografías aéreas e indica, acto seguido, cómo se pueden transportar sobre un mapa los resultados de la interpretación. Por medio de tablas se precisan estos métodos que cabe seguir en materia de fotointerpretación y de cartografía, la posible utilización de las fotografías aéreas según su escala y las emulsiones utilizadas, las medidas posibles según dichas fotografías (superficies, desniveles, pendientes) y las escalas de utilización de los mapas de las formaciones vegetales. También figuran en este estudio diversos datos acerca de la duración de promedio de los distintos tipos de operación.

SUMMARY

PHOTOINTERPRETATION AND CARTOGRAPHY

The author explains what can be expected from the examination of aerial photographs from the forestry point of view, and indicates how the results of interpretation can be transferred on to a map. Tables show these methods of photointerpretation and cartography, the possible utilization of aerial photographs depending on their scale and the emulsions used, possible measurements made from these photographs (surfaces, contours, gradients), and the working scales of maps of plant formations. Information is also given on the average duration of various types of operation.

GÉNÉRALITÉS.

Les cartes bien que rédigées d'une manière précise et soignée n'apportent pas de renseignements suffisamment détaillés sur la végétation dans son ensemble.

On est amené lors de projets d'évaluation des ressources forestières qui sont généralement basés, en matière d'inventaire et d'aménagement principalement, sur la classification des types de forêt et la détermination des surfaces, à compléter voire à réaliser des documents cartographiques à partir d'informations existantes. La documentation disponible, textes monographiques, relations de voyage, levés d'itinéraire, cartes anciennes, etc...

doit être consultée, mais aussi précieuse soit-elle ne renseigne pas sur les phénomènes naturels et anthropiques qui se sont échelonnés dans le temps pour modifier parfois profondément la physionomie des paysages décrits.

La photographie aérienne en fournissant à un instant connu une image objective et détaillée de la surface du sol, de laquelle le spécialiste peut extraire des informations précises et actuelles, si la prise de vues a été réalisée à la demande de l'utilisateur, est l'outil indispensable pour une meilleure compréhension de la région à étudier.

PHOTOINTERPRÉTATION

DÉFINITIONS.

La photointerprétation a pour but la recherche d'informations sur un sujet défini à partir de l'examen stéréoscopique des photographies aériennes.

Dans un premier stade il est indispensable de visualiser monoculairement une image aérienne ou terrestre.

Notre propos dans cette courte note se rapporte exclusivement à l'examen des photographies aériennes à axe vertical, sur toutes émulsions conventionnelles (panchromatique et infra-rouge noir et blanc) et aux échelles d'utilisation courante, en

vue de l'évaluation des ressources forestières.

Il est indispensable avant tout inventaire forestier d'effectuer une classification des formations boisées.

La photointerprétation forestière débute par l'analyse du couvert végétal. Elle consiste à isoler, à délimiter sur les clichés, les images photographiques dont l'identité physionomique doit être établie par des corrélations entre leur aspect photographique et la nature au sol de ces mêmes images.

Les observations effectuées sur le terrain permettent d'établir des rapports entre les phéno-

mènes visibles sur les photographies — soit d'une formation végétale par exemple — et des phénomènes non discernables sur les clichés mais conditionnant l'aspect de l'image, comme la composition floristique de la formation liée bien souvent à la nature du sol, à la situation géographique, au

climat. Pour les identifier il faut considérer ces surfaces isolées comme des éléments appartenant à un ensemble. La vision globale qu'offre la photographie aérienne permet au photointerprète de percevoir les relations entre l'objet et son environnement.

UTILISATION DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES

LES ÉMULSIONS.

Ce sont des surfaces sensibles dont la propriété est de réagir chimiquement à certaines radiations du spectre lumineux fournies par l'image d'une partie de la terre.

La nécessité d'accroître la richesse en informations des clichés a conduit les chimistes à perfectionner et à diversifier les émulsions afin qu'elles soient sensibles à certaines radiations du spectre visible ou du proche infrarouge.

Les émulsions courantes s'apparentent à 4 types :

Panchromatique (noir et blanc).

Infrarouge (noir et blanc).

Couleurs (naturelles).

Fausses couleurs I. R.

L'interprétation diffère suivant l'émulsion utilisée et les caractéristiques des objets photographiés. Il est nécessaire de connaître les réactions des objets sur l'émulsion que l'on utilise. Les surfaces sensibles à utiliser lors de prises de vues pour des études particulières seront choisies en tenant compte de leurs caractéristiques (sensibilité, contraste, pouvoir de résolution) et des paramètres qui les influencent (conditions atmosphériques, échelle, etc...) et bien entendu de la nature de la végétation. Pour que l'interprétation atteigne les objectifs fixés il est utile d'examiner simultanément les mêmes photographies dans au moins une autre émulsion différente.

LES IMAGES PHOTOGRAPHIQUES.

La photographie aérienne donne des objets à la surface du sol un aspect qui n'est pas familier, il faut donc dans un premier temps acquérir de nouvelles habitudes d'observation. Le paysage émet des informations qui sont enregistrées sur la surface sensible du cliché. Celles-ci apparaissent au premier abord comme des figures de formes et d'étendues variables avec des tons, sur émulsion panchromatique, allant du noir au blanc en passant par une gamme variée de gris.

L'interprétation consiste à déchiffrer ces images à partir de critères de reconnaissance établis par

le photointerprète, basés sur sa connaissance du sujet et de la région à étudier ainsi que sur son expérience.

Il s'aide également de photographies — tests ou clés de photointerprétation — réalisées à partir de l'examen stéréoscopique et des observations au sol au cours des reconnaissances.

Mais les propriétés de l'image photographique dépendent de différents facteurs tels que le matériel utilisé, les procédés et les méthodes employés, parmi lesquels il faut citer principalement les influences dues : à l'échelle, à la saison et à l'heure de prise de vues, aux conditions atmosphériques au choix de l'émulsion ainsi qu'aux procédés de développement.

Très souvent, dans les études de formations forestières tropicales en particulier, on utilise les photographies existantes qui, réalisées en vue de la cartographie générale d'une région, ne répondent pas exactement aux impératifs de l'interprétation. Les périodes de bonnes conditions atmosphériques ne correspondent pas nécessairement aux périodes écologiquement favorables et vice versa.

Pendant la saison sèche, en régions tropicales par exemple, certaines essences ont leur couronne défeuillée. Sur émulsion panchromatique ceci se traduit par une ponctuation claire contrastant avec le gris moyen du couvert de la forêt dense. Cet aspect permet de définir, en fonction de la densité plus ou moins grande des points blancs, les formations semi décidues par rapport aux formations sempervirentes à dominante plus sombre.

Cette particularité intéressante ne peut pas toujours être exploitée par le photo-interprète. En effet, en cette période, la présence d'une brume de chaleur qui s'interpose entre l'objectif et le paysage couvre souvent d'un voile le toit de la végétation. La netteté de l'image est fortement réduite, la vision stéréoscopique parfois difficile, les teintes sont uniformisées.

Il en est de même en pays tempérés où l'influence de la saison sur l'état phénologique de la végétation forestière, variable suivant les essences, est très importante.

S'il envisage de réaliser des prises de vues pour des études particulières le forestier devra tenir compte de ces contraintes.

CARACTÉRISTIQUES DES IMAGES PHOTOGRAPHIQUES

LES CRITÈRES DE L'INTERPRÉTATION.

L'interprétation pour être objective doit être réalisée à partir de caractères ou critères évidents, précis, simples, afin de permettre la reconnaissance et le classement des objets sans ambiguïté par d'autres photo-interprètes éventuellement et les techniciens forestiers au cours de sondages au sol.

Les critères couramment employés peuvent être classés en deux groupes :

Les critères qualitatifs.

Les critères quantitatifs.

LES CRITÈRES QUALITATIFS.

Ce sont des caractères propres aux images et directement visibles sur les photographies. Ils permettent de déterminer leur catégorie, leur nature, leurs limites.

On distingue la texture, la structure, et les teintes et tonalités :

La texture est la plus petite tache discernable à l'intérieur de laquelle on ne peut déceler aucune variation de tonalité (ou teinte), de forme ou de dimension, dans les limites d'une certaine tolérance.

Elle se compose de petits éléments indistincts sans organisation. Les textures définissent tous les caractères de l'image ; l'extension ou le regroupement de deux ou plusieurs caractères pourra définir une nouvelle texture.

La texture est liée à l'échelle de prise de vue.

Ainsi aux moyennes et petites échelles, on pourra identifier la forêt dense hétérogène par l'aspect grenu ou moutonneux du couvert strié de tiretés ou de courbes de longueur irrégulière, que donne l'arrangement de couronnes jointives de hauteur inégale. Cet aspect familier permettra de reconnaître la formation mais l'on ne pourra individualiser les sujets qui la composent.

Certains peuplements denses grégaires de feuillus peuvent avoir une texture très proche mais qui se différencie de la forêt hétérogène par l'aspect homogène de la couverture où apparaissent aussi tiretés et lignes brisées qui limitent de larges plages tabulaires formées de cimes jointives d'égale hauteur. Lorsque cette image est familière à l'œil du photo-interprète l'identification est immédiate.

Quelques peuplements naturels clairplantés se caractérisent généralement par une texture orientée de densité variable. Cet aspect est donné bien souvent par l'ombre portée des arbres plus ou moins allongée suivant l'heure de la prise de vue. Les silhouettes peuvent traduire la morphologie des sujets et permettre à ces échelles de les identifier tels les conifères par exemple.

La texture est donc une indication très importante que le photo-interprète se doit de définir avec précision par un examen minutieux de la photographie. Associée à l'étude de l'environnement et du relief que permet l'étude stéréoscopique, elle facilite la classification.

Apparence des images photographiques

La structure se définit par le mode d'agencement des éléments structuraux : Il faut établir entre les textures un certain ordre, une certaine hiérarchie pour établir la structure.

Aux grandes échelles la notion de texture ne s'applique plus à l'ensemble d'une formation, dont on ne voit d'ailleurs qu'une faible partie, mais aux couronnes elles-mêmes aux contours bien marqués que l'on peut parfaitement indi-

vidualiser mais qu'il est malaisé d'identifier, leur apparence n'est pas toujours significative particulièrement en forêt dense hétérogène.

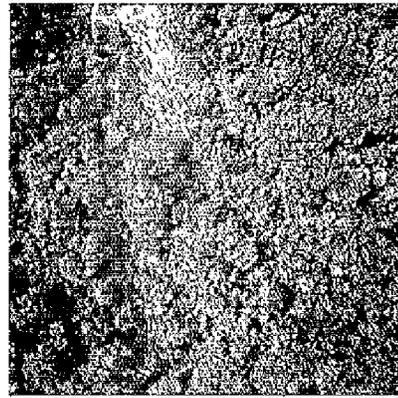
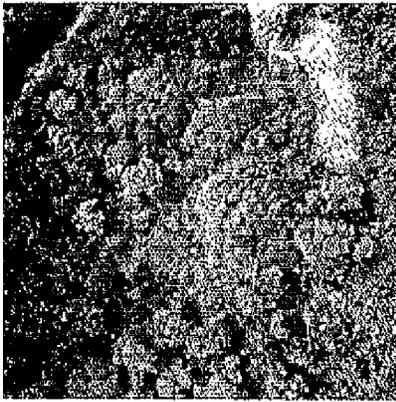
A ces échelles la dimension des objets permet de distinguer les détails de la couronne, l'agencement du feuillage, la disposition des grosses branches. On s'aide alors du critère de structure qui se rapporte à l'arrangement des parties de l'objet, à l'analyse de son organisation.

Teintes et tonalités

La teinte et la tonalité de l'image photographique de la couverture forestière résultent de la transmission à l'objectif de prise de vue et à l'émulsion, d'une partie de la lumière reçue par

chaque élément composant le toit de la végétation.

Les différences de tonalités de photographies (noir et blanc) et de teintes (émulsions couleurs et



Lalara, République Gabonaise. Forêt sempervirente à Okoumé.

Emulsion Ektachrome vraies couleurs 8442. Focale 80 mm. Altitude de prise de vue 400 m. Echelle 1/5.000.

Emulsion fausse couleur infra-rouge (Ektachrome I. R.). Focale 150 mm. Prise de vue 1.500 m. Echelle 1/10.000.

Forêt dense sempervirente à Azobé. Région d'Edéa, Cameroun.

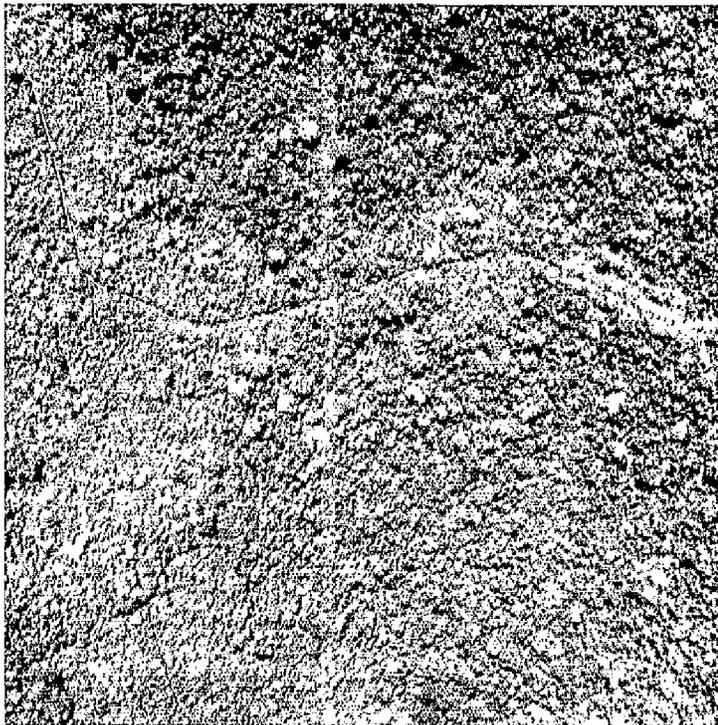


TABLEAU 1. — *Méthodologie de l'interprétation forestière et de la cartographie*

Travaux préparatoires	Définition de l'étude	Zone d'action (périmètre). Etudes à réaliser. Crédits disponibles.	Classification des formations végétales (Mode de classement. Estimation des surfaces. Informations à rechercher sur les photographies aériennes. Echelle appropriée en fonction de l'étude demandée. Présentation des résultats : Documents de synthèse à réaliser. Organisation et coordination des travaux de terrain et de bureau.
	Documentation	Documents divers	Cartographie existante : cartes anciennes et récentes, levés d'itinéraire, géologique, pédologique, topographique et géographique, des formations végétales. Textes : Monographies, relations de voyage. Contacts avec des spécialistes : Géologue, pédologue, botaniste, écologiste.
	Recherche d'informations générales sur la région à étudier	Photographies aériennes	Choix de la (ou des) mission photographique existante convenant le mieux en tenant compte de : la période de prise de vues, l'échelle, les émulsions, la qualité des images. Réalisation éventuellement d'une couverture aérienne : Période de prise de vue, date, heure, conditions atmosphériques, échelle, émulsions, en fonction des informations que l'on veut obtenir. Vérification ou constitution d'un tableau d'assemblage de la couverture aérienne.
Photointerprétation	Exploitation préliminaire 1 ^{re} phase bureau	Documentation diverse	Dépouillement et synthèse de la documentation recueillie afin de se familiariser avec le ou les thèmes de l'étude. Préparation de clés de photointerprétation.
		Photographies aériennes	Recherche sur les photographies, d'itinéraires pouvant être parcourus au sol. A partir de la connaissance du sujet, basée sur la documentation (et de l'expérience pour un photointerprète confirmé), interpréter, identifier, délimiter des images caractéristiques situées sur ou près des itinéraires sélectionnés qui seront examinés au sol. Si le thème d'étude est l'interprétation des formations végétales, choisir des échantillons répartis sur l'ensemble de la zone d'action. Tenir compte du temps imparti aux contrôles sur le terrain. Etablissement d'un plan de vol, si l'on envisage une reconnaissance aérienne. Situer sur carte le contour des photographies présentant des images caractéristiques que l'on désire observer ; les transects de survol devant passer par ces points.
	Recherche des relations Thèmes images photographiques (2 ^e phase)	Reconnaitances au sol	Etude des relations entre les images photographiques sélectionnées et la partie correspondante du terrain. Ajuster, compléter, modifier les résultats de la photointerprétation préliminaire. Détermination de critères. Etablissement de stéréogrammes renseignés de fiches ou de grilles qui constituent les clés de la photointerprétation. Eventuellement afin d'actualiser l'interprétation en raison des changements intervenus depuis l'exécution de la couverture aérienne (enquêtes, levés topographiques). Pour pallier l'insuffisance de l'échelle qui ne permet pas de distinguer les objets ou pour des objets peu différenciés (formations végétales) il est utile de préciser leur composition.
Photointerprétation	Exploitation définitive (3 ^e phase)	Reconnaitances aériennes	Utiles lorsque la zone d'action est étendue et d'accès difficile. Les déplacements étant rapides et la vision par conséquent fugitive, l'observation sera ponctuelle, sur des objets caractéristiques et situés préalablement (1 ^{re} phase) sur la carte. L'enregistrement des renseignements peut se faire sur fiches préparées ou mieux sur bande magnétique.
		Examen systématique des photographies aériennes	Extrapolation des informations recueillies (2 ^e phase) à l'ensemble de la zone d'action. Analyse méthodique des images, simultanément sur les émulsions existantes. Interprétation proprement dite. Tracé des contours des images photographiques identifiées, sur les clichés eux-mêmes (maquillage) ou dessin des contours sur un support transparent superposé à la photographie. Codage simultanément à l'intérieur des limites des objets interprétés.
		Mesures	Détermination de l'échelle des photographies. Estimation des superficies, densité du couvert des formations végétales. Hauteur des arbres, diamètre des couronnes, dénombrement, etc...
		Etude des accès	Les projets d'évaluation des ressources forestières d'une région comportent toujours une phase d'étude d'exploitabilité du matériel ligneux recensé et la recherche de tracés de voies de pénétration et de localisation de sites d'ouvrages d'art. Facteurs déterminants : composition des couches superficielles du sol, présence et localisation des matériaux de construction. Moyens : A partir des photographies aériennes. Analyse du relief et de l'occupation des sols (établir des rapports entre le couvert des types de végétation décelable sur les photographies et les caractéristiques du terrain sur lequel ils sont installés (2 ^e phase). Examens complémentaires : Hydrographie (navigabilité des cours d'eau, obstacles, possibilités de franchissement, profil en travers, etc...)

Cartographie	Report des images photographiques interprétées	Sur ou à partir d'un fond cartographique existant (procédés simples)	A vue	<p>Sous stéréoscope : Echelles des photographies et de la carte semblables. Axe de prise de vue vertical. Peu de relief.</p> <p>Application des procédés de restitution graphique (craticulage).</p> <p>Report à partir du calque d'interprétation : Echelles des photographies et de la carte semblables. Axe de prise de vue vertical.</p>				
			Mécanique	<p>Pantographe : Echelles des photographies et de la carte différentes. Terrain plat. Axe de prise de vue vertical.</p>				
			Optique	<p>Chambre claire (Aerosketchmaster). Observation de photographies isolées. Echelles des photographies et de la carte différentes. Axe de prise de vue sensiblement vertical. Terrain moyennement accidenté. Nécessité de maquiller les photographies.</p> <p>Chambre claire stéréoscopique (Stéréosketchmaster). Permet de voir en même temps le terrain en relief et le document sur lequel s'effectue le report. Mêmes contraintes que précédemment.</p>				
				Photographique	Plan variographe Optigraph	Projection de l'image à reproduire sur une tablette transparente.	Echelle des photographies et de la carte peu différentes. Axe de prise de vue vertical. Relief faible.	
			Optisque		Projection de l'image à reproduire sur un plan supportant le document à établir ou à compléter.			
			Fond cartographique inexistant	Etablissement du document de base	Mosaïques Photographiques	<p>Sommaires : Assemblage de toutes les photographies par superposition des détails homologues.</p> <p>Séréoscopiques : Assemblage d'une photographie sur deux ; examens stéréoscopiques de la mosaïque avec les photographies non assemblées.</p>		
						<p>Contrôlées : Assemblage des photographies réalisé à partir d'un canevas de points d'appui déterminés soit au sol soit par triangulation radiale. Echelle des photographies uniforme. Axe de prise de vue peu incliné. Relief faible.</p>		
			Cartographie	Report des images photographiques interprétées	Fond cartographique inexistant (Etablissement du document de base)	Photoplan	Assemblage de photographies redressées et mises à l'échelle. Canevas de points d'appui obtenu par triangulation radiale.	
						Orthophotoplan	Assemblage de photographies redressées et corrigées des erreurs dues au relief à l'aide d'un orthophographe.	
						Restitution Photogramétrique	Appareils de restitution simplifiés dits de « 3 ^e ordre ». Type STEREOFLEX, qui est une chambre claire stéréoscopique très élaborée qui permet par les mouvements en X-Y-Z la formation de l'image plastique. Canevas de points d'appui obtenu par triangulation radiale.	
Mise au net	En vue d'un tirage monochrome	<p>Dessin au trait des détails à représenter, sur support transparent calque ou film de préférence (encre noire opaque appropriée) à partir de la maquette originale (minute).</p> <p>Codage. Tramage. Symboles. Toponymie. Légende. Habillage. (Titre, Echelles. Cadre. Croisillons des méridiens et parallèles. Chiffraisons).</p>						
	En vue d'un tirage polychrome	<p>A partir de la maquette originale (minute). Etablissement sur support transparent, calque ou film de préférence, des planches noir et couleurs (autant de planches qu'il y a de couleurs).</p>				<p>Pochage à la main des zones de même couleur (couleur fondamentale, les nuances seront obtenues à l'aide de trames).</p> <p>Etablissement des masques sur couche sensible par insolation photographique. Autant de planches qu'il y a de couleurs.</p>		
Dessin de la carte (expression des résultats)	Reproduction impression	Tirage monochrome				<p>Héliographique (ozalid) documents provisoires de travail, reproduction rapide, peu onéreux.</p> <p>Gélatinographie (dorel) support imprimant constitué de gélatine additionnée de divers corps, tirage grand format, petit nombre d'exemplaires.</p> <p>Offset : tirage en petit et moyen format, rapide, grand nombre d'exemplaires.</p>		
						Tirage polychrome	<p>Offset : machines à plusieurs couleurs, opération de calage des couleurs délicate, tirage rapide et en grand nombre d'exemplaires.</p> <p>Gélatinographie : (dorel) tirage en plusieurs couleurs possible, repérage des couleurs très délicat, petit nombre d'exemplaires, très onéreux.</p>	

TABLEAU 2

Echelles des photographies aériennes et leur utilisation en photointerprétation forestière

Echelles	Types	Critères d'identification décelables	
		Qualitatifs	Quantitatifs
1/1.000 à 1/5.000	Très grande échelle	Examen aisé de la texture, structure, tonalités et teintes des couronnes. Utilisation des ombres.	Mesures de hauteur d'arbres, du diamètre des couronnes. Proportion d'essences diverses évaluée par comptage des couronnes. Estimations de volume possibles pour des conditions de station bien précises.
1/5.000 à 1/10.000	Grande échelle	Bonne individualisation des espèces. <i>Stratification précise.</i>	
1/10.000 à 1/40.000	Moyenne échelle	Identification possible de quelques espèces dominantes et bien connues en forêt dense. Critère primordial = texture. Critère complémentaire = tonalité. Individualisation des couronnes assez bonne jusqu'au 1/25.000. Utilisation des ombres encore possible. <i>Stratification assez fine des formations.</i> <i>Etude des accès</i> (en vue de l'exploitabilité). Franchissement des cours d'eau, projets routiers. Nature des couches superficielles des sols en fonction du couvert végétal après étude sur le terrain.	Mesures de hauteur d'arbres et de diamètre des couronnes isolées ou en formations clairplantées possibles mais peu précises en zone tropicale. Densité de la couverture végétale (à l'aide d'échelle du couvert). Estimation des surfaces.
1/40.000 à 1/70.000	Petite échelle	<i>Identification des formations végétales et stratification</i> par examen de l'aspect du couvert végétal (texture). Critère complémentaire = tonalité. En pays tempéré distinction possible entre feuillus et conifères. En forêt dense, humide, identification possible de peuplements homogènes. <i>Etude des accès</i> : mêmes démarches que précédemment.	Hauteur des strates. Densité du couvert (échelle). Estimation des surfaces.
< 1/70.000	Très petite échelle	Permet la <i>stratification</i> essentiellement par grandes formations végétales. Critère = aspect du couvert (texture). Tonalité = suivant la qualité des clichés. Relief = situation topographique. Les photographies isolées présentent l'image d'une grande étendue de paysage et assemblées en mosaïque d'une vaste région. Très utiles en pays non cartographié pour une reconnaissance générale. Opération préliminaire à des prises de vues partielles à plus grande échelle.	Estimation des surfaces des grandes formations végétales.

fausses couleurs) se distinguent par comparaison avec les plages qui composent l'ensemble des images du cliché, c'est-à-dire par le contraste de l'objet avec son environnement.

Sur les photographies à moyenne et petite échelles où la taille des objets est réduite l'intérêt du critère de ton et de teinte est plus grand que sur les clichés à grande échelle.

Le champ de vision est étendu ; les plages de teintes variées, nombreuses et de petites dimensions, permettent par comparaison entre elles de faire ressortir des différences ou des similitudes.

Cette distinction peut contribuer à réaliser une meilleure stratification. Elle permet, parfois, de déterminer la composition des formations végé-

tales ainsi que la nature des couches superficielles du sol.

Aux grandes échelles, teintes et tonalités correctement interprétées, permettent d'identifier quelques essences et de juger de l'état sanitaire d'individus à l'intérieur d'un peuplement, particulièrement à l'aide des émulsions couleurs et fausses couleurs.

L'apparition des nuances, sur les images des diverses émulsions, est liée à la différence de réflectance des couronnes d'espèces diverses qui composent le couvert forestier, et à la répartition inégale de la lumière due à des conditions d'éclairage variables suivant la période et les heures de prise de vue, la saison, les conditions atmosphé-

TABLEAU 3

Emulsions et leurs principales utilisations en photointerprétation forestière

Emulsions	Longueur d'onde du spectre	Qualité de l'émulsion	Utilisation
<i>Panchromatique</i>	0,4 à 0,7 μ .	Sensible aux radiations visibles du spectre. Sensibilité réduite dans la région verte du spectre.	Images de tonalités voisines des objets observés par l'œil. Contrastes moyens mais l'émulsion permet de distinguer des couleurs bien différenciées. Du fait de sa faible sensibilité au vert la végétation est traduite par des gris peu nuancés. Donc différenciation des espèces difficile même aux grandes échelles. Aux petites échelles bonne distinction des formations végétales. Se prête à toutes les déterminations. Couramment employée pour toutes les études forestières en zone tropicale.
<i>Infrarouge noir et blanc</i>	0,7 à 0,9 μ .	Sensible aux radiations du proche infrarouge mais aussi aux radiations U. V. (0,3 à 0,5 μ) qui sont annulées par l'emploi d'un filtre rouge.	Perce la brume légère, pas les nuages. Meilleurs contrastes des objets entre eux, objets qui apparaissent parfois assez sombres. Assez grande gamme de gris. Les tons résultent davantage de la réflexion des objets dans l'I. R. que de leur couleur réelle. Les feuillages caducs sains réfléchissent plus dans l'I. R. (gris clair à gris moyen) que les feuillages des espèces sempervirentes (gris plus sombres). Les essences à forte activité végétative apparaissent blanches (effet de neige). L'eau absorbe les radiations I. R. et apparaît noire. Complément indispensable à l'émulsion panchromatique relativement aux études forestières, principalement : — très bonne différenciation des formations végétales sur sol marécageux et sur sol ferme ; — distinction possible entre espèces caduques et sempervirentes ; — facilite la stratification ; — employée conjointement avec l'émulsion panchromatique pour toutes études en zone équatoriale très souvent brumeuse.
<i>Couleurs naturelles (Ektachrome vraies couleurs)</i>	jusqu'à 0,7 μ	3 couches sensibles sur le même support : 1 ^{re} couche : <i>jaune</i> sensible au bleu, partie inférieure du spectre (jusqu'à 0,5 μ). 2 ^e couche : <i>magenta</i> sensible au vert, partie moyenne du spectre (jusqu'à 0,6 μ). 3 ^e couche : <i>cyan</i> sensible au rouge, partie supérieure du spectre (jusqu'à 0,7 μ) Images sur film, excellentes. Sur papier qualités variables en fonction du support et des procédés employés, mais aussi des facteurs météorologiques au moment de la prise de vue.	Bonne perception des détails. Pouvoir de différenciation accru. Richesse d'information très grande due à la grande variation de tons proches des couleurs naturelles. Très utile pour l'étude et l'interprétation de la végétation, particulièrement pour l'identification des espèces aux grandes échelles. Très peu employée outre-mer aux moyennes et petites échelles malgré ses avantages indéniables sur l'émulsion panchromatique. — Prix de revient assez élevé. — Utilisée à grandes et très grandes échelles pour des études précises de la végétation sur des surfaces restreintes. — Reconnaissance de quelques espèces en forêt dense. — Pour des clichés pris à grande hauteur la diffusion atmosphérique a pour effet l'apparition d'une dominante bleue qui atténue les différences de teintes de l'image. Peu utilisée aux moyennes et petites échelles.
<i>Infrarouge. Fausse couleurs (Ektachrome I. R.)</i>	0,5 à 0,9 μ .	3 couches sensibles sur le même support : 1 ^{re} couche : <i>jaune</i> 2 ^e couche : <i>magenta</i> enregistrement sur les 2 couches des radiations du spectre visible (0,5 à 0,7 μ). 3 ^e couche : <i>cyan</i> enregistrement des radiations I. R. du spectre (jusqu'à 0,9 μ).	Synthèse des radiations visibles et I. R. Couleurs différentes de la réalité. Très sensible à la réflexion dans l'I. R. des types de feuillages. Apporte des informations plus complètes et plus nombreuses que l'I. R. noir et blanc du fait que ce sont des couleurs qui apparaissent au lieu de teintes. Très utile pour les études forestières. Aux grandes échelles facilite l'identification des espèces en pays tempéré. En forêt dense, l'identification se limite à un petit nombre d'essences. Rarement employée outre-mer aux moyennes et petites échelles. Doit être utilisée simultanément avec une autre émulsion.

TABLEAU 4

Utilisation des photographies aériennes. Photogrammétrie.

Déterminations	Procédés	Domaine d'application				
Estimation des surfaces	Formules géométriques	Décomposition des grandes surfaces en figures géométriques simples. Axe de prise de vue vertical, terrain plat.				
	Planimètre polaire	Pour des formations végétales de formes complexes mais peu fractionnées. Terrain plat ou très peu accidenté. L'instrument est assez délicat. Pour obtenir une précision satisfaisante il est nécessaire de faire au moins deux mesures.				
	Grilles <table border="1" data-bbox="491 473 654 751"> <tr> <td data-bbox="491 473 654 532">De points alignés A</td> <td data-bbox="654 473 1396 532">La grille doit avoir les dimensions de la partie utile moyenne de chaque photographie qui reproduit le terrain sans omission ni répétition.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="491 532 654 751">De points au hasard B</td> <td data-bbox="654 532 1396 751">A. Distribution régulière des points. Maille carrée. Ecartement entre points déterminé en fonction de la précision recherchée. Le point est le centre d'un carré théorique ayant pour côté la distance entre deux points. La valeur du point dépend de cette dimension et de l'échelle des photographies auxquelles la grille correspond. La ou les surfaces couvertes par la grille sont estimées dans leur totalité (interprétation exhaustive). B. Points non alignés à l'intérieur de carrés de surface connue. Les points peuvent être des cercles de diamètre défini, donc de surface connue. Interprétation des formations à l'intérieur du cercle. Echantillonnage proportionnel aux surfaces (interprétation ponctuelle).</td> </tr> </table>	De points alignés A	La grille doit avoir les dimensions de la partie utile moyenne de chaque photographie qui reproduit le terrain sans omission ni répétition.	De points au hasard B	A. Distribution régulière des points. Maille carrée. Ecartement entre points déterminé en fonction de la précision recherchée. Le point est le centre d'un carré théorique ayant pour côté la distance entre deux points. La valeur du point dépend de cette dimension et de l'échelle des photographies auxquelles la grille correspond. La ou les surfaces couvertes par la grille sont estimées dans leur totalité (interprétation exhaustive). B. Points non alignés à l'intérieur de carrés de surface connue. Les points peuvent être des cercles de diamètre défini, donc de surface connue. Interprétation des formations à l'intérieur du cercle. Echantillonnage proportionnel aux surfaces (interprétation ponctuelle).	
	De points alignés A	La grille doit avoir les dimensions de la partie utile moyenne de chaque photographie qui reproduit le terrain sans omission ni répétition.				
De points au hasard B	A. Distribution régulière des points. Maille carrée. Ecartement entre points déterminé en fonction de la précision recherchée. Le point est le centre d'un carré théorique ayant pour côté la distance entre deux points. La valeur du point dépend de cette dimension et de l'échelle des photographies auxquelles la grille correspond. La ou les surfaces couvertes par la grille sont estimées dans leur totalité (interprétation exhaustive). B. Points non alignés à l'intérieur de carrés de surface connue. Les points peuvent être des cercles de diamètre défini, donc de surface connue. Interprétation des formations à l'intérieur du cercle. Echantillonnage proportionnel aux surfaces (interprétation ponctuelle).					
De traverses	Grille couvrant la partie utile moyenne de la photographie. Elle porte une série de segments égaux, parallèles aux radiaux, gradués en millimètres. La proportion des superficies est donnée par le rapport des parties de segments intersectées dans les formations à la totalité de la longueur des traverses. Utile pour les formations très morcelées.					
Mesures altimétriques	Mesures de dénivelées	<p>Par mesure de l'image d'un objet vertical sur une photographie isolée. Mesure à prendre sur la direction image-Nadirir. Procédé valable si l'objet (arbre) est élevé et loin du nadir de la photographie.</p> <div data-bbox="712 974 1320 1192"> $Z = \frac{ab}{nb} \cdot H$ </div>				
		<p>Mesure des ombres (sur photographies isolées). Rapport entre la longueur de l'ombre portée d'un objet de hauteur connue et la longueur des ombres portées d'objets à mesurer. Applicable aux objets isolés sur photographie à grande échelle, en terrain horizontal. Etalonnage nécessaire par la mesure d'au moins un objet, arbre, bien visible sur les photographies. Bonne précision pour une hauteur de soleil de 45°.</p> <div data-bbox="1098 1471 1261 1769"> $h = \frac{Hm}{M}$ </div>				

TABLEAU 4 (suite)

Déterminations	Procédés	Domaine d'application
	Mesures de dénivelées (suite)	<p>Mesure de parallaxe (sur un couple de photographies aériennes). <i>Barre de parallaxe</i> : Appareil qui sert à mesurer la parallaxe longitudinale entre le point haut et le point bas d'un objet d'une même image. Mesure effectuée sans stéréoscope :</p> <p>h = dénivelée à déterminer f = focale de la chambre de prise de vue $\frac{1}{E}$ = échelle de la photo b = base de prise de vue (moyenne des bases mesurées sur les 2 photographies $\frac{b_1 + b_2}{2}$)</p> <p>Δp = différence de parallaxe = différence de lectures au vernier de la barre de parallaxe entre les points haut et bas de l'objet.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="638 695 756 775"> $h = \frac{f \cdot \Delta p}{\frac{1}{E} \cdot b}$ </div> <div data-bbox="890 656 1172 894"> </div> </div> <p>$\Delta p = \text{lect. } m^1 - \text{lect. } m^2$</p> $h = \frac{E \cdot f \cdot \Delta p}{b}$
Mesures altimétriques	Mesure des pentes	<p>La mesure de la pente d'un segment $a - b$ sur photographie (observation stéréoscopique du couple) peut se faire à partir de 2 points. La différence des altitudes des points $A - B$ est déduite de la <i>mesure de parallaxe</i>. La distance horizontale AB_0 se déduit de la mesure ab_0 sur la photographie en supposant connue l'échelle en a. $b b_0$ est déterminé en appliquant à b la correction radiale de relief $b b_0$.</p> $\text{tg } \alpha = \frac{BB_0}{AB_0}$ <p>La distance horizontale AB_0 peut être aussi tirée d'une bonne carte planimétrique.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="623 1391 771 1451"> $b b_0 = \frac{nb \cdot BB_0}{H}$ </div> <div data-bbox="875 1232 1202 1610"> </div> </div> $\frac{b b_0}{nb} = \frac{BB_0}{H}$ <p><i>Stéroclisimètre</i> (de ARLES). Appareil de construction simple permettant des mesures de pente sur un couple de photographies aériennes. <i>Principe</i> : superposition à l'image plastique du terrain de l'image plastique d'une droite qui fait avec l'horizontale un angle connu.</p>

riques, l'altitude de vol, ainsi que de la surface sensible utilisée et des procédés de développement.

Pour toutes ses raisons teintes et tonalités ne peuvent être considérées comme des indications rigoureuses sans contrôle au sol.

LES CRITÈRES QUANTITATIFS

Ce sont les caractères qui concernent toutes les mesures que le photo-interprète peut faire sur les clichés.

Ils expriment sous forme de nombre les informations objectives enregistrées par la photographie aérienne permettant soit de renforcer les conclusions découlant de l'examen qualitatif, soit une meilleure classification et stratification lorsqu'il s'agit d'interprétation des formations végétales (hauteur et densité des arbres alliées à la texture du couvert, par exemple).

La précision de ces déterminations dépendra de la grandeur des objets visibles sur les clichés donc de l'échelle des photographies ainsi que des instruments et des méthodes utilisés.

Nous nous bornerons à citer des déterminations telles que des mesures de hauteur d'arbres, de

diamètre de couronnes, de densité du couvert, de pentes, estimation de surfaces, comptage d'arbres, possibles avec les moyens très simples.

Le tableau de la p. 59 présente brièvement des procédés et quelques applications en matière d'évaluations forestières.

LES CLÉS DE PHOTO-INTERPRÉTATION.

Lorsque de nombreux objets figurent sur une photographie le photo-interprète doit avoir connaissance de facteurs souvent étrangers à son expérience. Il a donc besoin de références matérielles objectives qui doivent le guider vers une identification correcte des objets non connus.

Emulsion infra-rouge. Focale 125 mm. Altitude de prise de vue 6.250 m. Echelle 1/50.000.

Nord-Congo. Forêt dense semi-décidue avec taches et galeries de Gilbertiodendron deweyrei (Macrolobium).

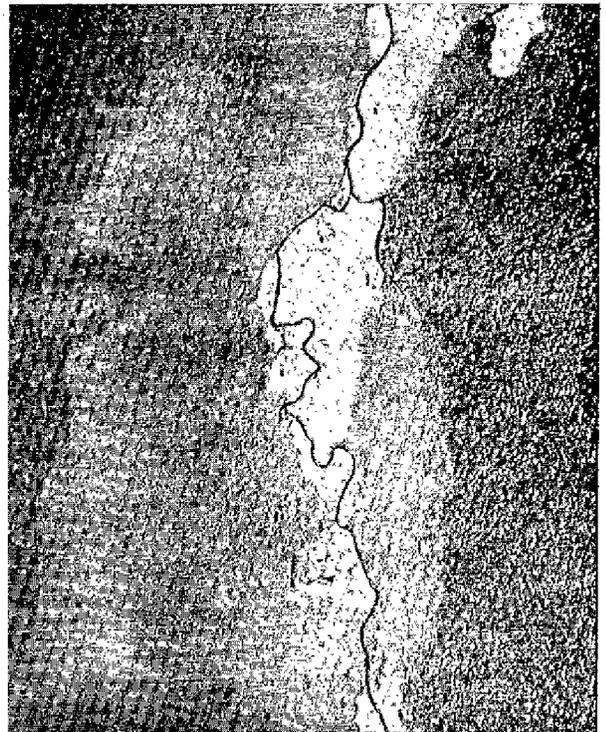
Cliché Institut Géographique National.



Emulsion panchromatique. Focale 125 mm. Altitude de prise de vue 6.250 m. Echelle 1/50.000.

Forêt dense semi-décidue du Nord-Congo.

Photo Institut Géographique National.



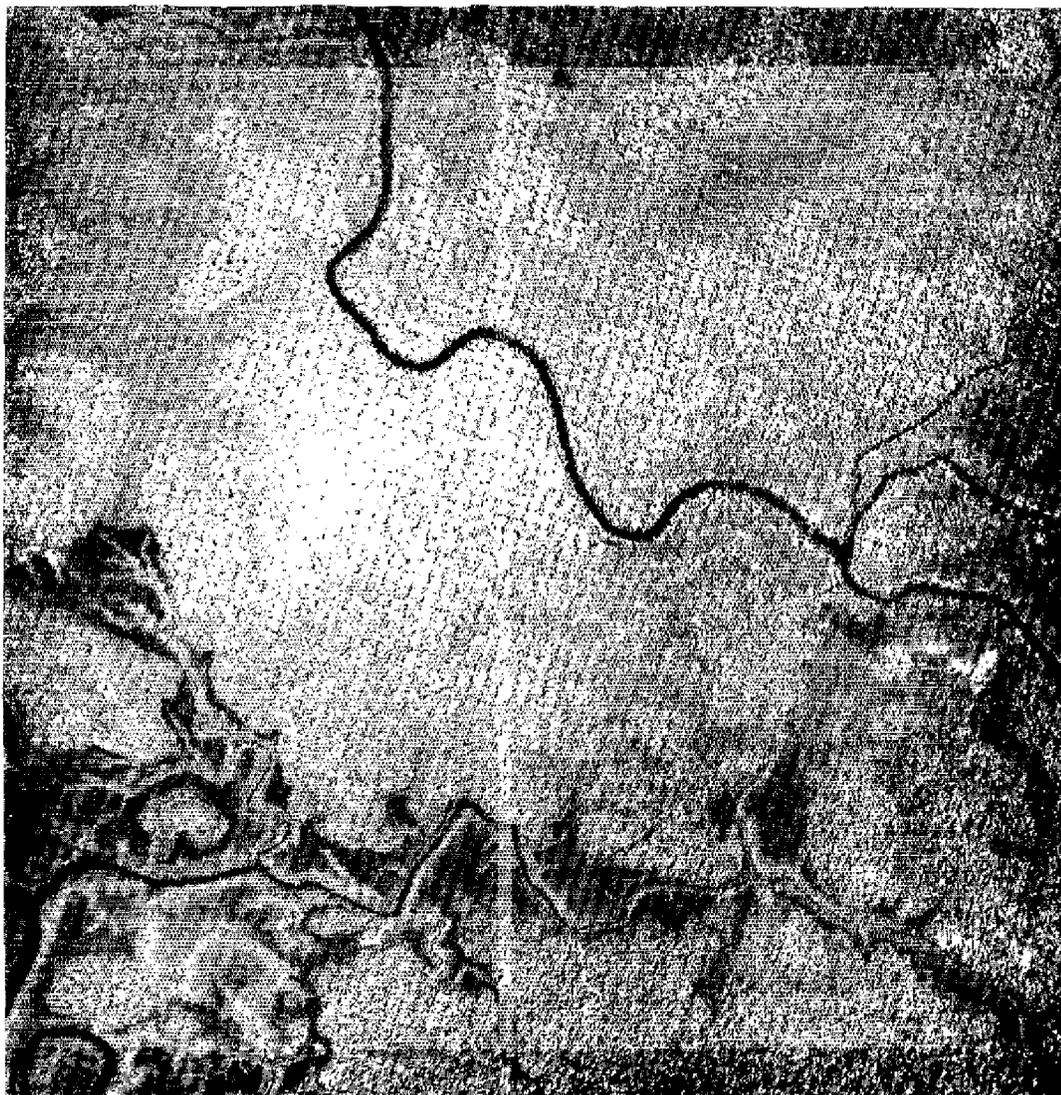


Photo Institut Géographique National.

*Emulsion infra-rouge. Focale 88 mm. Altitude de prise de vue 5.200 m. Echelle 1/60.000.
Mangrove et forêt sempervirente du Gabon (Région de l'Estuaire).*

On peut s'aider avec beaucoup de prudence des résultats d'études similaires réalisées dans des régions identiques. Mais les images photographiques à identifier n'auront pas forcément l'aspect des mêmes catégories d'objets qui apparaissent sur les clichés antérieurs, pour les raisons que nous avons citées par ailleurs (prise de vue, émulsion, traitement, etc..., différents). Par conséquent les propriétés d'analogie ne pourront pas toujours être utilisées.

Ces références sont principalement issues d'observations au sol au cours desquelles le photo-interprète recherche les relations caractéristiques existant entre l'image photographique d'un objet

examiné sous stéréoscope et son homologue reconnu sur le terrain.

Elles constituent des clés de photo-interprétation qui peuvent se présenter sous la forme de plusieurs stéréogrammes annotés où apparaissent tous les types d'objets que l'on doit recenser sous leurs différents aspects suivant l'échelle et les qualités variables des photographies. Les informations portées sur les stéréogrammes doivent être complétées par des descriptions claires et précises des caractères distinctifs des objets à identifier. Elles sont enregistrées sur des fiches faciles à consulter (voir modèle ci-après).

TABLEAU 5

Clés de photo-interprétation. Formations végétales

(Modèle de fiche d'observations)

N° code de la formation.....

Classification de la formation :

Territoire :
 Photographies : N°s : Mission :
 Echelle :

Situation géographique :
 (X—Y du centre des photographies).....

Reconnaissance au sol :
 Date : Heure : Saison :
 Conditions atmosphériques :

Caractéristiques de la formation au sol			Examen des photographies		Observations particulières
Sol, nature des couches superficielles	Physionomie Composition	Relief, exposition, altitude, pente	Aspect de l'image	Environnement	
Couleur. Composition (texture sommaire). Humidité (éventuellement). Epaisseur de l'humus. Présence ou absence de feuilles.	Densité. Importance des arbres de gros diamètre et des couronnes. Appréciation de la hauteur de la strate supérieure. Importance des arbres défeuillés. Essences dominantes. Aspect du sous-bois.	Relief général. Exposition. Altitude. A noter dans le cas d'une stratification par tranche d'altitude. Pente.	Texture : du couvert de la formation examinée. Densité. Hauteur de la strate (basse, moyenne, haute). Importance des couronnes dominantes. Tonalité (très utiles aux petites échelles) : — du fond de la formation ; — des couronnes de l'étage supérieur ; — proportion de cimes claires et sombres.	Moyen d'accès. Présence ou absence d'agglomérations. Importance de l'action anthropique (faciès de dégradation). Importance des cours d'eau. Leur influence sur la formation.	Changements intervenus dans l'aspect de la végétation dus à l'ancienneté des clichés ou à la différence des saisons. En résumé : toutes informations permettant d'établir des rapports végétation-milieu.

CARTOGRAPHIE

LES FONDS CARTOGRAPHIQUES

La carte des formations végétales est la représentation sur un plan du résultat de la photo-interprétation. Les images délimitées sur les photographies sont reportées sur un document, ou fond cartographique, qui peut être :

a) Un document cartographique existant :

Dans la mesure du possible, c'est le document qu'il est souhaitable d'utiliser.

Mais le fond de carte parfois trop chargé en détails, à échelle mal adaptée, n'est pas toujours utilisable d'une manière pratique. Il est toujours possible dans ce cas d'obtenir photographiquement des tirages agrandis ou réduits, ou de réaliser des documents simplifiés à partir de planches ayant servi à l'établissement de la carte telles que planimétrie, hydrographie, orographie (planche

des courbes de niveau). Ces documents isolés ou combinés entre eux, conviennent mieux généralement pour le report des images interprétées.

b) Un document spécialement réalisé en vue du report lorsque aucune carte n'existe.

Ce peut être un document graphique, dessin sur support transparent issu d'une mosaïque sommaire par exemple, ou un document photographique tel que mosaïques ou orthophotoplan.

Ces fonds cartographiques doivent être choisis ou réalisés en fonction :

— des objectifs à atteindre qui définissent les domaines d'utilisation de la carte ;

— de la densité et des dimensions des images ou objets à représenter qui dépendent de l'échelle des photographies ;

- de la précision demandée ;
 - du relief et de l'étendue de la région étudiée.
- Le tableau 6 donne succinctement les caracté-

ristiques les plus importantes des fonds cartographiques devant servir au report des images photographiques.

LE REPORT DES INFORMATIONS

C'est l'opération qui consiste essentiellement à mettre en place sur le fond de carte, les images et objets de la photographie qui ont été identifiés et délimités par le photo-interprète.

Le report des divers éléments s'effectue à partir d'un canevas de points communs aux photographies et au fond cartographique.

Les procédés de report sont variés. Leur application dépend du document de base que l'on possède, de son échelle, de la densité des détails qui y figurent, de la précision demandée.

Nous citerons quelques procédés les plus utilisés :

PROCÉDÉS GRAPHIQUES.

— La méthode du craticulage permet de reporter les limites des images des clichés, en s'appuyant sur une succession de petites figures géométriques, semblables sur les photographies et la carte, que l'on trace à l'intérieur de quadrilatères dont les sommets sont les points du canevas préalablement déterminés. Ce procédé assez long est utilisé pour le complètement de cartes en terrain plat ou moyennement accidenté et lorsque le rapport des échelles photo/carte est important.

— Le report direct à vue sur la carte des images observées sous le stéréoscope, est utilisé lorsque l'échelle de la photographie est proche de celle de la carte. Le document de base doit être un fond topographique détaillé et précis. Le photo-interprète qui s'appuie surtout sur les détails du terrain doit être bon topographe.

PROCÉDÉS OPTIQUES.

— La chambre claire est un appareil simple qui permet de voir à travers un prisme à double réflexion, en même temps l'image photographique

et le plan de la carte sur laquelle le report doit s'effectuer.

La photographie est placée verticalement sur un porte-cliché orientable en X-Y-Z. Ces mouvements permettent la mise en correspondance de quatre points communs à la photographie et à la carte.

- L'éclairage du cliché judicieusement réparti, fait apparaître sur le fond cartographique, avec un contraste suffisant, les traits portés sur la photographie (maquillage) qui sont alors dessinés au crayon sur la carte. La mise en perspective cliché-carte, est assez délicate particulièrement dans les zones à fort relief.

Cet appareil est utilisé pour le complètement de carte, le report des limites de formations végétales, etc... lorsque le terrain est plat ou faiblement accidenté.

— L'Aero Sketchmaster qui utilise le même principe optique, est, malgré quelques variantes dans sa construction, identique à la chambre claire.

— Le vertical Sketchmaster est un appareil où le cliché est sensiblement parallèle au plan de la carte.

Avec ces instruments, l'examen se fait sur photographie isolée.

— La chambre claire stéréoscopique permet de voir à la fois le relief du terrain et la carte. C'est le cas pour le Stéréo Sketchmaster et le Stéréoflex, appareils de restitution de 3^e ordre très élaborés.

PROCÉDÉS PHOTOGRAPHIQUES.

Ils permettent de projeter l'image du cliché sur un plan d'échelle différente.

— Dans l'appareil Plan-variographe, le document à projeter, la photographie maquillée, est placé sur un plateau mobile verticalement.

CARTOGRAPHIE DÉFINITIVE

La cartographie a pour but la reproduction sur papier ou tout autre support, en un nombre variable d'exemplaires, des cartes thématiques réalisées par photo-interprétation.

Les opérations qui aboutissent à l'impression et à la publication des cartes sont issues de la minute originale, le document de base qui a servi au report des images photographiques.

TABLEAU 6

Caractéristiques des fonds cartographiques à utiliser en photo-interprétation forestière

<i>Echelle</i>	Elle doit être très proche de l'échelle des photographies utilisées afin de faciliter le report des détails et d'obtenir une précision satisfaisante. Cette condition peut être obtenue par réduction ou agrandissement du fond. Lors d'études intégrées, l'échelle doit être adaptée aux travaux de chaque discipline. Les résultats de l'interprétation seront bien entendu ramenés à la même échelle en vue de la cartographie définitive.
<i>Détails</i>	La richesse des détails du document de base doit être en rapport avec ceux des documents photographiques utilisés et la densité des objets identifiés à représenter. Les détails du fond cartographique ont un rôle de repérage, de localisation et servent de points d'appui aux opérations de report. Tous les détails du fond cartographique ne figureront pas sur la carte des formations forestières. Ne seront représentés que ceux qui mettent en évidence les relations formations végétales-terrain. Il est donc indispensable, par exemple, que sur les fonds utilisés par le photo-interprète, figurent au moins le réseau hydrographique et les accidents géographiques qui permettent de souligner le relief.
<i>Précision</i>	La précision des fonds planimétriques existants à moyenne et petite échelles doit être bonne en ce qui concerne la position relative des détails qui serviront de points d'appui au report (position et orientation relatives des détails voisins). Les fonds à grande échelle doivent avoir une très bonne précision absolue (positionnement exact des détails dans le système de référence de la carte). Si l'on doit réaliser les documents de base, on s'efforcera de maintenir une très bonne homogénéité entre les fonds. Les cartes seront à la même échelle et de même facture afin d'éviter les erreurs importantes et de permettre d'assurer les raccords entre feuilles d'une manière satisfaisante.

TABLEAU 7

Echelles d'utilisation des cartes des formations végétales

Type	Echelle	Domaine d'utilisation
Grande échelle	1/5.000 1/10.000	<i>Etude de station</i> : répartition et stratification par espèce, classe de hauteur, classe de densité, peuvent apparaître sur les documents cartographiques définitifs à grande échelle, ainsi que des données altimétriques précises.
Moyenne échelle	1/20.000 1/25.000 1/50.000	Résultats d'un inventaire, report des layons et des parcelles sondées. Préparation à un aménagement. Stratification par classe d'altitude, par peuplement ou groupement d'espèces dominantes. A ces échelles, toutes les images des formations identifiées sur les photographies peuvent être représentées sur la carte. Des déterminations précises de superficie peuvent être effectuées.
Petite échelle	1/100.000 1/200.000	Cartes de la végétation intéressant de grandes étendues (1 à 5 millions d'ha). Elles peuvent être établies à partir de photographies à petite échelle 1/50.000 à 1/70.000, en vue de la mise en valeur des ressources naturelles d'une région. Document préliminaire aux opérations d'inventaire et à l'étude d'exploitabilité. La généralisation des détails est indispensable à ces échelles mais la stratification des formations végétales peut néanmoins être assez poussée : représentation des peuplements purs, classification par tranche d'altitude et en fonction de la situation topographique des formations, etc... L'estimation des surfaces peut être réalisée avec une bonne précision.
Très petite échelle	1/500.000 - 1/1.000.000	Ces documents peuvent être élaborés à l'aide de photographies à petite et très petite échelle, complétées par des documents existants tels que : levés, cartes à grande échelle, monographie, etc... Ils servent à la représentation de grandes formations végétales couvrant des régions très étendues. Ce sont généralement des documents préliminaires à l'étude de mise en valeur d'une grande étendue de territoire. Présentent une classification simplifiée : savanes, zones boisées, massifs forestiers, etc... Cette échelle a l'avantage de couvrir de grandes superficies avec un nombre relativement réduit de coupures cartographiques. Elle permet d'aborder de nombreux problèmes et de juger des possibilités d'accès, des difficultés dues au relief, etc... Les limites des formations forcément schématisées sont peu précises et les déterminations des superficies ne peuvent donner qu'un ordre de grandeur.

TABLEAU 8

Durée moyenne des opérations de photo-interprétation. Report. Cartographie

Photographies utilisées		Echelle de restitution	Formations végétales identifiées	Contrôles « terrain » (%)	Rendement moyen à l'heure			Observations
Echelle	Format				Interprétation Maquillage (Photo)	Report (ha)	Dessin cartographique (ha)	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1/40.000	13 × 18	1/50.000	18	14	1,5	700	1.000	Report à la chambre claire. Formations végétales très fractionnées. Terrain très accidenté. Clichés très chargés en détails.
1/50.000	18 × 18	1/50.000	13	—	1,4	600	1.250	Report à la chambre claire et procédés graphiques. Les contrôles au sol faits par le chef de brigade au cours des inspections des équipes d'inventaire. Situation des layons réels et parcelles. Tramage main.
1/50.000	23 × 23	1/50.000	16	18	1,2	1.500	1.200	Report à la chambre claire et procédés graphiques. Tramage main. Clichés moyennement chargés en détails.
1/50.000	18 × 18	1/200.000	10	24	1,3	4.500	3.600	Report : procédés graphiques. L'actualisation de l'interprétation a nécessité des travaux supplém. au sol (mesures, levés topographiques). Trame mécanique.
1/50.000	23 × 23 18 × 18	1/200.000	16	18	1,2	2.500	—	Report : procédés graphiques. Clichés moyennement chargés en détails.

REMARQUES

1. Echelle moyenne des photographies aériennes.
2. Format des photographies.
3. Echelle du document de base sur lequel s'effectue le report des détails de la photographie. Dans ces exemples, l'échelle de report est également l'échelle d'édition de la carte.
4. Formations forestières et non forestières à l'intérieur de la zone d'action considérée.
5. % du temps d'interprétation à savoir : identification, maquillage + report.
6. Nombre de photographies interprétées et maquillées en une heure. Il s'agit, dans les exemples cités, d'une photographie sur deux.
7. Les procédés de restitution (report) peuvent être différents (voir la colonne « Observations »).
8. Comporte : le dessin du trait [limite des formations végétales, planimétrie, hydrographie, codage (numérotation des formations) ou tramage des formations (mécanique ou à la main)]. Toponymie-Habillage-Légende etc...

Ces opérations peuvent être groupées en 2 catégories :

1° Exécution de la mise au net constituée par la copie de la minute. La transposition du dessin peut être faite sur une ou plusieurs planches suivant que la carte doit être monochrome ou polychrome.

2° Le tirage.

MISE AU NET.

La carte définitive qui est l'expression graphique des résultats d'une étude pouvant être utilisée par des spécialistes pas nécessairement familiers du thème, doit être lue aisément. Chaque élément doit apparaître clairement.

La représentation des détails se fera sous une

forme conventionnelle telle que, tramage, symboles, traits d'épaisseur et de figuration divers, etc...

Elle doit mentionner en outre les renseignements destinés à éclairer l'utilisateur, et faciliter la lecture de la carte : la légende explicative des signes utilisés, des références qui permettent de la situer géographiquement, le titre, l'échelle. Ces informations seront disposées soigneusement ; leur répartition équilibrée doit contribuer à l'esthétique de la carte.

Suivant les études demandées et la densité des éléments divers représentés, on peut envisager la rédaction définitive en vue de diverses formes d'impression :

- monochrome sur papier,
- polychrome sur papier,
- sur support transparent.

Nous parlerons de la cartographie en vue d'un tirage monochrome (noir), simple, nécessitant des moyens d'exécution modestes et d'un coût raisonnable.

Nous dirons quelques mots sur la préparation des planches d'impression en vue de la reproduction en couleurs de réalisation plus onéreuse mais qui convient parfaitement par la diversité des teintes possibles à une représentation claire, donc à une lecture aisée des cartes de formations végétales comportant souvent des éléments différents et très fractionnés.

CARTOGRAPHIE MONOCHROME.

On exécute sur un support transparent de bonne stabilité dimensionnelle (polyesters, astralon, kodatrace etc...) une copie du document de base.

— On repère soigneusement la copie en traçant les croisillons des méridiens et parallèles.

— On reporte ensuite le dessin du trait : réseau hydrographique, planimétrie utile, contours des formations.

— On distingue les différents éléments de l'étude, les formations végétales, par des signes convention-

nels ou une trame judicieusement choisie. On essaie dans la mesure du possible de choisir la trame en fonction de la texture de l'image photographique de la formation, mais en conservant un contraste satisfaisant avec les trames voisines correspondant à des formations différentes.

— On porte ensuite les écritures (noms de rivières, d'agglomérations, notations particulières, etc...) par des caractères de forme et de hauteur différentes selon la nature et l'importance des détails auxquels elles se rapportent.

— On place la légende et on exécute l'habillage de la carte qui comprend la chiffraison des méridiens et parallèles, l'échelle, le titre, la direction du Nord géographique et la valeur de la déclinaison, ainsi que tous renseignements susceptibles d'éclairer l'utilisateur du document.

CARTOGRAPHIE POLYCHROME.

La méthode générale de la rédaction d'une carte en couleur comprend autant d'opérations qu'il y a de couleurs plus le noir. Les planches sont réalisées sur des supports plastiques parfaitement stables.

— L'établissement de la planche de noir comporte tous les détails qui doivent ressortir en noir : planimétrie, toponymie, légende, habillage, etc...

— Les planches couleurs peuvent être établies à partir du fond original ou d'une maquette sur support plastique parfaitement repérée sur laquelle on reporte en noir les divers éléments du fond qui seront colorés à la main avec références à la charte des couleurs.

— On exécute autant de planches qu'il y a de couleurs de base. Les masques sur chaque planche peuvent être exécutés en positif ou négatif.

Les nuances à partir des couleurs de base peuvent être obtenues par dégradé, en utilisant des trames faites de lignes et de points extrêmement fins ou par superposition des couleurs de base entre elles.

REPRODUCTION ET IMPRESSION DES CARTES

La facture des cartes imprimées dépend de deux éléments importants :

- La qualité du papier utilisé,
- les procédés d'impression.

Le papier employé pour l'impression des cartes doit posséder des caractéristiques déterminées par deux conditions :

- il doit s'imprimer correctement,
- il doit convenir à l'utilisation ultérieure de la carte. Il doit être solide, avoir une bonne résis-

tance aux déchirures, au froissement, au pliage. Il doit être blanc et ne pas changer à la lumière.

Les procédés d'impression doivent être choisis avec soin, afin d'obtenir des épreuves sur lesquelles les détails doivent apparaître clairement, sans manque, et les notations, la toponymie doivent pouvoir être distinguées.

Voici décrits sommairement, les procédés les plus utilisés :

PROCÉDÉ HÉLIOGRAPHIQUE.

Il permet de reproduire sur un papier sensible, par l'action de la lumière, des images tracées sur un support transparent. Exemple : Ozalid.

Ce procédé est utilisé pour obtenir rapidement un nombre assez faible d'épreuves. On obtient les meilleurs résultats avec des modèles au trait (plans), mais il peut être appliqué à la reproduction de cartes préliminaires dans l'attente de documents définitifs.

PROCÉDÉ GÉLATINOGRAPHIQUE (procédé DOREL).

La planche d'impression est constituée d'une couche de gélatine additionnée de divers corps.

Les parties imprimantes résultent d'une oxydation locale obtenue par l'action chimique de sels de fer par contact de la gélatine avec un papier sensible.

Le modèle qui sert à impressionner par insolation le papier sensible est constitué par l'image portée sur un support transparent. Le tirage est obtenu par application du papier carte sur la couche de gélatine préparée.

Ce procédé assez économique ne permet que des tirages limités — 50 exemplaires environ — tant que la gélatine est assez humide. Il est surtout utilisé pour les tirages monochromes de grand format. On peut aussi réaliser des tirages polychromes. Dans ce cas, on fait autant d'impressions successives qu'il y a de couleurs. Le repérage est très délicat et la précision aléatoire, le papier doit être d'excellente qualité.

PROCÉDÉ OFFSET

Ce procédé permet d'obtenir des épreuves monochromes et polychromes. Il existe des machines qui impriment deux ou plusieurs couleurs en un seul passage de la feuille. Du fait de la souplesse du contact du cylindre imprimant (blanchet de caoutchouc) sur la feuille de papier la qualité de l'impression est excellente. Le procédé offset s'accommode de n'importe quel papier à condition qu'il ne soit pas pelucheux. Du fait de son principe technique, tous ses mouvements sont des mouvements de rotation et il est possible d'obtenir des tirages rapides en nombre élevé. Le format des tirages est limité par les dimensions des machines.

CONCLUSION

L'utilisation des photographies aériennes conventionnelles est d'une importance fondamentale pour toutes études visant à la connaissance et à l'évaluation des ressources forestières des pays tropicaux. Le coût d'investissement nécessité par une prise de vue est négligeable par rapport aux gains ultérieurs que procure l'étude des documents photographiques en particulier par rapport aux travaux de terrain. Cependant, la nature, les caractéristiques et la qualité des clichés doivent être soigneusement étudiés et adaptés aux objectifs

poursuivis en ayant le souci d'être acceptables par de nombreux types d'utilisateurs.

Enfin, l'étude des documents photographiques doit s'accompagner nécessairement de travaux de terrain, la recherche sinon d'une identité, du moins d'une cohérence entre la classification sur photographies aériennes et la classification des peuplements sur le terrain étant une condition essentielle de la valeur de la photointerprétation et de la vérité des cartes qui en sont issues.

BIBLIOGRAPHIE SUR LA PHOTOINTERPRÉTATION

Manuel de photo-interprétation (Edition Technip 1970).
Lecture et exploitation des photographies aériennes (Tome I et II, J. CARRE, Edition Eyrolles).
La photographie aérienne (R. CHEVALLIER) Librairie A. GALLIN (P. U. F.).
Notices pratiques de photo-interprétation (REG. IZARO) C. N. R. S. 1967.
Manual of photographic interpretation (American society of photogrammetry).
Etablissement des fonds planimétriques nécessaires aux travaux de photointerprétation et d'inventaire des ressources naturelles CARBONNELL (Bulletin S. F. P. n° 25 1967).

Utilisation des photographies aériennes pour l'inventaire des forêts françaises (L. BRÉNAÇ Bulletin S. F. P. n° 8, Déc. 1962).
L'interprétation des photographies aériennes verticales et les problèmes de l'exploitation forestière tropicale (J. LE RAY) Bulletin S. F. P. n° 8, Déc. 1962.
L'utilisation des photographies aériennes et des cartes pour l'évaluation des ressources forestières (Application au cas de l'Afrique francophone) J. P. LANLY, Third regional cartography conference for Africa, Addis Abeba (30 Oct.-10 Nov. 1972).
Manuel d'inventaire forestier, F. A. O. ROME 1973 (Avec références particulières aux forêts tropicales hétérogènes).