

De l'importance de la vue aérienne et de la mensuration aérophotogrammétrique pour la forêt

Autor(en): **Härry, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **102 (1951)**

Heft 1

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-764660>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

c) Sur les surfaces où les châtaigneraies ne seraient plus reconstituées, des futaies durables, adaptées au milieu, devraient être créées. Pour se rendre compte des essences à cultiver, il faudrait d'abord savoir si notre race d'*Endothia* attaque nos chênes et l'*Ostrya*.

Néanmoins, les surfaces où l'on a déjà dû éliminer le châtaignier, doivent servir immédiatement de places d'essais. On y étudiera la venue du mélèze, du pin, du tilleul à petites feuilles, du frêne, de l'aune noir, de différents arbres fruitiers, puis la possibilité d'améliorer le pâturage. Les résultats de ces essais serviront comme base à la reconstitution éventuelle de grandes surfaces.

L'exécution des mesures citées sous *a* à *c* sera souvent dure pour la population indigène. Elle peut coûter des millions. Mais elle est nécessaire, non seulement dans l'intérêt du canton du Tessin, mais dans l'intérêt de tout le pays. Il est donc justifié et juste que la Confédération mette à disposition des moyens extraordinaires pour l'exécution des mesures proposées. *Etter*

Zitierte Literatur

- Anderson, P. J., and Rankin, W. H.*: Endothia canker of chestnut. (Cornell Univ. Dept. Plant Pathology. Bull. 347, 1914, 531—618.)
- Arrigoni, A.*: La malattia dell'inchiostro ed il cancro della corteccia del castagno. (Agricoltore ticinese, Nrn. 40 und 42 vom 7. bzw. 21. Okt. 1950.)
- Biraghi, A.*: La distribuzione del cancro del castagno in Italia. (L'Italia forestale e montana, 5, 1950, 1—4.)
- Gäumann, E.*: Pflanzliche Infektionslehre. Verlag Birkhäuser, Basel 1946, 611 S.
— Die Pilze. Grundzüge ihrer Entwicklungsgeschichte und Morphologie. Birkhäuser, Basel 1949, 382 S.
- Gravatt, G. F.*: Chestnut blight in Asia and North America. (Unasylva, 3, 1949, 1—7.)
— and *Gill, L. S.*: Chestnut blight. (U.S. Dept. Agric. Farmer's Bull. 1641, 1930, 18 S.)
- Heald, F. D.*: The symptoms of chestnut tree blight and a brief description of the blight fungus. (Pennsylvania chestnut tree blight Commission, Bull. 5, 1913, 15 S.)
- Shear, C. L., Stevens, N. E., and Tiller, R. J.*: *Endothia parasitica* and related species. (U. S. Dept. Agric. Bull. 380, 1917, 82 S.)

De l'importance de la vue aérienne et de la mensuration aérophotogrammétrique pour la forêt

(61.3)

Par *H. Härry*, directeur fédéral des mensurations cadastrales
Rapport présenté à l'occasion d'un voyage d'étude pour le personnel forestier
supérieur

1. *L'aérophotogrammétrie* est devenue, au cours des 25 dernières années, une *méthode de mensuration qui satisfait aux exigences posées*. Sa propagation se poursuit, son importance ne cesse de croître; la fin de ce développement n'est pas proche. A côté de la stéréoscopie, du *procédé de mesure stéréoscopique* mis au point par le professeur *Pulfrich* de Iéna, et du procédé introduit par l'Autrichien *von*

O r e i l l pour construire des cartes avec des stéréoautographes, la *vue aérienne* contient *en soi* d'immenses possibilités de développement. La *richesse en détails de la vue aérienne*, et non moins la possibilité qu'elle donne à l'homme — sans cela habitué à la perspective des êtres collés au sol — de *considérer dans leur ensemble de vastes espaces et enchaînements*, permet d'élaborer de nouvelles méthodes d'étude et de mesure de la surface terrestre, des procédés rationnels pour élucider les rapports internes du monde complexe des phénomènes.

Un exemple fera ressortir la valeur du nouvel instrument de travail qu'est la vue aérienne. Tout forestier sait que le *manteau végétal indique souvent ce qu'il recouvre*, qu'il révèle la nature du sol dont il est issu. Dans la règle, nous ne distinguons pas ou nous discernons mal, à proximité du sol, les différences de couleur que présente ce manteau; nous n'avons surtout pas de vue d'ensemble des rapports. En cela nous sommes semblables à la souris, qui du tapis ne voit pas le motif, mais les brins de laine et la trame. La vue d'avion, prise haut dans les airs, enregistre à notre étonnement même les plus petites différences de couleur, en particulier lorsqu'on s'est servi d'émulsions spéciales, voire même de plaques infrarouges. En outre, nous distinguons ces nuances dans leur assemblage, dans leur dessin. Ces taches et motifs discernables dans les vues aériennes *servent à l'étude écologique du sol*, dont la géologie, l'archéologie et la pédologie tirent aujourd'hui le plus large et le plus fructueux parti. Il arrive souvent que la vue aérienne révèle le plan complet d'un bâtiment historique à un endroit où l'on n'avait auparavant rien vu ni découvert. Il faut naturellement apprendre à *interpréter ces images*. *L'art de l'interprétation* des vues aériennes est encore dans son enfance. Il a cependant déjà donné de beaux résultats dans le domaine de la mensuration, de la géographie, de l'archéologie, voire même dans celui de la foresterie des pays aux vastes horizons.

Avant d'aborder les possibilités d'emploi à des fins forestières, voyons succinctement quels sont le *mode de travail* et l'*efficacité* de l'aérophotogrammétrie.

2. La reproduction photographique d'un terrain, obtenue avec une chambre de précision, équivaut, en géométrie de l'espace, à la *fixation d'une gerbe spatiale de rayons*. A chaque point du sol correspondent un rayon et un point image de la prise de vue. A l'essaim des points de l'image, qui est une projection centrale du terrain, correspondent un faisceau de rayons et un essaim de points du sol. Si le terrain est plat, et le plan de l'image parallèle à celui du terrain, si donc le rayon principal est à plomb, l'essaim des points de l'image est semblable à celui des points du sol; dans ce cas, la projection centrale est pareille à une *projection orthogonale*. Dans ces conditions spéciales, la vue d'avion est déjà un plan ou une *carte*, dont l'échelle est provisoirement hors des normes. L'échelle de ce plan photographique peut être amenée à une

autre, bien déterminée, par exemple au 1 : 5000, par la voie de l'agrandissement ou de la réduction. De tels plans photographiques sont établis depuis plusieurs décennies déjà. Mais deux difficultés principales surgissent lors de leur confection :

a) Il est impossible d'*orienter d'une manière suffisamment exacte la prise de vue verticale* sur l'avion en mouvement, donc de mettre le rayon principal parfaitement à plomb. Cette erreur dans l'orientation du faisceau spatial des rayons provoque une distorsion de l'image aérienne, si bien que la projection centrale n'est plus pareille à une projection orthogonale. La distorsion peut cependant être éliminée par l'emploi d'un dispositif spécialement construit, où l'image est rephotographiée. Il faut disposer pour cela de trois points de contrôle déterminés par géodésie, qui sont aussi discernables dans la vue aérienne. Cela s'appelle *redresser*, et l'appareil est dit *de redressement*. Telle est la méthode aérophotogrammétrique des pays plats (Pays-Bas, une partie de la France et de la Belgique, etc.), où elle donne d'excellents résultats.

b) Une seconde difficulté se présente lorsque *le terrain n'est pas plan*, mais comprend des élévations, collines ou montagnes. Les protubérances du terrain font naître dans l'image des erreurs dirigées radialement vers le point nadiral, déformations que les lois de la perspective dans les projections centrales nous font connaître. La méthode du redressement est inutilisable pour l'établissement de la carte ou du plan de formations spatiales. Pour lever un terrain présentant des différences d'altitude, il faut disposer de *deux prises de vue d'un seul et même territoire*, donc de deux gerbes spatiales de rayons. L'inscription dans la carte des points du terrain, à une échelle donnée, se fait à l'aide de couples de rayons photogrammétriques, selon le procédé usuel en arpentage du lever par intersections, à partir des deux points aériens qui correspondent aux deux vues d'avion utilisées. On se sert pour cela de stéréoautographes qui, grâce à la vision stéréoscopique, permettent de pointer avec une marque stéréoscopique les points de l'image et de les reporter automatiquement dans la carte, à l'échelle désirée. Nous devons renoncer à vous présenter la théorie de la *restitution de couples de vues aériennes conjuguées au stéréoautographe* et nous bornons à retenir un fait, à savoir que, grâce au stéréoautographe, les points du terrain visibles dans l'image stéréoscopique, chaque ligne qui s'y dessine et — solution particulièrement élégante ! — le tracé des courbes de niveau peuvent être automatiquement portés dans la carte, à l'échelle choisie. Cette construction automatique de la carte est plus fidèle que le lever topographique à la planchette et infiniment plus rapide.

L'aérophotogrammétrie et ses erreurs font naturellement l'objet de théories qui sont du ressort de l'ingénieur-topographe. Le forestier, s'il veut se limiter, se contentera d'examiner les possibilités d'emploi dans

son domaine. Rappelons qu'il peut recourir pour cela à *deux modes de travail aérophotogrammétrique*:

en terrain plat, à une méthode se servant d'une seule vue, comportant le redressement, où l'appareil de redressement produit des plans photographiques,

en terrain accidenté, à une méthode se servant d'une couple d'images, la stéréophotogrammétrie aérienne, où deux vues conjuguées sont restituées au stéréoautographe.

3. En Suisse, nous utilisons presque exclusivement la stéréophotogrammétrie, conformément à la nature du terrain. Le Service topographique fédéral l'emploie pour l'établissement de la *carte nationale* au 1 : 25 000 et au 1 : 50 000. Dans la *mensuration cadastrale du pays*, on s'en sert pour construire les *plans cadastraux* au 1 : 10 000, au 1 : 5000, au 1 : 2000, récemment même au 1 : 1000, et les *plans topographiques* (d'ensemble) au 1 : 5000 et au 1 : 10 000. Le niveau — chez nous très élevé — et de la mensuration et de l'industrie spécialisée dans l'optique et la fine mécanique, a permis l'application intensive de l'aérophotogrammétrie, innovation qui a été couronnée par de beaux succès d'exactitude et de rentabilité. Nos deux hautes écoles techniques disposent pour l'enseignement d'un autostéréographe chacune, et le Service topographique fédéral travaille avec deux autres de ces appareils. Les mensurations cadastrales aérophotogrammétriques sont effectuées par six entreprises privées, réparties dans le pays, qui possèdent ensemble huit stéréoautographes.

En créant les *mensurations cadastrales*, le législateur entendait que cette œuvre, allant jusque dans le détail du lever, serve non seulement au cadastre, mais aussi à la cartographie nationale, à la construction, à l'agriculture comme à la sylviculture, aux sciences naturelles et aux écoles. Vous n'ignorez sans doute pas que l'instruction fédérale relative aux mensurations cadastrales tient particulièrement compte de l'établissement de *plans forestiers* (art. 28, lettre a). Pour se conformer à ces exigences, les mensurations cadastrales déterminent, outre la situation, les *conditions d'altitude* et la *topographie* du terrain levé. La *topographie* figure dans ce qu'on appelle les *plans d'ensemble des mensurations cadastrales*, qui sont des plans topographiques au 1 : 10 000 et au 1 : 5000. Ils naissent soit de la réduction des plans cadastraux et de levés topographiques complémentaires à la *planchette*, soit de la *construction de cartes aérophotogrammétriques*. Pour les plans de forêts, la *situation* et les *limites de propriété* sont tirées du *plan cadastral*, la *topographie* du *plan d'ensemble*. Il est évident que l'aérophotogrammétrie est un mode de mensuration parfaitement approprié à ces différentes tâches, surtout dans les Préalpes et les Alpes.

4. Examinons maintenant, sous une forme succincte, l'exécution pratique des divers travaux et servons-nous pour cela d'un *exemple de mensuration cadastrale aérophotogrammétrique*. Cela nous permettra de juger quel peut être l'avenir de l'utilisation de l'aérophotogrammétrie à des fins forestières.

a) Avant de lever une région, en prenant des vues à bord de l'avion spécial, il faut *déterminer les limites de propriété et munir de signaux les points de délimitation*. Ce travail est dans la règle confié à un *géomètre officiel de la région*. Pour le plan cadastral au 1 : 1000, le vol se fait à une altitude de seulement 1000 m. au-dessus du sol, et des *voyants carrés de carton*, de 20 cm. de côté, suffiront comme *signaux placés sur les points de limite*. Ces voyants sont bon marché et faciles à transporter; dans la vue d'avion, ils apparaissent comme une fine ponctuation. Les *points trigonométriques* de la région sont munis en même temps de plaques blanches qui les distinguent. Lorsque le parcellement est extrêmement poussé, par exemple lorsqu'on lève l'*ancien état de propriété en vue d'un remaniement parcellaire*, de très nombreux voyants doivent être cloués aux piquets des points de limite; dans les cas extrêmes, on demande pour cela l'*aide des propriétaires fonciers* ou des *écoliers*. Dans le cas de l'*entreprise Media-Blenio*, par exemple, où il s'agissait de dix communes, de 2200 ha. subdivisés en 88 000 parcelles, 250 000 voyants furent posés en trois semaines, grâce à l'aide des propriétaires fonciers. C'est un art de savoir organiser le travail et de collaborer en toute confiance avec les *autorités communales* et les *propriétaires fonciers*, dans des cas pareils.

Fig. 1

Lorsqu'il examine des couples de vues au *stéréoscope*, le forestier reconnaît particulièrement bien tous les détails de structure de la forêt, les classes d'âge et les diverses formes de mélange et de combinaison.

Abb. 1

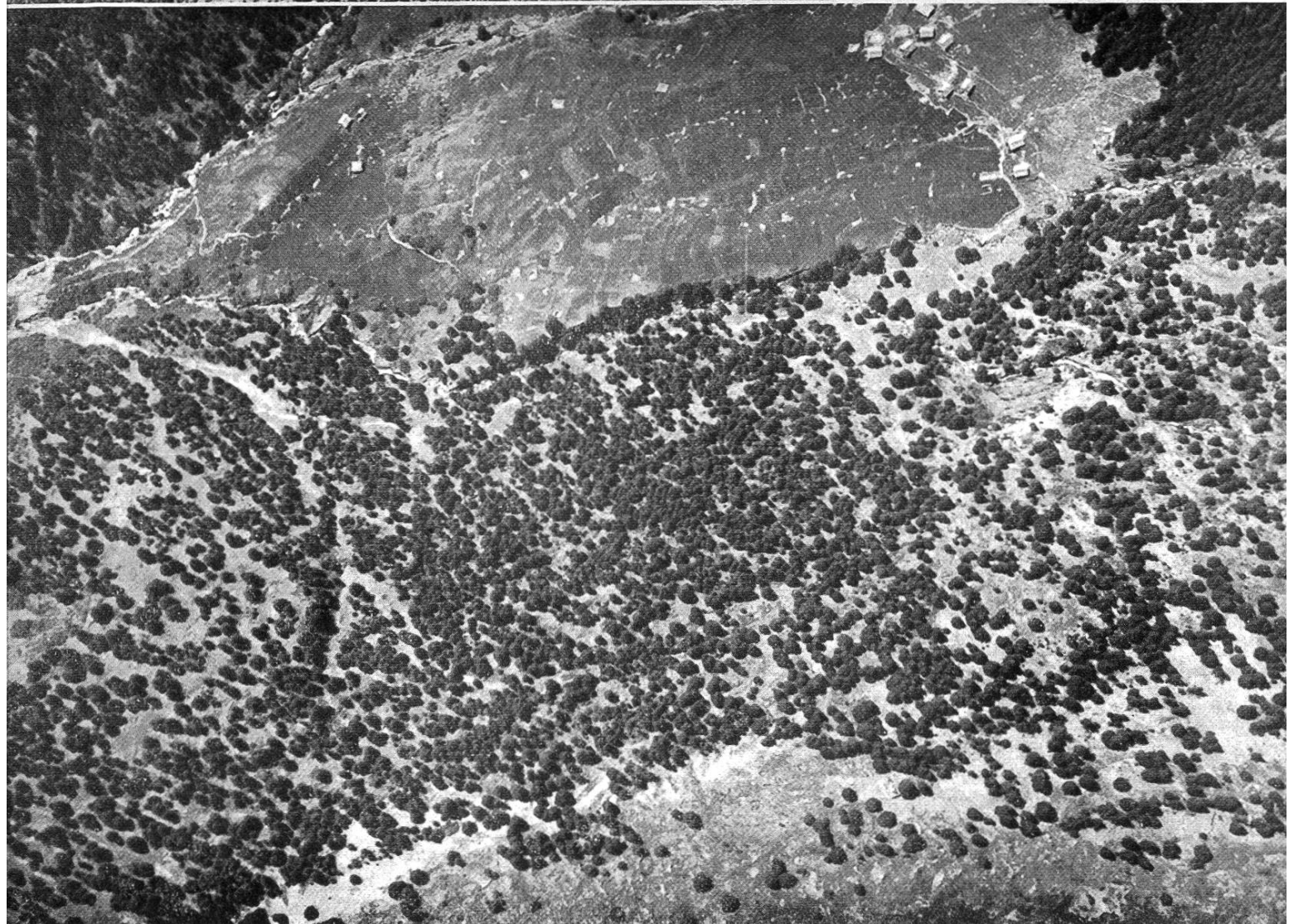
Der Forstmann erkennt, besonders, wenn er Bildpaare unter dem *Stereoskop* betrachtet, alle Einzelheiten der Gliederung des Waldes, die Altersklassen und die verschiedenen Mischungs- und Aufbauformen.

Fig. 2

La vue d'ensemble de la *forêt de montagne* que nous procure l'avion, est une excellente base pour des *projets de reboisement* (séparation de la forêt et du pâturage).

Abb. 2

Die Übersicht, die das Luftbild vom *Gebirgswald* gewährt, bietet ausgezeichnete Grundlagen für *Aufforstungsprojekte* (Trennung von Wald und Weide).





b) Cependant l'équipage de l'avion dresse son *plan de vol* sur la carte Siegfried. Il s'efforce de lever le territoire en cause avec un *minimum de couples de vues*, tout en observant la *hauteur de vol la plus économique*. Le plan de vol repose sur des considérations inspirées par la théorie des erreurs.

Lorsque la signalisation est terminée, les *vols de lever* sont effectués à l'heure convenue. Ces indications vous auront déjà fait comprendre que les travaux du géomètre local, du pilote du service de mensuration et du photogrammètre doivent être bien accordés les uns aux autres. Un *plan de travail* établi dès le début, lors de la rédaction du devis, prévoit une bonne coordination de ces activités interdépendantes.

Pour les *vols de lever*, le Service topographique fédéral et la Direction des mensurations cadastrales disposent chacun de deux *pilotes* et d'un *avion*. En aérophotogrammétrie, on donne la préférence à des appareils dotés d'une *vitesse de vol relativement faible* et qui offrent soit au pilote, soit au technicien du lever, une *vision du sol aussi bonne que possible*. La direction technique des vols de mensuration et la garde des avions ressortissent au *Service de l'aviation militaire*, la direction photogrammétrique est exercée par le Service topographique fédéral et

Fig. 3

Vues aériennes de régions où *la forêt est propriété privée*. Elles donnent d'excellentes indications pour le projet et l'exécution de *remaniements*.

Abb. 3

Luftbilder von *Privatwaldgebieten* bieten ausgezeichnete Grundlagen für die Planung und Durchführung von *Sanierungsmaßnahmen*.

Fig. 4

Vue prise en août.

Abb. 4

Aufnahme im August.

Fig. 5

Vue prise en mars.

La prise de vue aérienne de la même forêt à *des saisons différentes*, à l'aide d'*émulsions photographiques variées* (p. ex. aussi avec des plaques infrarouges), révèle divers aspects du boisé, qui se complètent.

Abb. 5

Aufnahme im März.

Die Luftbildaufnahme des gleichen Waldes zu *verschiedenen Jahreszeiten*, mit *verschiedenen photographischen Emulsionen* (z. B. auch Infrarot), ergeben verschiedene Erkennungseinblicke, die sich gegenseitig ergänzen.

la Direction des mensurations cadastrales. Cette organisation simple, adaptée aux conditions actuelles, a fait ses preuves.

La *chambre aérophotogrammétrique*, avec laquelle sont prises les vues, est une *chambre de précision* à cage rigide et à *objectif spécial, aussi exempt de distorsion que possible*. Les bons obturateurs à rideau y sont inemployables, à cause de la déformation de l'image. Les prises de vues sont effectuées par l'exposition de plaques négatives ou de films roulés, à l'aide d'un *obturateur central de fonctionnement rapide*. La chambre photographique entière, avec les moyens d'orientation qui la complètent (niveaux d'eau, viseurs, régulateurs de recouvrement, indicateurs de dérive, etc.), est installée dans le *plancher de l'avion*, avec un *dispositif spécial de suspension*.

c) Les *travaux photographiques* — le développement, la copie, l'établissement d'images agrandies — sont confiés par la Direction des mensurations cadastrales au *Service topographique fédéral* qui dispose de spécialistes au courant des exigences techniques en photographie et des installations nécessaires.

Les travaux suivants sont attribués par la Direction des mensurations cadastrales à un *photogrammètre privé*. Les droits et devoirs de celui-ci sont consignés dans un *contrat*, le *prix* ayant été fixé.

d) Le photogrammètre *examine d'abord les couples de vues au stéréoscope*, afin de *choisir et fixer des points de contrôle* (points qui devront être déterminés géodésiquement), de délimiter le *territoire à restituer* attribuable à chaque couple de plaques et d'*organiser le travail sur le terrain*. Si cet *examen au stéréoscope des vues aériennes* est important pour le photogrammètre, il l'est à encore plus juste titre pour le géographe, le phytogéographe, le forestier et le géologue. Grâce à lui, d'importantes constatations peuvent être faites en chambre, avant que le sol du territoire en cause ait été foulé. Il faut en prendre note tout de suite sur un *agrandissement de la vue aérienne*, afin qu'elles soient sauvées de l'oubli. Un travail au stéréoscope bien dirigé permet d'abréger sensiblement l'onéreux travail sur le terrain.

e) Un travail important, qui décide de la réussite économique et qualitative, s'ensuit: *l'identification*. Le spécialiste de la mensuration ne doit pas seulement déterminer les *rapports géométriques* qu'il y a entre les objets de la surface terrestre, mais encore constater la *nature de ces objets* et *choisir*, parmi la foule des phénomènes, *ceux qu'il veut représenter dans son plan*. La vue aérienne est le meilleur moyen dont on dispose pour fixer et caractériser la nature des objets, puis pour choisir ceux qu'on veut lever. On se rend sur le terrain avec des agrandissements des vues aériennes — il faut gagner de la place pour les inscriptions —, on compare la nature et son image, puis on porte les trouvailles faites dans ce plan-croquis sous forme de signatures. On obtient ainsi

une *rédaction sans lacunes*, selon les signatures prescrites, de ce plan issu d'une vue aérienne agrandie, un modèle de valeur déterminante pour la restitution technique des couples de vues.

Il est clair que, pour une carte géologique, l'identification s'étendra aux constatations géologiques, pour une carte forestière aux trouvailles forestières.

Pour le *plan cadastral*, les points de limite reproduits sont reliés lors de l'identification, dans le sens de la délimitation, et l'on inscrit dans les parcelles les noms ou numéros des propriétaires. Lorsque les plans cadastraux doivent servir à un remaniement parcellaire, il sera opportun de porter dans le croquis d'identification l'*estimation de la fertilité* et les *limites entre classes de terrain*. En procédant ainsi, on *économise un temps très appréciable*, car l'estimation des ressources du sol peut être entreprise et parachevée aussitôt après la prise de vue, sans attendre la construction du plan. Le forestier aurait par exemple entre les mains, sous la forme de vues aériennes agrandies, une situation de base et pourrait y inscrire la valeur du sol et le matériel sur pied, bien avant qu'un plan à signatures soit établi; son travail sur le terrain pourrait suivre immédiatement le lever aérien. Le procédé d'identification nous donne donc une remarquable liberté dans l'organisation du travail.

On profite souvent de l'identification pour lever immédiatement, au théodolite à boussole, les points de limite qu'on ne distingue pas dans les vues aériennes, par exemple en forêt ou à l'ombre d'arbres. Il est aisé de les rattacher à des points visibles. L'identification réfléchie, combinée avec ces levés complémentaires, livre un *plan d'un contenu sans lacunes* et épargne des travaux complémentaires ultérieurs sur le terrain.

f) Pendant qu'on procède à l'identification, un autre travail se poursuit sur le terrain: la *détermination géodésique* de trois à cinq *points de contrôle* par couple de vues. En somme, la méthode aéro-photogrammétrique de travail procède par *interpolation*; la construction détaillée de la carte y est adaptée aux points de contrôle disposés aux extrémités. La détermination des coordonnées et des altitudes des points de contrôle se fait par *recoupement* ou *relèvement trigonométriques*, occasionnellement aussi par *polygonométrie*. Suivant les cas — chez nous, en particulier, lorsque des pentes boisées étendues doivent être franchies —, la densification des points de contrôle peut être aussi obtenue par la voie photogrammétrique. Un certain nombre de méthodes, connues et éprouvées, permet de ne pas se laisser embarrasser par des espaces pauvres en points fixes. Il ne nous est pas possible de traiter ici le sujet des *méthodes de triangulation et de polygonométrie aériennes*. Passons.

g) Abordons le travail au *stéréoautographe*. Tout d'abord, la *couple de vues* à restituer doit être *adaptée au stéréocartographe*. Il faut donner aux deux gerbes spatiales de rayons, qui sont définies par les deux images négatives placées dans les porte-plaques de l'autographe, la même orientation dans l'espace qu'au moment de la prise de vue, par rapport l'une à l'autre comme par rapport à la verticale. C'est la condition pour que des rayons d'image conjugués se coupent dans des points du modèle, qui forment ensemble un modèle réduit, non déformé, de l'essaim des points du sol, à une échelle unique. Cette orientation des couples d'images au stéréocartographe se fait sur la base des points de contrôle géodésiquement déterminés. La place nous manque pour décrire le procédé dans son détail, si simple et si intéressant soit-il.

Lors de la *restitution*, l'opérateur pointe tout ce qu'il veut porter dans la carte (par ex. les points de limite) avec la marque stéréoscopique mobile, sur l'image stéréoscopique, et trace les lignes intéressantes (chemins, cours d'eau, limites de culture, courbes de niveau) suivant le croquis d'identification. Tous les points visés et toutes les lignes dont on a fait suivre le cours à la marque stéréoscopique sont inscrits dans la carte à l'échelle voulue, à un dixième de millimètre d'exactitude, sur la table à dessin de l'autographe. Il en résulte un *plan dessiné au crayon* qu'il n'y a plus qu'à mettre au net ou à calquer. Les points de limite non visibles sont portés après coup sur la base des levers complémentaires déjà cités.

Il arrive souvent que la topographie de *régions densément boisées* ne peut être portée dans la carte, parce que la frondaison de la forêt empêche de voir le sol. De telles *lacunes dans la restitution* doivent être comblées après coup à l'aide de *levers à la planchette*. Nous arrivons cependant à ramener ces lacunes à peu de chose en faisant des levers spéciaux dans les régions boisées, à l'avant-printemps, lorsque les feuillus sont encore dénudés, lorsque le sol est recouvert d'une mince couche de neige. Ces *levers du printemps* sont rentables, car cette contribution à l'établissement photogrammétrique des cartes coûte environ 9 fr. par ha., alors que les levers à la planchette dans des régions boisées escarpées peuvent facilement coûter 20 fr. à l'ha. Nous supposons que ces levers printaniers de territoires forestiers, qui donnent une image beaucoup moins opaque des boisés que ceux de l'été, présentent aussi pour le forestier un intérêt spécial.

Il m'apparaît superflu de vous entretenir de l'élaboration plus poussée et de l'utilisation des plans livrés par le stéréoautographe, de la détermination des surfaces, de l'enregistrement des copies, des projets établis sur le plan, etc.

h) Les données ci-dessous caractérisent bien l'*efficacité de l'aérophotogrammétrie aérienne*. L'*exactitude* que l'on peut obtenir avec les instruments de lever et de restitution usuels en Suisse est la suivante:

Echelle du plan	1 : 10 000	1 : 5000	1 : 2000	1 : 1000
Hauteur de vol . . . m.	2500	2000	1600	1200
Echelle de la vue	1 : 15.000	1 : 12 000	1 : 10 000	1 : 7000
Erreur moy. de position, m.	$\pm 1,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,30$	$\pm 0,17$
Erreur moy. d'altitude m.	$\pm 1,0$	$\pm 0,6$	$\pm 0,45$	$\pm 0,30$

Si l'on prend un lever à la planchette comme point de comparaison, l'économie réalisée est de 25 à 50 % pour les frais, d'au moins 50 % pour le temps.

Les autres *avantages* de l'aérophotogrammétrie sont nombreux: plus de liberté dans l'organisation des travaux, travail côte à côte du spécialiste de la mensuration, d'une part, et de l'usager des plans (géologue, ingénieur, forestier), de l'autre, sur des vues aériennes agrandies, bien avant que les plans soient parachevés, élargissement et approfondissement des connaissances relatives à la nature des objets à inscrire dans la carte et à leurs corrélations, grâce à la lecture aisée des vues aériennes.

5. Quelles sont, sur la base de ces renseignements, les *possibilités d'emploi pour le forestier*?

Le spécialiste de la mensuration traite ce sujet en profane. Mais le forestier saura bien rétablir ce qui, dans les suggestions suivantes, empruntées pour une part à la littérature étrangère, pourrait ne pas cadrer avec ses connaissances et ses conceptions.

Distinguons de prime abord *trois cas* de l'utilisation des vues aériennes et de l'aérophotogrammétrie dans la gestion et le traitement des forêts.

a) Le premier cas est celui des *forêts étendues, mal explorées et peu ouvertes aux exploitations de l'étranger*, pour l'étude desquelles le lever aérien et la mensuration aérophotogrammétrique sont absolument indispensables. Une littérature abondante, éditée aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada surtout, renseigne sur le sujet. Au Canada, un premier lever aérophotogrammétrique et forestier des peuplements est près de s'achever. Le coût en est estimé à 20 fr. par km².

b) Le second cas est celui de nos *forêts de montagne*, qui présentent peut-être un intérêt moins grand pour l'économie forestière que pour la protection du territoire national, où l'activité forestière (inventaires, projets d'installations et de travaux de défense) peut être grandement facilitée par les nouveaux moyens de travail.

c) Le troisième cas est celui de nos *forêts des plaines et des collines, qui bénéficient de soins intensifs*, où le travail « terrestre » du forestier est et restera prépondérant, déterminant, où les prises de vues aériennes ne feront qu'apporter de nouvelles facilités.

C'est donc à un degré très divers que les emplois ci-après énumérés pourront entrer en ligne de compte, suivant le cas auquel ils

s'appliquent. Le forestier est plus compétent que le spécialiste de la mensuration pour faire ce *distinguo* !

Le *forestier* a besoin de plans pour l'aménagement des boisés et pour ses projets d'installations. Ces plans sont aujourd'hui établis, par la voie photogrammétrique, en bien moins de temps et à bien meilleur compte que ne le permettaient les anciens procédés de mensuration. Outre *les plans*, *des vues aériennes* sont mises à la disposition du forestier. La vue d'avion, qui abonde en détails, donne des renseignements qu'on ne trouve pas dans le plan, et vice versa. *La vue aérienne et le plan se complètent donc mutuellement au mieux*. Celui qui a appris à se servir *conjointement et du plan et de la vue d'avion* en tire de grands avantages.

En Suisse, *la production et la livraison de plans au forestier* sera dans la règle combinée avec la mensuration cadastrale. Cela permet d'éviter bien du travail à double, donc des frais inutiles. On peut obtenir avec les plans, soit de la Direction fédérale des mensurations cadastrales, soit du Service topographique fédéral, des vues aériennes. La Direction des mensurations cadastrales livre toutes les vues d'avion qu'elle a restituées au Service topographique fédéral, afin que les intéressés trouvent à un seul et même endroit, bien classé, tout le matériel de vues existant. La conservation et l'enregistrement de cette collection, ainsi simplifiés, coûtent moins cher que s'ils se faisaient à deux endroits.

Les vues aériennes permettent de faire un certain nombre de *constatations d'importance forestière* et de les porter dans la carte. Prenons comme exemple *les lignes de séparation entre des peuplements d'âge divers*. Des différences d'âge de 10 ans sont aisément discernables au stéréoscope. *La forêt dans son ensemble* apparaît mieux dans une vue aérienne que lorsqu'on la contemple du sol; en conséquence, les peuplements de même âge y seront plus facilement et mieux circonscrits. La fixation dans la carte de *limites de dégâts* (chablis, dommages par les insectes, décrochements de terrain le long des torrents, etc.) est aussi grandement facilitée. Il en va de même pour l'inscription de *trouées*, de *cultures nouvelles*. Les levés de printemps déjà cités contribuent à rendre possible la *distinction sur l'image des peuplements feuillus et résineux* et, d'une manière générale, celle des *diverses formes de mélange et de structure des peuplements*. Le forestier *exercé à lire dans des vues aériennes* y reconnaîtra les essences à leur *forme de cime*, à leur *ramification*, à leur *facies général*. Si c'est nécessaire, il complétera ses constatations en *identifiant* ses trouvailles sur le terrain. Il semble bien que la vue aérienne est le meilleur moyen dont on dispose pour construire la *carte de végétation de grandes surfaces*.

Le mesurage des hauteurs d'arbres, à ± 30 cm. près, ne présente aucune difficulté en photogrammétrie. De ce fait, on a échafaudé en

Allemagne une *méthode pour la détermination du matériel sur pied* « aérienne », qui ne présente peut-être pas grand intérêt dans nos conditions.

D'importantes *modifications subies par la forêt* sont particulièrement bien enregistrées par la prise de vue aérienne. *L'état momentané* de la sylve, qui est soumise à d'incessantes variations, ne saurait être mieux et plus complètement *défini* que par *son image aérienne*. Ces vues doivent être considérées comme des *documents de valeur* qui permettront de reconstituer *l'histoire du peuplement*.

Toutes ces *constatations*, toutes ces *inscriptions dans la carte de détails forestiers*, peuvent servir aux fins les plus diverses. Dans le domaine de *l'aménagement*, on s'en servira pour *établir la carte des peuplements*. Elles permettront de *lever et construire les plans de divers projets forestiers*, qu'il s'agisse de reboisements, de constructions de routes, de corrections de torrents, de travaux contre les avalanches, de remaniements de la propriété boisée particulière, etc. Dans le cas des remaniements parcellaires de la forêt privée, la vue aérienne concentre l'intérêt sur la forêt en tant que surface productive, sur la nécessité d'un regroupement avantageux pour la gestion future. Elle servira aussi lors de la *revision des plans d'aménagement*, où elle rendra la description des peuplements plus complète, plus fidèle, où elle restera comme document daté.

Diverses méthodes de travail et différents procédés de restitution doivent être considérés :

aa) L'examen de la vue aérienne au stéréoscope grossissant qui permet de faire une grande partie du travail en chambre. Il garantit une vue d'ensemble, aide à organiser rationnellement les travaux sur le terrain et donne d'emblée une foule de renseignements qu'il y a avantage à inscrire immédiatement dans une vue agrandie (croquis d'identification).

bb) L'identification, c'est-à-dire la comparaison des vues aériennes agrandies avec les objets vus au naturel. Les constatations faites lors de ce parcours seront, elles aussi, inscrites dans les croquis d'identification qui deviendront ainsi des modèles sans lacunes pour la restitution. L'identification deviendra pour le forestier une démarche et un moyen aussi précieux que c'est aujourd'hui le cas pour le topographe, le géologue et le géographe.

cc) La restitution des vues aériennes d'après les croquis d'identification. Là, on pourra satisfaire à des exigences diverses, suivant les conditions et la qualité requise. La restitution la plus simple consiste à *reporter* les constatations notées dans les croquis d'identification dans les *plans déjà existants* (plans de forêts, copies du cadastre, copies des plans d'ensemble au 1 : 5000, cartes nationales). Le forestier peut ainsi interpoler ses trouvailles de caractère forestier, en partant d'objets de

la situation déjà établie (constructions, bornes, chemins, ruisseaux, limites de culture, etc.). Certains *appareils stéréoscopiques de restitution de construction simple*, qui peuvent être maniés même par le forestier qui n'a pas de formation photogrammétrique, donnent des résultats cartographiques d'un degré supérieur. On en trouve sur le marché. Cependant, s'il s'agit de la *restitution intégrale de levés d'une grande envergure*, seule la *restitution au stéréoautographe*, selon la technique stéréophotogrammétrique actuelle, entre en ligne de compte. Pour cette restitution, il faut pour le moment faire appel au photogrammètre professionnel. Tant que les forestiers n'auront pas été initiés et entraînés au maniement du stéréoautographe, l'aide du spécialiste restera indispensable.

L'étranger a élaboré des *procédés spéciaux de détermination du matériel sur pied par la voie aérophotogrammétrique*, en partant du fait que des *profils* peuvent aussi être aisément et sûrement enregistrés au stéréoautographe. Feu M. le professeur H u g e r s h o f f, de l'Ecole forestière de Tharandt, porte le jugement suivant sur l'emploi des « *Wuchsraumprofile* » (notion expliquée ci-dessous) :

« La hauteur moyenne du peuplement (moyenne arithmétique) est une valeur importante pour la détermination du matériel sur pied. On peut la définir sur le modèle spatial en mesurant un nombre suffisant de sujets; mais on peut aussi l'obtenir d'une manière mécanique et automatique en faisant suivre à la marque stéréoscopique, sur le modèle optique, la ligne des cimes et celle du sol, le long des droites d'un système de parallèles équidistantes, dont il ne faut pas dévier. L'inscription automatique des mouvements de l'index donne un profil du « toit » du peuplement et un autre du sol. »

« Ce procédé graphico-mécanique donne d'abord le nombre des tiges et leur hauteur, selon le principe des taxations linéaires, le choix de l'écartement étant libre. En outre, la moyenne arithmétique des surfaces planimétrées de profils *voisins*, multipliée avec l'écartement de ces profils, définit l'« espace de croissance » (*Wuchsraum*). Connaît-on le rapport de cet « espace de croissance » au matériel sur pied — on le déterminera par exemple dans des parcelles-types —, soit l'« *index de densité* », il suffit alors de multiplier l'« espace de croissance » avec cet index pour obtenir le matériel sur pied. »

« Des essais isolés, faits d'après les divers procédés de détermination du matériel sur pied proposés par nous, à l'aide du stéréoplani-
graphe, ont donné des résultats qui s'écartent de 5 %, en moyenne, des déterminations « terrestres », supposées exactes. »

« Il est évident qu'on peut obtenir une exactitude sensiblement meilleure — théoriquement aussi élevée qu'on voudra — avec les méthodes « terrestres » d'inventaire. Mais comme on ne peut appliquer ces recherches exactes qu'à de petites parcelles d'essai, pour des raisons

d'économie, et qu'on évalue le matériel sur pied du peuplement entier d'après celui de ces échantillons, la méthode photogrammétrique ne semble pas devoir être plus approximative, vu que le mesurage des données de base s'y effectue dans le *peuplement entier*, dans un temps minimum. Le procédé photogrammétrique est du reste, pour cette raison même, infiniment mieux adapté à la forêt composite que le procédé usuel. »

6. Nos communications font pour le moins *supposer que la vue aérienne et l'aérophotogrammétrie* prendront à l'avenir une *certaine importance* pour le *forestier suisse*. Des avantages tentants sont indéniables: abréviation et diminution du coût des travaux, gain de meilleurs points de vue et d'une vision d'ensemble, libération de la perspective des êtres collés au sol, connaissance meilleure des corrélations dans de grands espaces, conquête d'une certaine liberté dans l'organisation du travail, construction plus aisée des cartes, établissement plus facile et plus rapide de taxations et de projets. *Il appartient au forestier de décider* quand et dans quelle mesure ces moyens de travail doivent être appliqués. Mais sa décision ne devrait pas être prise d'emblée; il faut qu'elle soit motivée par l'expérience acquise. Les mensurations cadastrales travaillent depuis 1926 avec les méthodes de l'aérophotogrammétrie; pendant ce quart de siècle, nous n'avons cessé de trouver de nouvelles possibilités d'emploi et des méthodes de travail plus rationnelles. Le spécialiste de la mensuration ne demande pas mieux que de communiquer sa vieille expérience au forestier. *Il y a déjà beaucoup à tirer de ce qui existe*, du plan cadastral, du plan d'ensemble, de la carte nationale, employés conjointement avec les vues aériennes correspondantes. Il n'est pas nécessaire de viser sans transition au plus haut but, c'est-à-dire à la mensuration photogrammétrique spécialement forestière.

Si cet exposé vous incite à *utiliser à des fins forestières les moyens de travail aérophotogrammétriques dont dispose notre pays*, j'estimerai avoir atteint le but que je m'étais proposé. (Trad. E. Badoux.)

Zusammenfassung

Das Luftbild und die luftphotogrammetrische Vermessung im Forstwesen

Die Luftphotogrammetrie ist in den vergangenen 25 Jahren zur leistungsfähigen Vermessungsmethode entwickelt worden. Der Reichtum des Luftbildes an Einzelheiten und die gleichzeitige Übersicht über weite Räume ermöglichen neue Methoden der Erforschung und Ausmessung der Erdoberfläche, so auch bei der ökologischen Bodenforschung. Der Aufsatz gibt Aufschluß über die Technik der Luftbildaufnahme, über deren Auswertung und Genauigkeit. Es wird auch dargestellt, wie sich luftphotogrammetrisch erstellte Pläne und Fliegerbilder gegenseitig ausgezeichnet ergänzen. Der Verfasser weist darauf hin, daß die Bestandausscheidung, die Festlegung von

Schadenstellen, Verjüngungsflächen usw. am Fliegerbild, besonders am Stereoskop, leicht möglich sind. Das Messen von Baumhöhen und die Holzmassenermittlung auf luftphotogrammetrischem Wege dürfte dagegen für unsere Verhältnisse weniger in Frage kommen. Auch im forstlichen Bauwesen (Lawinenverbau, Bachverbau) und bei Waldzusammenlegungen kann das Luftbild beste Dienste leisten. Der Verfasser sieht den Zweck seines Aufsatzes vor allem darin, die Ausnützung der in unserem Lande vorhandenen ausgezeichneten luftbildlichen und photogrammetrischen Arbeitsmittel im Forstwesen zu fördern. L.

Heideaufforstung und Umwandlung (23.35) **von Kiefernplantagen in Drenthe (NO-Niederlande)**

Von Jr. J. L. W. Blokhuis, Emmen (Niederlande)

Die Geschichte der Heideaufforstung in der nördlichen Provinz Drenthe in den Niederlanden ist sehr interessant und lehrreich, weil sich in kurzer Zeit eine gründliche Wandlung in den traditionellen Arbeitsmethoden vollzogen hat, so daß man beinahe geneigt ist, von einer Revolution in der Waldwirtschaft zu sprechen.

Geschichtliches

Erst vom Jahre 1900 an begann sich der niederländische Staat für Fragen des Waldbaues und der Heideaufforstung zu interessieren. Fünf Jahre später wurden die ersten Schritte in der Aufforstungsarbeit in der Provinz Drenthe unternommen. Im Anfang kaufte der Staat nur Flugsandgebiete, von 1911 an jedoch auch Heideböden auf. Nach 1922 wurde der Ankauf kräftig gefördert, weil die Heideaufforstungsarbeiten sehr geeignet waren, der Arbeitslosigkeit wirksam entgegenzutreten.

Heute umfaßt der Staatsbesitz in Drenthe 17 000 ha; davon sind 12 000 ha aufgeforstet. Die so geschaffene Waldfläche ist in 15 Förstereien eingeteilt, die den beiden Oberförstereien Assen und Emmen unterstellt sind.

Die Heiden in Drenthe sind mindestens 3000 bis 4000 Jahre alt; sie dienten hauptsächlich als Schafweiden. Jedes Dorf besaß ehemals ungefähr 1000 ha Heideschafweide. Im Frühjahr brannte der Schäfer jeweils einen Teil derselben ab, in der Absicht, dadurch jüngeres und besseres Futter für seine Schafe zu erhalten. Gelegentlich wurde auch ein Teil des Heidehumus abgeschält, getrocknet und als Brennstoff verwendet. Jahrhundertlang wurde die Heide nur in dieser extensiven Form genutzt. Es war deshalb an der Zeit, eine intensivere Nutzungsweise einzuführen.