

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 52 (1954)

Heft: 11

Artikel: La situation actuelle dans la mensuration cadastrale photogrammétrique

Autor: Härry, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-210979>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

La situation actuelle

dans la mensuration cadastrale photogrammétrique

*Rapport présenté sur invitation de la présidence dans la séance
du 16 septembre 1954 de la Commission IV de la S. I. P., à Rome,
par H. Härry*

1° La technique de la photogrammétrie aérienne dispose de deux méthodes pour l'établissement de plans cadastraux: celle du redressement et celle de la restitution stéréoautogrammétrique. Bien que le redressement ordinaire, appliqué au lever de terrains plats, ou que le redressement par facettes, selon la conception française, puissent donner des résultats pratiquement suffisants, nous considérerons uniquement *la méthode stéréophotogrammétrique*, qui, elle seule, offre la solution rigoureusement exacte de la tâche photogrammétrique de lever en terrains quelconques.

Ces temps derniers, deux ouvrages remarquables de R. Förstner (1) et de W. Schermerhorn et G. F. Witt (2) ont été publiés, lesquels donnent une vue d'ensemble sur différents travaux en matière de cadastre photogrammétrique, exécutés en Allemagne (R. Finsterwalder 3), en Autriche (K. Neumaier 4), aux Pays-Bas (G. F. Witt 5) et en Suisse (H. Härry, A. Pastorelli, R. Solari 6). Comme il s'agit de communications sur la *précision réalisable dans la restitution de points de limites* rendus visibles sur les clichés par leur signalisation dans le terrain, elles permettent des comparaisons entre ces différents travaux. Nous attendons la publication de résultats d'autres travaux expérimentaux allemands et autrichiens, traités par W. Brucklacher, E. Gotthardt et K. Neumaier. A vrai dire, la précision qu'il est possible d'atteindre dans la restitution des points de limites n'est pas la seule qui soit intéressante, mais elle est une question primordiale dans le domaine de la photogrammétrie cadastrale. Elle est en relation avec le rendement économique de la méthode. Une fois en connaissance des précisions praticables, le technicien peut augmenter le rendement économique en choisissant les instruments de prise de vues et de restitution, comme aussi la hauteur de vol et l'échelle de la restitution appropriés à une tâche bien déterminée. Outre la théorie des erreurs, ce sont les travaux expérimentaux qui nous éclairent sur la possibilité d'application de la méthode.

En ce qui concerne le cadastre, l'élément important de restitution et de mise au plan, est constitué par le point de limite. S'il s'agit d'atteindre une grande précision, les points de limites sont rendus visibles sur les clichés par leur signalisation dans le terrain. Seuls les points fixes ou de limites signalisés avec une exactitude de 1 cm, permettent aujourd'hui de déterminer le degré de précision de la photogrammétrie aérienne, les points de limites non signalisés étant entachés d'une erreur d'identification de 30 à 40 cm. Nous connaissons des institutions cadastrales, où on exige non seulement la planimétrie (x, y) des points de limites avec données topographiques, mais aussi l'altimétrie, par exemple

les hauteurs (h) d'un choix de points limites utilisés par la suite comme points fixes pour la mise à jour des plans, ou la représentation de la configuration du terrain par des courbes de niveau. En tout cas, la mensuration cadastrale photogrammétrique est une branche de la photogrammétrie de précision pour plans à grandes échelles; cette dernière embrasse par exemple aussi l'établissement de plans pour le génie civil, les entreprises d'améliorations du sol, le plan d'extension, l'urbanisme, etc. Les résultats livrés par les mensurations cadastrales photogrammétriques sont aussi presque tous profitables aux autres applications de la photogrammétrie de précision pour plans à grandes échelles. Il s'agit évidemment ici d'un domaine d'application très vaste et très important, qui n'en est encore qu'à ses débuts.

2° Ces dernières années, la précision de la restitution cadastrale a remarquablement augmenté, ce qui est dû en premier lieu à l'invention de nouveaux objectifs de prise de vues à corrections plus poussées, puis aussi à la stabilité plus grande et aux possibilités de correction plus fines des machines à restituer, à l'utilisation plus fréquente de plaques optiques pour corriger la distorsion (plaques de compensation), ainsi qu'à l'augmentation du pouvoir résolvant du matériel photographique. Les expériences de ces dernières années, faites à l'aide d'un matériel moderne, donnent en moyenne les chiffres suivants sur l'ordre de grandeur des erreurs résiduelles. Pour faciliter la comparaison, ces grandeurs linéaires sont données à l'échelle du cliché 1 : 10 000, correspondant à

$$\frac{f}{h} = \frac{100 \text{ mm}}{1000 \text{ m}} \text{ ou } \frac{170 \text{ m}}{1700 \text{ m}} \text{ ou } \frac{210}{2100},$$

ce qui n'est pas rigoureusement juste pour tous les cas, mais admissible pour la représentation de l'ordre de grandeur des erreurs ($1 \mu = 0,001 \text{ mm}$).

Distorsion de l'objectif	4μ à 8μ
Distorsion résiduelle en appliquant des plaques de correction pour compenser la distorsion	2μ
Erreurs résiduelles moyennes de l'orientation relative	$\pm 3 \mu$ à $\pm 5 \mu$
Erreurs résiduelles moyennes de l'orientation absolue, constatées à l'aide des points d'ajustage	$\pm 7 \mu$ à $\pm 15 \mu$
Erreur moyenne de situation des points signalisés, restitués par coordonnées lues à l'autographe	$\pm 7 \mu$ à $\pm 15 \mu$
Influence sur l'erreur moyenne de situation par le transfert mécanico-graphique à la table de dessin	$\pm 8 \mu$
Erreur moyenne des distances entre deux points signalisés	
pour distances jusqu'à 10 m	$\pm 6 \mu$
pour distances dépassant 50 m	$\pm 14 \mu$
Erreur moyenne des altitudes lues	
[b/h = $\frac{1}{3}$; h/f = 10 000]	$\pm 16 \mu$

Ces résultats expérimentaux confirment qu'il est aujourd'hui possible, en utilisant par exemple un objectif moderne de 170 mm de distance fo-

cale, avec une hauteur de vol de 1200 m au-dessus du sol et une base d'un tiers de la hauteur de vol, d'arriver aux précisions de restitution suivantes:

Erreur moyenne de situation des points signalisés	± 6 à ± 10 cm
Erreur moyenne des distances entre les points restitués	± 4 à ± 8 cm
Erreur moyenne des hauteurs lues à l'autographe	± 11 cm

Pour citer des résultats réels, reproduisons les valeurs déterminées par le Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen à Vienne qui seront publiées in extenso sous peu par M. K. Neumaier: Entreprise cadastrale de *Lenzing*

Distance focale de la chambre de prise de vues [RC 7, Aviotar, plaques]	170 mm
Hauteur de vol au-dessus du sol	1300 m
Echelle des clichés	1 : 7700
Erreur moyenne planimétrique des points de limites restitués par lecture des coordonnées xy du stéréoautographe W/A 7	$\pm 5,9$ cm
correspondant à une grandeur sur le cliché 1 : 7700 de	$\pm 7,7\mu$
ou à une grandeur transformée à l'échelle du cliché 1 : 10 000 de	$\pm 6,0\mu$

Les 445 points contrôlés montrent la répartition suivante des différences planimétriques constatées

pour 81 % des points, la différence se situe entre	0 et 5 cm
pour 18 % des points, la différence se situe entre	5 et 10 cm
pour 1 % des points, la différence dépasse	10 cm

Les coordonnées de référence des 445 points avaient été déterminées par recoupement trigonométrique. Pour d'autres points de comparaison déterminés par polygonation, la différence planimétrique moyenne dépasse 10 % [polygones principaux, 144 points] et 22 % [polygones secondaires, 244 points]. La photogrammétrie aérienne enregistre la précision des opérations terrestres! La réunion du matériel statistique de la restitution de *Lenzing* permet de subdiviser l'erreur planimétrique moyenne de $\pm 5,9$ cm [$\pm 7,7\mu$] selon les influences suivantes:

Erreur moyenne des coordonnées de référence déterminées par recoupement trigonométrique	$\pm 4,0$ cm [$\pm 5,2\mu$]
Influence de la distorsion résiduelle et de la mise au point de l'index-repère stéréoscopique	$\pm 3,1$ cm [$\pm 4,0\mu$]
Influence du procédé optico-mécanique au stéréoautographe A 7	$\pm 3,1$ cm [$\pm 4,0\mu$]

Il se peut que le conditionnement de l'air que l'office à Vienne a prévu pour le bien-être des personnes chargées de la restitution ait aussi une bonne influence sur la précision des machines de restitution. De toute façon il faut citer ici ces résultats comme un optimum réalisable actuellement.

Pour des travaux cadastraux n'exigeant pas une précision si poussée, par exemple pour des œuvres cadastrales n'exigeant pas la démarcation des points de limites par des bornes taillées, le rendement qualitatif de la photogrammétrie moderne permet une *augmentation considérable de la hauteur de vol et du rendement économique de la méthode*. Ceci constitue l'avantage principal du perfectionnement des moyens optiques et mécaniques de la photogrammétrie.

Il faut ajouter que le perfectionnement des machines de restitution quant à la lecture des coordonnées et altitudes des points restitués, de même qu'en ce qui concerne l'enregistrement ou l'impression automatique de ces valeurs, offre des avantages considérables pour la sûreté des résultats et le rendement de la restitution.

La restitution des éléments topographiques, tels que bâtiments, lignes de trafic, cours d'eau, végétation, courbes de niveau, s'effectue aussi actuellement avec une sûreté et une précision considérablement augmentées, ainsi qu'il l'a été démontré par V. Heissler (7). Ces améliorations sont aussi dues à la qualité de l'image prise par les objectifs modernes, au matériel photographique d'aujourd'hui (pouvoir résolvant, netteté, contrastes), à l'agrandissement optique du système d'observation et l'agrandissement du champ de vue des machines de restitution, à la forme et à la grandeur de l'index-repère stéréoscopique de restitution.

3° Ces progrès ne sont à mon avis pas un point final, mais plutôt un point de départ. Les résultats cités ci-dessus ne sont pas une invitation à exiger ces précisions réalisables dans les œuvres cadastrales des différents pays. Les exigences de la vie et de la législation ne nécessitent dans la règle pas une précision cadastrale si poussée. Mais ces résultats doivent nous enseigner que nous arrivons aujourd'hui, grâce au développement optique-mécanique, aux effets photogrammétriques d'il y a 15 ans, mais avec des hauteurs de vol et des rendements économiques considérablement plus avantageux. En passant, constatons que les tolérances cadastrales valables dans les différents pays correspondent aux formules sur la propagation des erreurs de méthodes de travail des temps passés, et qu'il serait indiqué de déterminer à nouveau les tolérances en tenant compte des exigences de la vie et des méthodes de travail d'aujourd'hui.

Ce qu'il nous faut maintenant, ce sont des *travaux expérimentaux systématiques* et contrôlés, pour arriver à des valeurs éprouvées sur les relations entre distance focale de l'objectif de prise de vues, hauteur de vol, échelle du modèle et du plan, longueur de base et précision de restitution réalisable. Seules ces connaissances approfondies nous permettront de prendre des décisions rationnelles lors de la solution de tâches photogrammétriques importantes.

Les valeurs mentionnées dans les traités de photogrammétrie ou appliquées dans les entreprises photogrammétriques, donnant les relations entre l'échelle du cliché, du modèle, du plan, pour différentes distances focales des prises, et la précision réalisable pour un choix de ces va-

leurs, ne tiennent plus sous le régime des instruments modernes. Et pourtant ces valeurs sont très importantes en vue de l'exploitation économique de la méthode.

Ce sont ces raisons qui ont poussé la Suisse à poursuivre la résolution du Congrès International de Photogrammétrie de Washington 1952, concernant des travaux expérimentaux comparatifs dans le domaine du cadastre photogramétrique. Elle a installé un *champ d'essais* dans la Vallée du Rhin (Oberriet-Altstätten), dont les données peuvent être mises à la disposition de tous les centres de restitution intéressés au développement de la photogrammétrie de haute précision. Ce champ d'essais est aussi utilisé par l'Organisation Européenne d'Etudes Photogramétriques Expérimentales (O.E.E.P.E.). Il s'agit d'une région de $1,5 \times 1,5$ km, dans laquelle 600 points de limites abornés ont été signalisés et déterminés par triangulation avec une précision moyenne planimétrique et altimétrique de $\pm 1,7$ cm. Sur tout ce champ, des vues à différentes hauteurs relatives [1000, 1400, 1800, 2200, 2600 m] ont été prises au moyen de chambres de différents types [RC7, plaques, $f = 100$ mm et 170 mm; RC5, films et plaques, $f = 210$ et 115 mm]. L'utilisation d'autres chambres de provenance italienne et allemande est prévue pour obtenir un matériel plus universel d'études expérimentales comparatives. Les instituts intéressés aux recherches comparatives peuvent également être fournis en copies diapositives du matériel existant. Ainsi que nous l'avons entendu, un champ d'essais semblable doit être en cours de préparation près de Munich.

L'Office fédéral de mensuration autrichien à Vienne a disposé un champ d'essais au Vorarlberg, Vallée du Rhin, propre à des recherches dans le domaine de l'aérotriangulation à grandes échelles. Il est évident que la question de la création photogramétrique d'un réseau de points fixes pour des buts cadastraux remplaçant la triangulation de IV^e ordre et la polygonométrie est importante et doit être éclaircie. Il s'agit de deux bandes de 18 km de longueur et de 4 km de largeur, contenant 600 points abornés, signalisés et déterminés par triangulation avec haute précision. Ces deux bandes ont été survolées jusqu'à maintenant avec la chambre RC7 $f = 100$ et 170 mm, aux altitudes relatives de 1000, 1200 et 1700 m. Le survol avec d'autres chambres est prévu.

On dispose donc déjà maintenant d'un matériel de base unique pour des travaux expérimentaux et pour l'étude systématique des questions de précision des instruments et des méthodes, ainsi que de la propagation des erreurs dans les polygones aérophotogramétriques. D'autres champs d'essais n'intéressant pas la mensuration cadastrale mais plutôt les procédés d'aéropolygonation et l'établissement de cartes aux échelles moyennes et petites ont été aménagés en France, en Italie et en Suisse, et sur lesquels des vues avec des chambres de types différents ont été prises. Ceci seulement pour dire que l'idée des essais contrôlés a pris pied.

Notre commission IV de la S. I. P. à qui incombe la tâche d'étudier la production de plans et cartes – l'aérotriangulation étant du ressort de la commission III – aurait donc la possibilité pratique de travailler dans

le sens de la résolution du Congrès de Washington 1952, en agissant comme suit:

- a) établissement d'une liste de questions se rapportant à la restitution photogrammétrique, à éclaircir par des travaux expérimentaux;
- b) établissement d'un programme de restitution et répartition des tâches aux centres intéressés à la collaboration, en vue de la solution expérimentale et statistique des problèmes;
- c) organisation du contrôle et de la comparaison des résultats, communication et discussion de ces derniers au prochain Congrès de Photogrammétrie de 1956 en Suède.

Les résultats sur la précision des machines de restitution modernes, la comparaison qualitative entre les chambres normales et grand-angulaires, la comparaison qualitative des bases des clichés (plaques et films), l'augmentation de la précision de restitution par l'utilisation de plaques de compensation pour l'élimination de la distorsion des objectifs, donneront la réponse à différentes questions d'importance pratique, comme par exemple:

échelles les plus économiques des vues, du modèle et du plan, pour un but bien défini ou pour des tolérances données;

tolérances dans la détermination des points d'ajustage pour un but défini;

contrôle des formules d'erreur par le matériel statistique et détermination de la structure des formules de tolérance;

meilleur mode de signalisation des points de limites, en tenant compte de la visibilité à l'autographe, de la facilité d'opérer et du prix de revient;

modifications à proposer quant aux chambres de levés et aux machines de restitution;

rendement économique de la méthode photogrammétrique, en fonction de la précision fixée, des instruments de levé et de restitution disponibles, ainsi que des dispositions des prises de vues (hauteur de vol, longueur de la base).

En ce qui concerne la dernière question, nous savons que la disposition des prises de vues convergentes ou l'utilisation d'une double chambre à vues convergentes auraient pour résultat des avantages techniques et économiques considérables, surtout dans la photogrammétrie de grande précision pour grandes échelles de plans (8). Nous attendons que l'industrie nous construise une chambre permettant une telle disposition des vues.

4° A part les problèmes purement métriques dans la mensuration cadastrale photogrammétrique, il en existe d'autres se rapportant à *l'organisation des travaux*, dont l'importance n'est pas moins grande, mais qui n'est pas encore reconnue partout. La photogrammétrie aérienne n'est pas une méthode de mensuration universelle. Si le géomètre utilisant la photogrammétrie pour le cadastre ne prévoit pas dès le début une *méthode de levé complémentaire rationnelle*, la photogrammétrie l'amènera à des incertitudes et à des lacunes dans la restitution. Il va de soi

que les incertitudes doivent être éliminées dès le commencement d'un levé cadastral, afin d'éviter que l'œuvre ne soit plutôt qualifiée de spéculation que de mensuration sérieuse. En ce qui concerne le plan cadastral, son contenu sans oubli et la sûreté de ses indications sont plus importants que sa précision, surtout s'il s'agit d'un cadastre juridique servant à la protection des droits de propriété fonciers. La méthode de travail en photogrammétrie doit être adaptée aux principes valables dans la mensuration cadastrale (9).

Par expérience, nous savons qu'il faut procéder à une *identification* intégrale de l'image avant la restitution. En comparant l'agrandissement de l'image avec l'état des lieux, il faudra décider par exemple si tel point de limite doit être déterminé par restitution photogramétrique ou par une méthode de levé terrestre et complémentaire. Cette façon de procéder doit valoir pour tous les autres objets du levé. Les résultats de cette identification, que nous considérons comme le travail le plus important et plein de responsabilité, sont inscrits sous forme de signes conventionnels dans l'agrandissement de la vue. Les négligences dans l'identification seront payées par un surplus de frais considérable, pour un contrôle des restitutions et des levés complémentaires. Si l'on comprend bien le problème et le but de la mensuration cadastrale, et si le spécialiste en cadastre prend la direction de l'entreprise, il n'est guère possible que des doutes sur l'importance de l'identification de l'image avant sa restitution surgissent. Les échecs économiques de plusieurs levés cadastraux photogramétriques sont dans la règle causés par la négligence de l'identification.

Des expériences semblables sur l'importance de l'identification des prises de vues avant leur restitution pourront être faites à l'occasion de l'applications de la photogrammétrie, par exemple en géologie, dans le domaine des améliorations foncières, en économie forestière, etc.

Lors du choix de *la méthode de levé complémentaire*, il faut se rendre compte que la photogrammétrie aérienne est une méthode d'interpolation optico-mécanique qui, en partant d'un réseau de points fixes ou d'ajustage moins dense, arrive à un réseau de points dense, qui sont nos points limites. La plus grande partie des points de limites sont visibles sur les prises de vues et seront restitués, l'autre partie, soit environ 5 à 10 %, n'est pas visible par suite de végétation, et sera désignée lors de l'identification comme invisible et échappant à la restitution. Les points de limites restitués forment un cadre magnifique pour le rattachement du levé complémentaire des points non restitués. Dans cet ordre d'idées, le vieux théodolite à boussole ressuscite. Selon nos expériences, le levé complémentaire par coordonnées polaires, azimuts magnétiques et distances mesurées optiquement, rattaché aux points de limites déterminés par photogrammétrie, constitue le complément rationnel et de même précision que la restitution photogramétrique. S'il s'agit uniquement d'éléments topographiques, chemins, ruisseaux, courbes de niveau, un levé à la planchette rend les mêmes services. N'oublions pas que l'extension des lacunes de restitution est étroite, qu'on dispose d'un réseau

dense de points de rattachement – restitution photogrammétrique – que, dans ces conditions, la propagation des erreurs de la méthode de levé complémentaire ne joue pas un rôle important, qu'il est donc indiqué de choisir des méthodes de levé occasionnant des frais modérés, de façon que les avantages économiques de la photogrammétrie ne soient pas diminués.

Pour en revenir aux questions purement photogrammétriques, on doit rendre hommage à l'industrie optico-mécanique et à ses collaborateurs scientifiques, auxquels nous devons les grands progrès réalisés dans le perfectionnement des objectifs de prise de vues et des instruments de levé et de restitution. Ils rendent des *services importants à l'économie publique*, car la production de plans et de cartes est nécessaire comme base de toute activité ayant le sol pour objet, pour l'établissement du droit foncier, le prélèvement des taxes foncières. La collaboration au sein de nos commissions nous permet de contribuer de telle façon que la communauté puisse tirer le meilleur profit de ces perfectionnements.

Bibliographie

- (1) *Förstner, R.*: Photogrammetrische Katastervermessung. – Deutsche Zeitschrift für Vermessungswesen 1953/400.
- (2) *Schermerhorn, W., et Witt, G. F.*: Photogrammetry for Cadastral Survey. – Photogrammetria 1953–1954/45.
- (3) *Finstnerwalder, R.*: Luftphotogrammetrische Auswertung von Besitzstandskarten im Gebiet des Vogelsbergs. – Bildmessung und Luftbildwesen 1953/1.
- (4) *Neumaier, K.*: Katasterphotogrammetrie in Österreich. – Festschrift Ed. Dolezal, 1952/527.
- (5) *Witt, G. F.*: Photogrammetrie en Kadaster. – Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, 1954, Nr. 2.
- (6) *Härry, Pastorelli, Solari*: Progrès dans la mensuration cadastrale photogrammétrique. – Revue suisse de mensuration 1953, nos 5 à 8.
- (7) *Heißler, V.*: Untersuchungen über den wirtschaftlich zweckmäßigsten Bildmaßstab bei Bildflügen mit Hochleistungsobjektiven. – Bildmessung und Luftbildwesen, 1954, Nrn. 2, 3, 4.
- (8) *Härry, H.*: Zeitgemäße Fragen der photogrammetrischen Katastervermessung. – Festschrift Ed. Dolezal, 1952/55.
- (9) *Härry, H.*: Vermessungstechnische Entwicklungen in der schweizerischen Grundbuchvermessung. – Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, 1953, Nr. 5.

Eine durchgreifende Güterzusammenlegung im Kanton St. Gallen

Von E. Strelbel, Bern

In der st. gallischen Gemeinde *Henau* wird zurzeit die Güterzusammenlegung durchgeführt. Der bald 7000 Einwohner zählende Ort liegt an Bahn und Hauptstraße Zürich–St. Gallen, auf halbem Wege zwischen Wil und Goßau. Das Gemeindegebiet ist nördlich begrenzt durch den Lauf der Thur und stößt im Osten an die aus dem Appenzeller Hinterland herabfließende Glatt. Im Süden liegen die das untere Toggenburg einschließenden Hügelzüge.