Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 53 (1927)

Heft: 3

Artikel: La photogrammétrie dans son application à la mensuration cadastrale suisse

Autor: Baltensperger, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-41036

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

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

bien débloquer tout de suite le relais en question à l'aide du commutateur de contrôle *11c*. Après le débloquage du relais, l'agent réenclenche le courant de contrôle et essaie de continuer la marche. Si la surcharge n'a été que temporaire, le fonctionnement est rétabli sans autre. Par contre, en cas d'avarie, le relais fonctionnera de nouveau et il sera nécessaire d'en rechercher la cause. Si celle-ci ne peut pas être trouvée ou bien si l'avarie ne peut être éliminée sans réparation, l'agent déterminera, en tournant le tambour de mise hors circuit des moteurs, lequel des moteurs est encore en bon état. Dans le cas où un seul moteur se trouve avarié, il sera déconnecté. Les combinaisons possibles pour une seule automotrice ou pour des compositions à unités multiples ont été expliquées plus haut. S'il reste un seul moteur en service (cas d'une seule automotrice) ce moteur est alimenté directement par la ligne, mais démarré sur les 5 crans *Série* seulement. Si dans une composition d'unités multiples, une automotrice a un moteur avarié, l'autre moteur sera mis en marche sur les crans *Parallèle* seulement après qu'il a été entraîné pendant toute la durée du démarrage *série* par les autres moteurs. Ici donc, le contrôle du train se fait sur tous les crans. Quand, en cas d'unités multiples, les 2 moteurs d'une même automotrice sont avariés ils seront déconnectés à l'aide du sectionneur d'asservissement multiple *12* et l'automotrice en question employée comme remorque ou wagon conducteur.

Pour éviter les perturbations consécutives à de fausses connexions (courts-circuits, etc.) on a prévu les verrouillages suivants : Les contacteurs *S* et *P* sont pourvus de contacts pour leur verrouillage réciproque, de sorte que le courant de contrôle de la valve électro-magnétique de l'un des contacteurs passe par les contacts auxiliaires de l'autre et vice-versa. Ces contacts auxiliaires sont ouverts quand le contacteur en question est enclenché. L'enclenchement simultané des 3 contacteurs *S*, *P* et *E* est ainsi impossible et le danger d'un court-circuit exclu.

L'inverseur de marche possède un tambour de verrouillage *9b*, auquel sont connectés les conducteurs alimentant les valves de commande desdits inverseurs. Comme ce tambour de verrouillage est entraîné dans le même mouvement de rotation que le tambour principal, le courant de contrôle des valves de commande de l'inverseur qui fonctionne à ce moment-là est interrompu, dès que le tambour principal a atteint la position voulue.

Du tambour de verrouillage de l'inverseur le courant d'asservissement est dirigé également dans la valve du contacteur de ligne *LS*, dans le but de déclencher ce contacteur pendant le déplacement de l'inverseur. De cette façon l'inverseur ne peut pas être actionné sous tension, puisque le courant des moteurs est coupé auparavant par le contacteur de ligne. Lorsque le tambour de l'inverseur est dans la position voulue, le contacteur de ligne enclenche de nouveau automatiquement.

Ce mode de contrôle électro-pneumatique assure un service ininterrompu depuis la mise en service des nouvelles automotrices du chemin de fer métropolitain de Vienne, en mai 1925 et il a toujours donné entière satisfaction.

La Photogrammétrie dans son application à la mensuration cadastrale suisse,

par J. BALTENSPERGER, Inspecteur fédéral du Cadastre, à Berne.

(Suite.)[1]

LE COURS DES TRAVAUX

La propriété et ses confins dans les alpages et pâturages. Bornage et signalisation des points de limite.

Dans nos cantons, les alpages et pâturages appartiennent parfois à de simples particuliers, mais le plus souvent, ils sont la propriété de corporations, de communes ou de districts.

En montagne, les limites cantonales, communales et de la propriété privée sont fréquemment formées par des lignes naturelles de démarcation, telles qu'arêtes bien nettes, bancs de rochers, gorges profondes ou ravins, de sorte qu'une détermination plus complète au moyen de signes spéciaux n'est pas nécessaire. Quand il le faut, les points de limite sont marqués par des bornes brutes de 50 cm. de longueur au moins, mais plus souvent encore par des croix taillées dans le rocher ou sur des blocs de pierre stables. Dans ces domaines, le sol est en général divisé en grandes parcelles, dont la contenance peut varier de 5 à 2000 hectares, puis, comme nous venons de le dire, on y trouve beaucoup de limites naturelles, de sorte que le nombre des points de limite à repérer est très restreint. On peut l'évaluer de 0,1 à 1 point au maximum par hectare, suivant les circonstances. Pour que les levés photogrammétriques puissent donner l'état parcellaire, il est indispensable que les limites soient visibles sur les clichés et qu'elles puissent être restituées. En tant que le cours d'une limite est marqué par une ligne naturelle qui épargne l'abornement, on peut se dispenser de pourvoir spécialement à la visibilité de cette ligne pour la prise de photographie. Dans tous ces cas très nombreux, la restitution topographique des clichés photogrammétriques permettra de distinguer la ligne naturelle. Mais ailleurs, il faudra, pour que les points de limites se retrouvent sur la photographie, avoir recours à un moyen de signalisation.

On a pu se rendre compte, dans les essais pratiques de Mels, qu'il est avantageux, en terrain découvert, notamment dans les hauteurs où la forêt ne croît plus, de munir de signaux visibles si possible tous les points de limites. Dans les forêts, il peut suffire de marquer d'un signal les points qui devront ensuite servir à la détermination des autres points de limites. Pour les opérations de photogrammétrie terrestre, des fanions d'étoffe blanche, ou des « cairns » (Steinmann), sont les signaux convenant le mieux. L'emploi de signaux faits de planches n'est par contre pas recommandable, parce qu'ils n'apparaissent que faiblement et même parfois ne se retrouvent plus sur la photographie. Les fanions en étoffe, hauts de 1 m. 20, revêtent la forme de deux triangles de 60 cm. de côté disposés sommet contre sommet. En terrain découvert, les fanions sont plantés verticalement sur les points de limites. Dans la forêt, on les place en position excentrique aux sommets d'arbres hauts. En raison du genre des

[1] Voir *Bulletin technique* du 1er janvier 1927, page 6.

opérations il est permis de déterminer l'excentricité de ces signaux à l'aide de simples instruments à boussole. Les éléments de l'excentricité sont portés sur les esquisses d'abornement, en procédant comme pour la confection de croquis originaux. Une tenue claire et intelligible des croquis de l'abornement et de l'excentricité est de toute importance. Ces pièces doivent renseigner sur le périmètre des parcelles, la signalisation des points de limites, les bâtiments (dimensions en long et en large), la classification des chemins et les noms locaux. Les cairns dont on choisira l'emplacement de préférence sur des crêtes, doivent avoir une hauteur de 1 m. 50.

En expérimentant à Bilten, on a constaté que, pour les levés par avion, les points de limites deviennent bien visibles lorsqu'ils sont marqués par des *signaux d'étoffe ou à la chaux.* Des morceaux d'étoffe de 120 sur 90 cm. sont fixés au sol par des piquets. Ou bien on enduit de lait de chaux une partie de roc nu. Il faut éteindre la chaux sur place et s'en servir après l'avoir délayée. Les signaux faits à la chaux l'emportent sur les signaux d'étoffe, parce qu'ils ne peuvent pas être détruits si facilement et parce qu'ils sont plus durables. Ils demeurent visibles pendant plus d'une année. On peut aussi appliquer la chaux sur le gazon, lorsque les signaux ne doivent pas subsister bien longtemps. Mais on n'obtient pas de signaux suffisants en répandant simplement de la chaux en poussière, que l'on ne peut se procurer dans cet état qu'après l'extinction.

Les expériences faites jusqu'ici nous avertissent qu'il est prudent, de crainte que les signaux ne disparaissent entre temps, de prendre les clichés photographiques le plus tôt possible après avoir achevé la signalisation. Puis, pour ne pas compromettre l'économie, à laquelle on veut aboutir par cette façon de lever les points de limites, on cherchera à réduire à un minimum le nombre des signaux. A cet effet, on peut se borner à ne marquer pour le levé photogrammétrique et la restitution que certains points bien disposés et bien en vue, situés sur les limites ou à proximité de celles-ci, sur une roche plate, par exemple. Ces points fixes servent ensuite à lever les points intercalaires au moyen de simples instruments à boussole. Afin de réduire les frais de l'abornement, de la signalisation des points de limites choisis et du levé des points intercalaires à la somme la plus basse, il est nécessaire d'exécuter ces travaux simultanément et sans interruption. Nous savons par expérience que cette manière de procéder n'offre pas de difficultés sérieuses, parce que, nous l'avons déjà dit, le nombre des points de limites à repérer spécialement est relativement très minime.

La triangulation de IVe ordre.

Comme toute autre méthode de mensuration, le procédé photogrammétrique, terrestre ou aérien, doit s'appuyer sur une base géodésique, qui est la triangulation d'ordres I à IV. Dans le domaine de l'instruction III, on comptait jusqu'ici un ou deux points trigonométriques de IVe ordre par km², suivant les circonstances. Les expériences nous ont apporté la certitude que l'on peut se contenter d'une densité inférieure pour le levé photogrammétrique des territoires composés de grandes parcelles.

Pour préparer l'emploi de la photogrammétrie, l'établissement de la triangulation de IVe ordre doit, à certains égards, suivre des principes quelque peu différents de ceux qui ont fait règle jusqu'ici. Les points trigonométriques n'ont pas à servir de points de départ ou de rattachement des polygonales du levé de détail ; mais on en aura surtout besoin pour déterminer trigonométriquement, par relèvement, respectivement par intersection, les stations photogrammétriques et les points de contrôle.

Il faut donc que les points de IVe ordre soient visibles de toutes parts, c'est-à-dire qu'en stationnant sur ces points l'on puisse faire des visées dans beaucoup de directions. Ainsi, le nombre des points trigonométriques de IVe ordre et leur distribution sur le terrain dépendront en première ligne de ce que la configuration du sol laisse de champ libre à la perception visuelle.

Quant à la densité des points de triangulation de IVe ordre pouvant suffire pour les levés photogrammétriques, les expériences faites permettent de fixer une moyenne de 0,5 point par km². Cela fait, sur le nombre de points actuellement nécessaires, une réduction moyenne de 0,7 par km² et, par conséquent, une économie de frais d'environ un franc par hectare.

La polygonation.

En territoires pour le levé desquels on aura recours à la photogrammétrie, une polygonation dans le sens de l'Instruction fédérale ne se fera plus que sur le périmètre des terrains adjacents plus morcelés dont la mensuration se fait en règle générale selon la méthode des coordonnées polaires et aux échelles 1 : 2000 ou 1 : 1000. En outre, un réseau polygonométrique sera encore nécessaire dans les parties du champ d'opération que le levé photogrammétrique ne peut pas pénétrer, soit dans les forêts qui, en conséquence, doivent être mesurées d'après l'une des méthodes actuellement en usage.

Dans les alpes et pâturages découverts, par contre, il n'y aura plus de polygonales.

Le levé de détail et sa restitution.

a) Objets à lever.

Le levé photogrammétrique doit porter sur les objets de la mensuration parcellaire indiqués à l'article 28 de l'Instruction fédérale et sur ceux dont le levé est prescrit aux articles 3 et 5 de l'Instruction pour l'établissement du plan d'ensemble des mensurations cadastrales. Il s'agit donc de représenter le terrain à la fois en planimétrie et en altimétrie.

b) Méthodes de levé.

1. Levé terrestre.

La méthode stéréophotogrammétrique est, en quelque sorte, une manière de procéder par intersection en tirant parti des effets de la vue stéréoscopique. Les images du terrain, presque toujours orientées parallèlement, sont prises au moyen d'appareils de levé, de photothéodolites, depuis les points extrêmes d'une ligne judicieusement choisie, relativement courte, formant la base d'opération. Les clichés photographiques sont orientés sur ces bases et celles-ci rattachées trigonométriquement au canevas de la triangulation.

Les opérations sur le terrain et les travaux de bureau sont les suivants :

1° la fixation des stations photogrammétriques indispensables pour le levé ;

2° la détermination des coordonnées et de l'altitude d'une des extrémités de la base d'opération ;

3° la détermination trigonométrique d'un nombre de points de contrôle suffisant pour l'orientation et l'ajustage des clichés ;

4° la prise des photographies aux deux points terminaux de la base d'opération, puis le développement des plaques ;

5° La préparation des feuilles originales et la restitution des levés photogrammétriques, c'est-à-dire l'établissement des plans cadastraux et des plans d'ensemble.

En parcourant le terrain pour en faire la reconnaissance, on fait le choix des stations photogrammétriques et on en

marque les emplacements sur des cartes topographiques à l'échelle 1 : 25 000 ou 1 : 50 000. Dans le territoire que l'on a jugé propre à l'application de la méthode photogrammétrique, il faut chercher à opérer de manière que les levés fouillent autant que possible tous les plis du terrain. D'autre part, on n'hésitera pas à exclure la photogrammétrie quand son emploi dans des domaines d'une certaine étendue ne promet pas les avantages qu'elle doit procurer. On établira une carte dite « carte des stations » en reportant sur l'atlas au 1 : 25 000 ou au 1 : 50 000 les points trigonométriques, les stations photogrammétriques avec les directions des prises de vues, ainsi que les points de contrôle. L'échelle du levé, les conditions visuelles du terrain, la longueur de la base d'opération appropriée à l'éloignement du sujet et à la longueur focale, la coordination des stations elles-mêmes et le genre d'appareil de restitution dont on dispose doivent entrer en considération pour le choix des stations. Suivant le photothéodolite en usage, les distances de levé sont de 3,7 km. respectivement 5 km. au maximum, 500 m. respectivement 150 m. au minimum pour l'échelle 1 : 5000 et de 6 km. respectivement 10 km. au maximum, 1 km. respectivement 250 m. au minimum pour l'échelle 1 : 10 000. L'économie commande de restreindre autant que possible le nombre des stations. Pour les essais de Mels on en a déterminé 102, soit en moyenne *une* station par km². Il arrive fréquemment qu'une éminence donne à la vue un champ assez libre pour que l'on puisse établir deux ou trois stations photogrammétriques et ainsi prendre des clichés dans plusieurs directions. Puis on peut s'en remettre au fait acquis par l'expérience que les stations élevées le plus possible, offrant donc le meilleur coup d'œil sur le terrain d'opération, sont les plus favorables pour la prise des vues. Dans un travail exécuté avec les instruments de dernière création, le maximum de l'angle de profondeur varie de 25° à 35°. On s'efforcera d'obtenir le rendement des clichés à 105°, c'est-à-dire que l'on cherchera à utiliser non seulement la vue normale à la base (45° d'ouverture), mais aussi les vues obliques de 30° à gauche et à droite sur la base. Pour les levés de notre mensuration cadastrale, la longueur de la base d'opération sera d'environ un dixième de la distance de levé. La différence d'altitude entre les deux extrémités de la base ne doit pas être trop grande et la vue rester libre de l'une à l'autre. La longueur de la base sera déterminée par mesure optique, mais si la distance est trop grande, on procédera trigonométriquement. Il faut aussi songer à l'ajustage des clichés en distribuant judicieusement les points trigonométriques de façon à en avoir trois, si possible quatre sur chaque paire de plaques. A défaut de points de triangulation, on aura recours à la détermination de points spéciaux, appelés points de contrôle. Ce seront de préférence des objets que l'on reconnaît facilement sur les images, tels que pignons de bâtiments, blocs de pierre ou autres choses bien visibles, qui épargneront les frais d'une signalisation spéciale.

La détermination trigonométrique des stations photogrammétriques se fait par relèvement, celle des points de contrôle par intersection et en général en opérant depuis les premières. Etant donné le caractère temporaire de ces points, il n'y a pas lieu de les repérer spécialement. Des formulaires serviront à consigner les mesures obtenues et les calculs.

Les instruments employés jusqu'ici pour nos mensurations photogrammétriques étaient de provenance Zeiss à Iéna ; dans les expérimentations de Mels, on a mis à l'épreuve un appareil Henri Wild. Cet essai a donné les bases d'une nouvelle construction et l'appareil Wild[1] se présente aujourd'hui dans sa forme définitive. Il ne pèse que 62 kg., toutes pièces comprises. Sa manipulation et son transport demandent le concours d'un géomètre et de trois porteurs. Les deux chambres photographiques dont il est muni et la possibilité d'incliner celles-ci pour la prise des vues, en font un appareil de très grand rendement.

Quant au matériel photographique employé pour les levés de Mels, les plaques dites « Topo » de la maison *Perutz*, à Munich, ont donné le plus de satisfaction, notamment en ce qui concerne la finesse et la régularité du grain. Le développement des plaques exige un travail des plus soigneux qui doit être effectué immédiatement après les opérations sur le terrain.

La restitution des clichés. — En photogrammétrie, les éléments servant à la confection des plans cadastraux et des plans d'ensemble se trouvent sur les photographies. Mais la transformation des images stéréoscopiques en projection orthogonale ne demande ni opérations de calculs ni constructions graphiques, elle résulte simplement de *manipulations purement mécaniques*, exécutées sur un *appareil de report ou de restitution*, qui est appelé *stéréoautographe*.

On explique brièvement les fonctions de cet appareil en disant qu'il sert à reproduire sur une feuille de dessin qui sera le plan cadastral, en projection orthogonale, l'image plane du terrain, soit les points de limites, les lignes de séparations, telles que limites de cultures, les routes, ruisseaux et autres cours d'eau, ainsi que les courbes de niveau.

Pour les opérations de restitution de nos mensurations photogrammétriques, on a d'abord employé l'autographe Zeiss, puis, pour les plans de Mels, on s'est servi du modèle d'expérimentation du stéréoautographe Wild, dont la construction est maintenant définitive. Il a été constaté qu'il est pratique d'effectuer la restitution des points de limites munis de signaux, du réseau des chemins, des bâtiments et des courbes de niveau sur des glaces de verre recouvertes d'une émulsion photographique. Les images ainsi obtenues sont ensuite reportées par procédé photolithographique sur le papier à dessin armé de feuilles d'aluminium. Les autres objets, tels que limites de forêts et d'éboulis, rigoles et autres cours d'eau, sont restitués au fur et à mesure sur papier transparent, de bonne résistance, puis reportés sur la feuille de dessin.

Les coordonnées des points de limites déterminés photogrammétriquement sont livrées par lecture immédiate aux compteurs de l'autographe ; elles sont centrées, s'il y a lieu, puis reportées sur les feuilles originales avec les points déterminés polygonométriquement.

Sur les 10 990 hectares formant le territoire de mensuration destiné aux essais de cadastration de Mels, 1350 hectares, soit 12,6 %, ne convenaient pas à l'application de la photogrammétrie et ont été éliminés de prime abord. Le reste, soit 9640 hectares, a été levé selon la méthode photogrammétrique à l'aide de 100 stations et de 350 paires de plaques. La restitution au moyen de l'autographe a pu être exécutée pour 9340 hectares, soit 96,8 %, tandis qu'elle est restée en défaut pour environ 300 hectares, c'est-à-dire 3,2 % de l'étendue des levés photogrammétriques. La restitution de ces 9340 hectares a demandé 1012 heures consacrées exclusivement au travail à l'autographe. Le rendement horaire moyen est ainsi de 9,2 hectares.

La collaboration de deux personnes est nécessaire pour les travaux de restitution, l'une est le spécialiste, qui est chargé du travail mécanique, c'est-à-dire d'actionner l'appareil pour exploiter l'image photographique, l'autre est le géomètre, installé à la table de dessin, qui préside aux opérations et contrôle la restitution. *(A suivre.)*

[1] Nous publierons prochainement une description de cet appareil. *Réd.*