Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 47 (1921)
Heft: 7

Artikel: Les levers de plans par la stéréoautogrammétrie
Autor: Schwank
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-36583

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: 11.07.2025

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

47me année 2 Avril 1921 N° 7

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing. Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Les levers de plans par la Stéréoautogrammétrie*, par M. Schwank, ingénieur (suite). — *Rapport des experts Rothpletz, Rohn et Buchi sur la formation des fissures dans la galerie sous pression de l'usine de Ritom des C F F* (suite). — *Concours pour l'étude des plans d'un bâtiment d'internat à l'Ecole cantonale d'agriculture, à Cernier.* — *Ciments de laitier et de pouzzolane.* — Sociétés : *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.* — *Calendrier des Concours d'architecture.*

Les levers de plans par la Stéréoautogrammétrie

par M. Schwank, ingénieur.

(Suite.) [1]

Avantages et applications de la Stéréoautogrammétrie pour des levés techniques.

La limite de précision d'une représentation graphique du terrain est pratiquement déterminée par l'exactitude du dessin qui peut être admise à 0,2 mm., ce qui donne pour les différentes échelles :

1 : 10000	une exactitude de	2 m.
1 : 5000	»	1 m.
1 : 2000	»	40 cm.
1 : 1000	»	20 cm.
1 : 500	»	10 cm.
1 : 200	»	4 cm.

Ces précisions ne peuvent être obtenues que par un dessin fait sur un matériel spécial. Le papier à dessin ordinaire, mais surtout les papiers calques et héliographiques se distendent sous l'influence de la température et de l'humidité dans des limites qui dépassent de beaucoup les chiffres susindiqués. Ces désavantages sont évités par l'emploi de feuilles d'aluminium, recouvertes des deux côtés de papier ou par dessin direct sur verre.

Le trait d'une courbe de niveau tracée à l'autographe est toujours recouvert jusque dans ses moindres détails par le dessin de la même courbe tracée une seconde fois, même si la seconde courbe est tracée par un observateur différent. Les courbes de niveau provenant de stations différentes, donc de clichés levés avec des bases et des distances différentes, se recouvrent complètement dans les raccords à condition, toutefois, que les travaux sur le terrain soient exécutés de façon conforme à la précision demandée par l'échelle. Ces indices qui se répètent pour chaque paire de plaque sont *la preuve empirique que la stéréoautogrammétrie est à même de donner la position d'une courbe de niveau jusqu'à l'exactitude du dessin, en d'autres termes que la limite d'erreur motivée par l'échelle du plan n'est pas dépassée.*

Les considérations suivantes démontrent quelle est la différence capitale entre l'ancienne photogrammétrie et toutes les méthodes employées jusqu'à ce jour d'une part, et la stéréoautogrammétrie d'autre part. Jusqu'ici la détermination de lignes topographiques se faisait par intercalation à main levée entre un certain nombre de points donnés. Cette intercalation est toujours plus ou moins arbitraire : une ligne de niveau, par exemple, n'est que le résultat d'une interpolation entre un certain nombre de points levés, mais elle n'est pas une ligne géométriquement définie. L'exactitude de la courbe de niveau interpolée dépend donc du nombre de points levés, mais plus on lève de points plus on dépense de temps et d'argent, le nombre des points déterminés sera donc toujours restreint dans une certaine limite. Tous les levés topographiques sont donc sujets à des différences individuelles qui proviennent :

1° Du nombre de points relevés ;

2° Du choix de ces points et

3° Du don plus ou moins grand du topographe pour lever et représenter le terrain.

La courbe automatique par contre qui se base sur un nombre infini de points, représentant une ligne continue, est absolument exempte de tout arbitraire ; elle donne de ce fait tous les détails que l'échelle choisie permet de donner.

Les levés stéréoautogrammétriques surpassent, en exactitude et en richesse de détails, tous les plans à courbes établis par interpolation.

Que la courbe de niveau interpolée soit un produit de la pensée ou le résultat d'un talent naturel, jamais elle ne possédera sur toute sa longueur l'exactitude et le détail de la courbe automatique. Ceci parce que l'interpolation ne peut pas être considérée comme l'expression mathématique de la ligne déterminée par la coupe du plan horizontal avec la surface du terrain.

Les levés les plus récents du Service topographique fédéral, aux petites échelles, prouvent qu'à l'aide de la planchette on peut obtenir une richesse de détails qui atteint à peu de chose près la limite donnée par l'échelle.

Un tel résultat n'est possible qu'avec une énorme augmentation de prix et de temps et un personnel comme nous l'avons en Suisse qui est formé par la longue expérience qui date des Dufour, Wild et Heim.

L'autogrammétrie donne ces résultats sans être liée à de tels efforts. En outre il ne faut pas oublier que pour les levés techniques à grande échelle dans l'industrie privée on ne dispose souvent pas des mêmes avantages de

[1] Voir *Bulletin technique* du 19 février 1921, page 37.

personnel et de temps ; les dépenses nécessaires pour arriver à une pareille exactitude seraient du reste hors de proportion. Plus l'échelle nécessaire au plan demandé est grande, plus le terrain à lever est riche en formes, plus la courbe interpolée manquera d'exactitude. Les courbes du même terrain tracées par différents topographes ne se recouvriront jamais, même si le nombre des points fixes atteint le maximum possible. Ces courbes seront toujours généralisées ou schématisées suivant la conception ou le talent du topographe, tandis que l'autographe qui n'est pas lié à la densité des points et à l'opérateur, donnera indépendamment de l'échelle le détail correspondant à celle-ci.

L'utilisation de la photogrammétrie MODERNE, *j'appuie sur ce mot, par opposition à l'ancienne photogrammétrie, est fondée sur les qualités de la courbe autogrammétrique, elle est avantageuse non seulement pour l'établissement de plans à courbes pour des avant-projets, mais surtout pour les plans d'exécution à grande échelle.*

Il est presque inutile d'ajouter que cette méthode permet de lever des terrains impraticables comme des parois de rocher avec la même exactitude et la même facilité que s'il s'agissait de terrains parfaitement praticables.

La stéréoautogrammétrie permet donc l'établissement de plans à courbes, même pour des terrains ou toutes les méthodes actuelles étaient pratiquement inutilisables (fig. 9).

Lorsque le besoin s'en fait sentir il est possible d'accélérer la marche du levé photogrammétrique sur le terrain à tel point qu'il est facile de fixer sur le terrain la position momentanée d'une parcelle ou d'un objet, ce qui avec la planchette ou le tachéomètre n'est pas possible. *L'autogrammétrie se prête donc mieux que toute autre méthode pour des levés dont certaines parties sont soumises à des changements ou dont l'état momentané des dimensions ou de la forme peut avoir un intérêt juridique, scientifique ou technique.* Les plaques photographiques originales représentent un document de haute valeur qui peut toujours être consulté ou mesuré. Dans cet ordre d'idées rentre surtout la représentation de cônes de déjection et d'alluvion, de terrain d'inondations, de ravines, de côtes fluviales ou de parties soumises à l'avalanche. Il en est de même pour l'étude du courant de fleuves et du mouvement des vagues lors de la construction d'un port (fig. 10 et 11).

J'ajoute que l'autographe permet enfin de tracer les courbes de niveau en perspective sur la copie de la plaque photographique de gauche (fig. 9 et 10).

Vues au stéréoscope ces courbes en perspective complètent agréablement l'image-relief, en facilitent l'étude

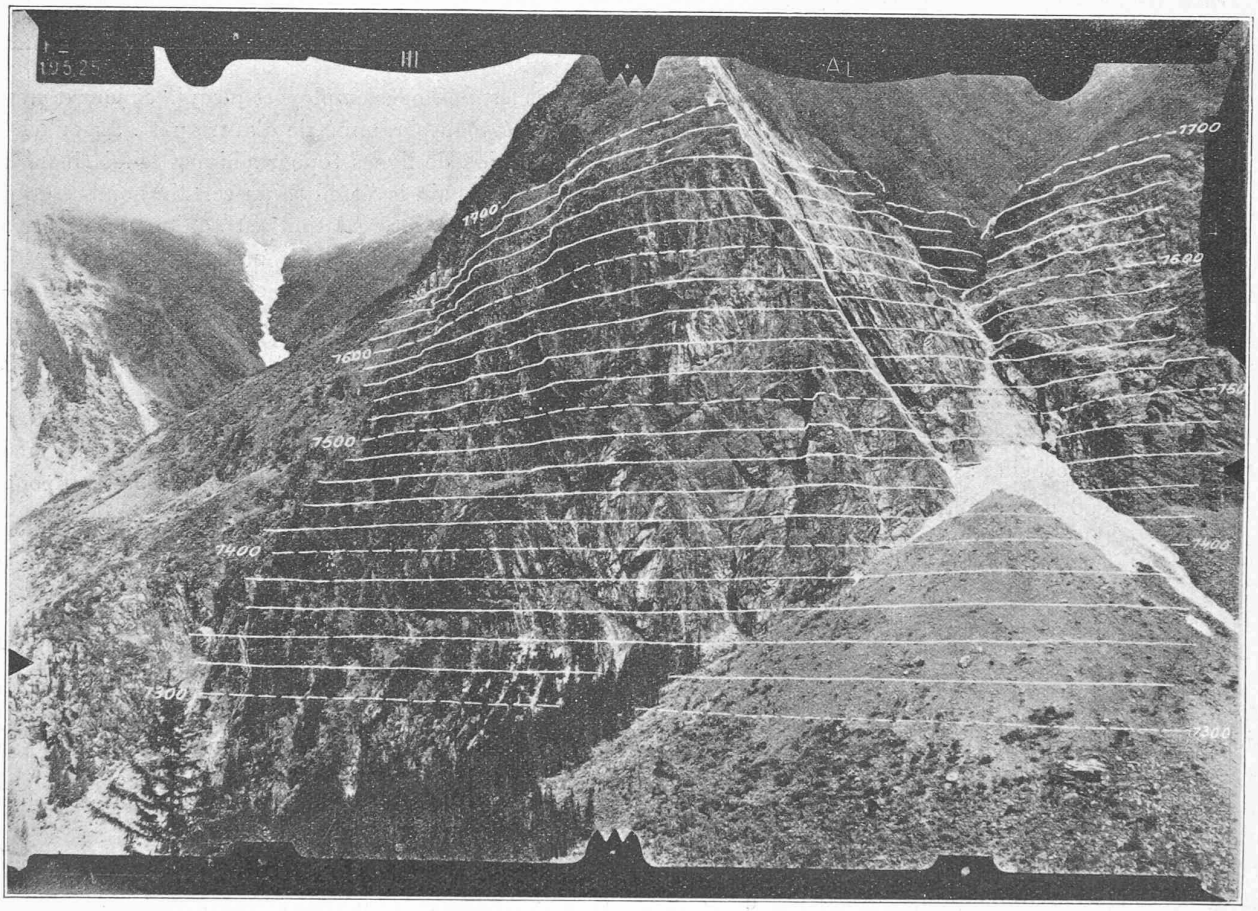

Fig. 9. — Cliché pris au photothéodolite d'une paroi de rocher haute de 400 m., avec le tracé autographique, en perspective, des courbes de niveau. — Reproduction en grandeur originale.

et la comparaison avec le plan sur lequel se trouvent les mêmes courbes en projection horizontale. Cela permettra, sur le terrain, de comparer directement avec la nature l'image contenant les courbes de niveau, c'est un excellent moyen d'orientation qui aidera souvent mieux à l'étude que toutes les cartes et plans dont on dispose.

Si l'on prévoit une échelle du plan suffisamment grande il est évident que les plans autographiques permettront l'établissement des profils en travers. Même pour les cas où le terrain se prête très bien au levé direct de profils très exacts, le but final de ces profils, qui sera, par exemple, un calcul de cubage pour différentes variantes, s'obtiendra mieux et plus avantageusement par des profils autogrammétriques. On pourra, en effet, changer à volonté le nombre et le choix de ceux-ci sans augmentation sensible des frais, on aura en outre la facilité d'adapter mieux le projet à toutes les formes du terrain.

N'oublions pas de dire que dans certains cas, qui ne sont pas rares, des profils d'une certaine exactitude ne peuvent être levés que par la stéréoautogrammétrie. Ces cas se trouvent principalement dans les parties rocheuses. Plus un tel terrain est rapide et moins il est accessible, plus l'exactitude des profils levés directement en souffrira et plus les risques que présentent de tels travaux augmenteront. Quantité de désavantages inconnus à l'autographe qui dessinera la courbe de niveau avec la même facilité et la même exactitude, que le terrain soit rocheux ou herbeux, qu'il soit accessible ou inaccessible. Des parties très abruptes ou même surplombantes donneront toujours des courbes de niveau très serrées, très embrouillées et souvent illisibles. De telles parties ne pourront plus être représentées à l'échelle par la projection horizontale des courbes de niveau et encore moins par n'importe quel mode de dessin de rocher. Il n'y a plus qu'une possibilité : celle de la projection verticale, celle du profil. Pour les cartes à petite échelle de tels cas sont insignifiants, sauf peut-être pour les rares exceptions des Dolomites. Pour les plans techniques à grande échelle il n'en est pas ainsi, car des parties verticales et surplombantes se trouvent fréquemment dans le détail des formes du terrain. Dans les plans actuels la représentation de telles parties ne se rencontre que très rarement. Ceci prouve une fois de plus que l'autogrammétrie surpasse toutes les autres méthodes pour les levés de rochers.

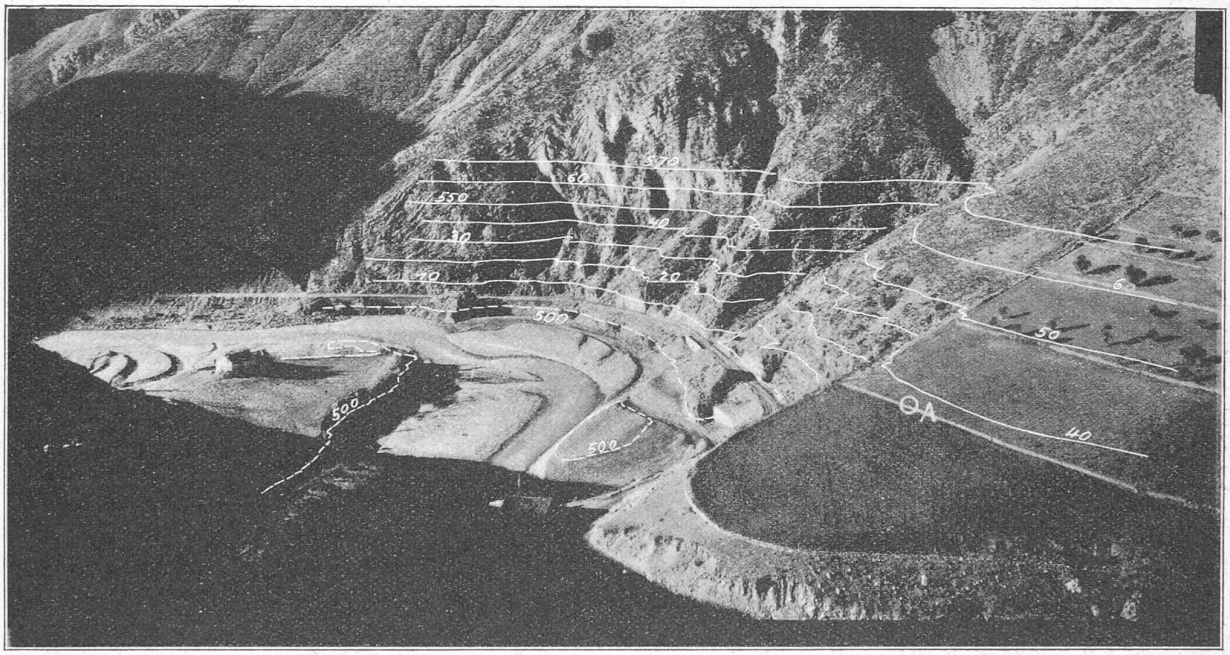

Fig. 10. — Photographie se rapportant à la fig. 11, avec courbes de niveau tracées automatiquement. — Equidistance : 10 m.

Le moyen employé pour la représentation de parties très raides qui ont une importance technique est simple ; sur une feuille spéciale on tire exactement et individuellement les courbes de niveau en intercalant entre chacune d'elles par déplacement parallèle de la feuille un intervalle constant, suffisamment grand pour empêcher le croisement des courbes. Le dessin comme tel n'est plus à l'échelle mais chaque courbe a sa vraie forme. Il est alors facile d'établir le profil en travers en ramenant à sa vraie valeur l'écartement horizontal entre chacune des courbes. De là la possibilité de lever en un seul jour des profils en travers par douzaines, dans les terrains les plus inaccessibles et avec une exactitude de quelques centimètres.

En résumé nous pouvons donc dire que les plans stéréoautogrammétriques permettent d'établir les profils en travers et que dans beaucoup de cas eux seuls donnent la possibilité de lever des profils rapidement à bon compte et avec une exactitude suffisante à tous les besoins techniques.

Si l'on développe et copie les négatifs tout de suite après leur exposition on aura la possibilité de pouvoir

Fig. 11. — Levé stéréoautographique des rives et du régime d'un torrent, à la date du 30 novembre 1920, d'après la photographie fig. 10. — Echelle 1 : 1000.
Equidistance des courbes 0,5, 1,0 et 2 m. (Bureau de stéréotopographie du *Dr Helbling*, à Flums.)

marquer sur les photos pendant les travaux en campagne, toutes espèces d'observations telles que limites de cultures, limites de couches géologiques, etc., lignes qu'il sera facile de donner par leur projection horizontale lors des travaux de bureau.

L'avantage d'un tel procédé saute aux yeux si l'on pense qu'il ne sera plus nécessaire de lancer dans des pays inexplorés deux expéditions successives, la première avec un but topographique, la deuxième avec un but géologique. Les deux tâches, dont l'une a pourtant besoin de l'autre, pourront être exécutées en même temps.

Les levés autogrammétriques permettent donc d'assurer cartographiquement des observations avant que les plans ou les cartes soient vraiment exécutés.

(*A suivre.*)

Rapport

des experts Rothpletz, Rohn et Buchi

sur la formation des fissures dans la galerie sous pression de l'usine de Ritom des CFF

(*Suite.*) [1]

c. Gravier.

D'après les déclarations concordantes de la direction des travaux et de l'entreprise, on a utilisé presque exclusivement pour le béton des déblais des couches rocheuses s'étendant entre la fenêtre de Valle et l'entrée de Piora. Ces matériaux provenaient en partie des travaux à ciel ouvert de la route Valle-Piora et en partie de la galerie Valle-Piora. Ces matériaux consistent principalement en quartzite et en micaschiste. Les couches de ce dernier sont, en général, assez épaisses ; par places, elles sont un peu plus minces. On n'a, paraît-il, pas employé de gravier provenant des couches tendres se trouvant entre Valle et le château d'eau. Ces matériaux furent concassés dans une installation se trouvant sur le chantier situé en face de la fenêtre de Valle, puis lavés et transformés en béton à l'aide de malaxeurs, système de Roll, avec du sable du lac conservé en cet endroit dans des silos en bois. Pour le bétonnage des 10 derniers mètres de galerie précédant le château d'eau et du château d'eau lui-même, on a utilisé du gravier provenant des excavations faites pour le château d'eau (micaschiste).

Afin de se rendre à peu près compte de la valeur qu'avaient pour la fabrication du béton les matériaux extraits du tunnel, la direction des travaux a, en juin 1919, fait analyser par le Laboratoire fédéral d'essais des matériaux trois échantillons de ce sable. Les trois échantillons étaient formés de sable grossier ne renfermant que 4 à 10 % de parties ayant moins de $0,_5$ mm. L'analyse a établi que l'un des échantillons ne contenait pas de gypse et que les deux autres en avaient moins de $0,_5$ %. La résistance à la traction du mortier de ciment Portland, établi d'après les prescriptions, a été reconnue de :

16 à 18 kg. au bout de 7 jours et de 21 à 26 kg. au bout de 28 jours.

Et la résistance à la compression de :

125 à 170 kg. au bout de 7 jours et de 191 à 244 kg. au bout de 28 jours.

Ces résultats n'étaient effectivement pas défavorables et se rapprochaient assez sensiblement des valeurs d'un mortier normal fabriqué avec du sable normal. Les experts arrivent par conséquent à la conclusion que la pierraille aurait, il est vrai, dû être un peu mieux lavée parce qu'on aurait ainsi pu éliminer les particules détachées de mica qui s'y trouvaient ainsi que les autres impuretés accidentelles, et qu'en outre, étant données les grandes tensions inévitables dans une galerie sous pression, il eût été désirable de disposer d'une pierraille un peu plus dure, mais que ces matériaux n'ont, en somme, pas produit un béton de mauvaise qualité.

d. Eau de gâchage.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le béton a été, à de rares exceptions près, fabriqué aux abords de la fenêtre de Valle à l'aide de malaxeurs. Pour le mélange on s'est servi d'eau du lac de Ritom prise à la conduite de remplissage de la galerie et amenée à l'installation de concassage. La direction des travaux qui, de toute évidence, ne craignait pas que cette eau pût avoir une action nuisible, ne l'a pas fait analyser, ou n'a pas cru devoir la faire analyser, bien qu'on sût généralement que l'eau du lac contenait du gypse.

Les échantillons prélevés en juillet et en août 1920, sur ordre des experts, avaient, selon le certificat du Laboratoire fédéral d'essais des matériaux, une teneur en gypse de $0,_{83}$ gr. par litre, ce qui représente à peu près un tiers de la saturation. Les experts ignorent quelle était la teneur en gypse de l'eau pendant la préparation du béton. Ils croient, il est vrai, en s'appuyant sur leurs expériences, que la teneur en gypse indiquée plus haut n'a pas pu avoir une action très nuisible sur le béton, mais qu'elle a cependant exercé une influence un peu défavorable, et qu'il aurait été prudent de ne pas employer une eau si fortement saturée de gypse. Depuis des années, on renonce à se servir d'eau de ce genre dans d'autres constructions. Pour se rendre exactement compte de l'influence de cette eau de mélange, il faudrait se livrer à des essais pratiques.

On n'a employé que de petites quantités d'eau de la source située près de la fenêtre de Valle. Une analyse de cette eau de source, faite à la demande des experts par le Laboratoire fédéral d'essais des matériaux en août 1920, a démontré que sa teneur en gypse n'était que de $0,_{127}$ gr. par litre, soit $^1/_{20}$ à peu près de la saturation. Les experts savent par expérience qu'une eau dont la teneur en gypse est si faible n'a aucune influence nuisible sur la préparation du béton.

e. Bétonnage.

La section de galerie Valle-Château d'eau qui a une longueur d'à peu près 480 m. a été percée en juin 1919, et la section Valle-Piora, de 360 m. environ, en août 1919.

[1] Voir *Bulletin technique* du 19 mars 1921, page 61.