

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 47 (1921)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Les levers de plans par la stéréoautogrammétrie  
**Autor:** Schwank  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-36577>

### **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:** 30.03.2025

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

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D<sup>r</sup> 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). — *Concours d'idées pour l'étude de la construction d'un temple dans la commune du Châtelard-Montreux*. — *Un bilan thermique*. — DIVERS : *L'usure des turbines et les moyens d'y parer*. — *Le laboratoire d'essai des turbines de la Société hydrotechnique de France*. — *Congrès de chauffage et de ventilation, en mars 1921, à Lyon*. — SOCIÉTÉS : *Société genevoise des Ingénieurs et des Architectes*. — *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes*. — BIBLIOGRAPHIE. — *Calendrier des Concours*.

### Les levers de plans par la Stéréoautogrammétrie

par M. SCHWANK, ingénieur.

*(Suite.)*<sup>1</sup>

Nous avons vu qu'au moyen du stéréocomparateur il est possible de déterminer un point du terrain par ses trois coordonnées. Un plan levé par la stéréophotogrammétrie s'établit, comme auparavant, par interpolation entre un certain nombre de points cotés. Cette manière de faire est lente et pénible et l'exactitude du plan dépend toujours du nombre de points levés et de l'habileté du topographe. L'avantage de la stéréophotogrammétrie sur la photogrammétrie, quant à la construction proprement

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 5 février 1921, page 25.

dite du plan, n'est donc guère encore appréciable, mais la science ne dort pas et la méthode stéréophotogramétrique continue à se développer.

En effet, en 1907, le premier lieutenant E. d'Orel, alors attaché à l'Institut géographique militaire de Vienne eut l'idée de relier au comparateur un second appareil, le *stéréoautographe*, qui permettait le tracé direct et automatique des courbes de niveau. Cet appareil, construit par la maison C. Zeiss à Iéna, devint en passant par ses différents modèles 1908, 1911 et 1914 une machine de haute précision (fig. 4 et 5).

La stéréophotogrammétrie combinée à l'emploi du stéréoautographe se nomme aujourd'hui *stéréoautogrammétrie* ou *stéréotopographie*.

Les clichés, qui se restituent automatiquement, doivent remplir les mêmes conditions que ceux destinés à la sté-

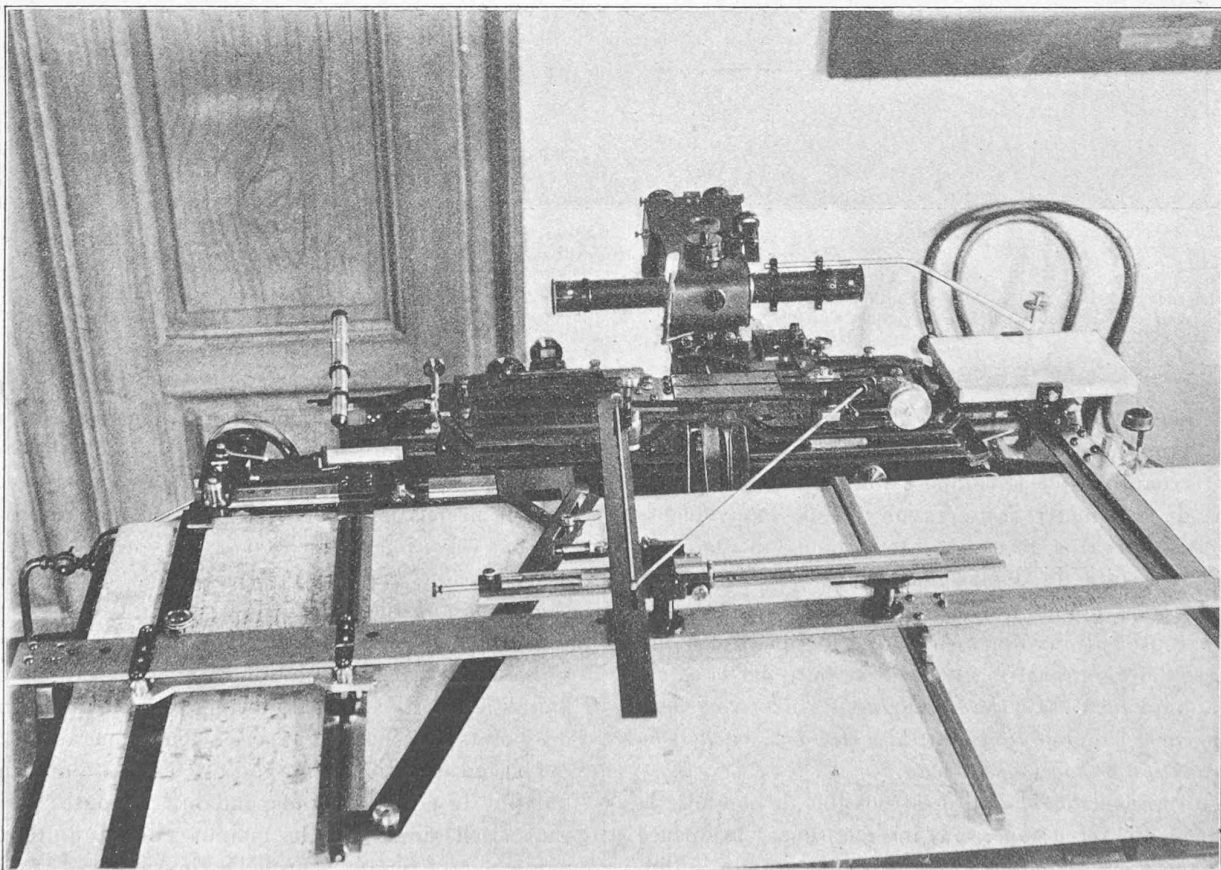


Fig. 4. — Stéréoautographe, modèle 1909.

réophotogrammètrie. Les stations photogrammétriques se déterminent par les méthodes connues, la longueur de la base se mesure optiquement, à une précision variant du 1 : 10 000 au 1 : 30 000, au moyen d'une vis tangente.

De façon à pouvoir éliminer et constater les petites erreurs pouvant provenir d'une mauvaise position du cliché pendant l'exposition, on détermine au préalable par

leviers de l'autographe, est forcé de faire en projection orthogonale tous ces mouvements.

Tandis que l'opérateur promènera son repère le long d'un cours d'eau, d'un chemin, d'une crête, etc., le crayon dessinera automatiquement et continuellement la projection orthogonale de la ligne suivie. Il est enfin possible de fixer la « marque » de façon qu'elle ne se meuve que dans

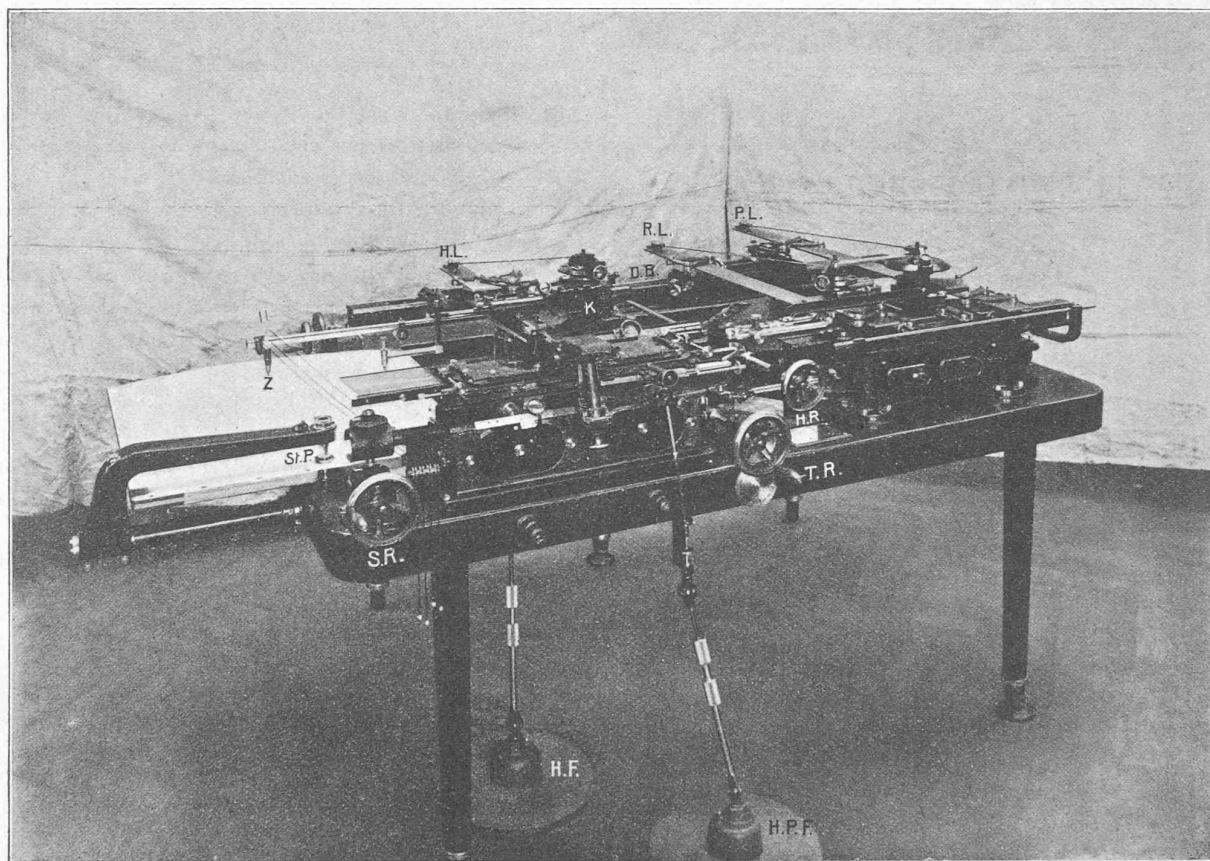


Fig. 5. — Stéréoautographe, modèle 1914.

**Légende :** Z = Crayon. St.P = Station. SR = Manivelle des directions. TR = Manivelle des distances. HR = Manivelle des hauteurs. DB = Pont mobile. HL = Levier des hauteurs. PL = Levier des parallaxes. RL = Levier des directions. K = Stéréocomparateur. H.P.F et H.F = Disques pour actionner au pied les chariots.

trigonométrie un certain nombre de points du terrain qui se trouveront sur l'image : les points de contrôle.

Le stéréoautographe se compose d'un système de leviers, chargés de transmettre à un crayon tous les mouvements que font les organes du comparateur, mouvements occasionnés par suite du déplacement de la « marque » sur l'image stéréoscopique du terrain à lever. Ce système de levier exécute automatiquement toutes les opérations qui, en stéréophotogrammètrie, devaient se faire par le calcul ou graphiquement. *Le stéréoautographe transforme donc directement deux projections centrales (les deux clichés) en une projection orthogonale, le plan.*

Par un mécanisme spécial il est possible de conduire la « marque » du stéréoscope, sans interruption, à la surface de l'image stéréoscopique du terrain. Le crayon, enfin, accouplé au châssis principal du comparateur par les

un plan horizontal, si à ce moment cette « marque » est conduite le long du terrain, il est évident qu'elle sera toujours sur des points de même altitude et le crayon dessinera la projection orthogonale de la courbe de niveau.

*Nous voyons que le stéréoautographe donne automatiquement le point, la ligne ou la courbe de niveau suivant la volonté de l'opérateur.*

Jusqu'à ce jour la planimétrie et les courbes de niveau s'obtenaient par intercalation entre un certain nombre de points levés. L'exactitude du plan dépendait du nombre des points cotés et de l'expérience de l'opérateur.

La courbe automatique qui est une suite d'un nombre indéfini de points est indépendante de toutes ces conditions et elle donne tous les moindres détails du terrain qui peuvent être rendus à l'échelle choisie.

*Les levés stéréoautogrammétriques sont donc plus exacts*

que tout autre levé s'appuyant sur des méthodes d'interpolation. La courbe de niveau est non seulement plus exacte mais elle est encore plus riche en détails que la courbe interpolée.

\* \* \*

Les principes mécaniques du stéréautographe s'expliquent par les formules fondamentales de la photogrammétrie :

La distance est déterminée par la formule développée ci-devant :

$$Z' = \frac{\sin(\varphi'' - \alpha'')}{\sin(\varphi'' - \varphi' + \alpha' - \alpha'')} B \cos \alpha' \quad (1)$$

cette formule n'est pas utilisable parce qu'elle ne contient pas le terme pour la parallaxe stéréoscopique qui se mesure avec une extrême précision.

Posons  $\varphi'' - \varphi' = \delta =$  angle de convergence (voir fig. 1)

soit  $\varphi'' = \delta + \varphi'$

introduisons les valeurs connues

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{x'}{f} \quad \text{et} \quad \operatorname{tg} \alpha'' = \frac{x''}{f}$$

et nous obtiendrons après développement la formule

$$Z' = \frac{(B \sin \varphi' + B \cos \varphi' \operatorname{tg} \delta) f - (B \cos \varphi' - B \sin \varphi' \operatorname{tg} \delta) x''}{a + f \operatorname{tg} \delta + \frac{x' \cdot x''}{f} \operatorname{tg} \delta} \quad (2)$$

cette formule nous donne directement la coordonnée géométrique  $Z'$  en fonction de la parallaxe et des coordonnées  $x'$  et  $x''$  de l'image.

Comme en général on n'opère qu'avec des clichés dont les axes horizontaux sont parallèles, nous aurons

$$\varphi' = \varphi'' = \varphi$$

et 
$$Z' = \frac{\sin(\varphi - \alpha'')}{\sin(\alpha' - \alpha'')} \cdot B \cos \alpha'$$

par développement on obtiendra

$$Z' = \frac{B \cdot f \cdot \sin \varphi - B \cos \varphi (x' - a)}{a} \quad (3)$$

Enfin dans le cas normal, où les axes optiques sont perpendiculaires à la base nous aurons :

$$\varphi = \varphi' = \varphi'' = 90^\circ, \quad \text{d'où}$$

$$E = \frac{B \cdot f}{a}$$

et comme nous avons déjà vu :

$$Y' = \frac{E}{f} y' \quad (4)$$

$$X' = \frac{E}{f} \cdot x'$$

Dans la suite notre discussion ne s'appuiera que sur ces trois formules très simples du cas normal.

Les figures 6 à 8 montrent comment il est possible de déterminer graphiquement ou mécaniquement les trois valeurs  $E$ ,  $Y'$  et  $X'$ .

Les leviers des directions, des hauteurs et des parallaxes pivotent autour des points I, II et III qui se trouvent sur la droite  $G-G$ . Le levier des hauteurs est coudé à angle droit, son pivot se trouve au sommet de cet angle.

Sur la parallèle  $G'-G'$  écartée de  $G-G$  d'une valeur égale à la focale  $f$  se trouvent l'échelle des abscisses  $x'$  et celle des parallaxes  $a$ . L'échelle des hauteurs  $y'$  est perpendiculaire à  $G-G$  et se trouve à la distance  $f$  du pivot II. En admettant que ces trois échelles et celles du comparateur ont la même graduation et que les lectures aux ver-

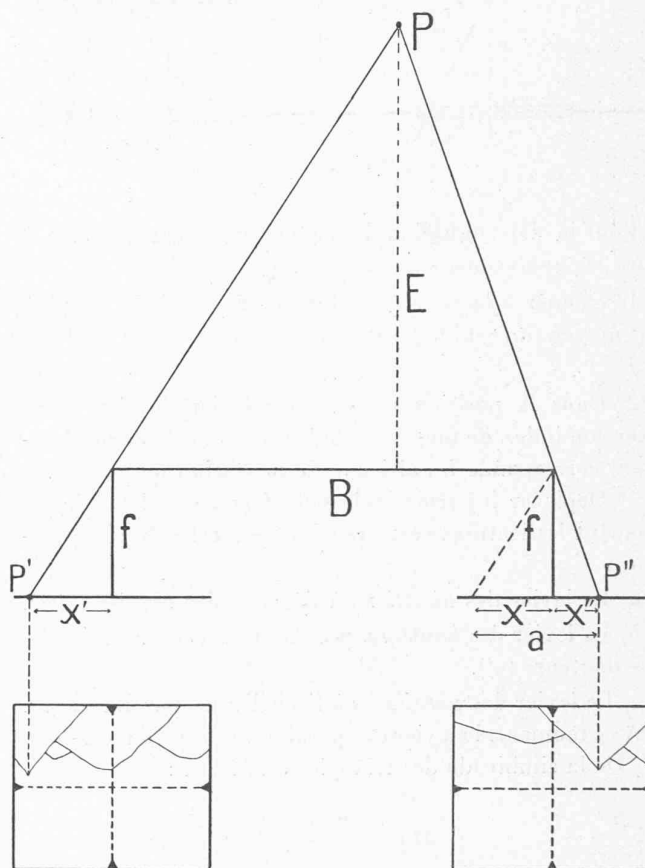


Fig. 6.

niers soient les mêmes qu'aux verniers correspondants du comparateur, il est facile de se rendre compte que le levier des directions donne la projection horizontale de la visée allant de la position de gauche au point, que le long bras du levier des hauteurs donne la projection verticale de la même visée rabattue sur un plan horizontal et que le levier des parallaxes correspond à la projection horizontale de la visée allant de la position de droite au point cherché (fig. 7).

Le long de  $G-G$  se trouve l'échelle de la base fixée au pivot III. La longueur de la base se reporte sur celle-ci à l'échelle choisie du plan au moyen d'un guidage à glissière  $J$ ; ce guidage porte enfin un axe  $J-J'$  perpendiculaire à  $G-G$ . Parallèlement à l'axe  $G-G$  se trouve le pont mobile  $L-L$  qui porte l'échelle des hauteurs  $H_0-h'$ . Le pont mobile est entraîné par deux fortes vis sans fin reliées entre elles par deux engrenages à angle (fig. 8).



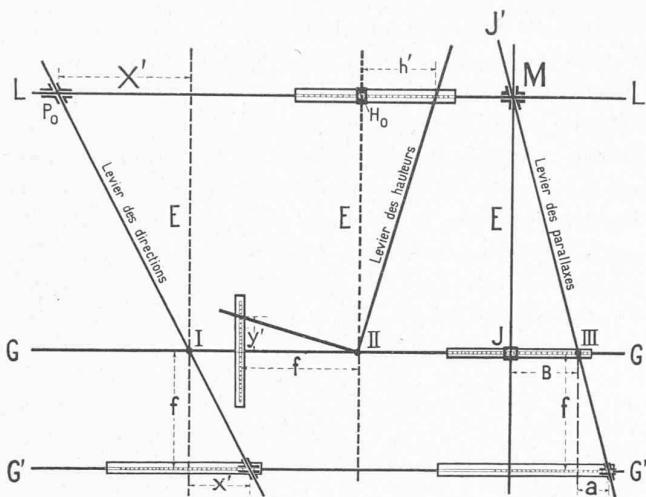


Fig. 7.

Pour la détermination d'un point nous aurons donc à faire les opérations suivantes :

1° Donner à la base *B* sa longueur à l'échelle du plan au moyen du guidage *J* et fixer la position de l'axe *J-J'*.

2° Dans la position normale du levier des hauteurs, fixer son index de façon que la lecture à l'échelle des hauteurs corresponde à l'altitude de la station de gauche.

3° Déplacer les trois leviers de façon que leurs index donnent les lectures correspondantes à celle du comparateur :

- a) Le levier des directions à l'échelle des abscisses (*x'*).
- b) Le levier des hauteurs, par son bras court, à l'échelle des hauteurs (*y'*).
- c) Le levier des parallaxes à l'échelle des parallaxes (*a*).

A ce moment, le levier des parallaxes coupe l'axe *J-J'* en *M*. De la similitude des triangles on déduit :

$$MJ = \frac{B \cdot f}{a} = E$$

valeur, qui d'après les formules (4), n'est autre que la distance *E* de la position de gauche au point *P*. La base *B* étant à l'échelle du plan, il en est de même pour *E*. En déplaçant le pont mobile *L-L* jusqu'au point *M* nous trouvons par analogie :

$$h' = \frac{E y'}{f} = H$$

soit la différence de hauteur entre la position de gauche et le point *P*. Et enfin nous avons pour l'écartement

$$X' = \frac{E x'}{f}$$

Les valeurs *E*, *H* et *X'* ne sont autre que les coordonnées géométriques du point *P* obtenues mécaniquement, mais non sans peine, puisqu'il faut faire pour les obtenir trois lectures aux échelles du comparateur, la mise en position de trois leviers et enfin la lecture des trois coordonnées

aux différentes échelles de l'appareil. Ces opérations se simplifient par accouplement direct de l'appareil au comparateur.

Les leviers exécuteront les mêmes mouvements que si on les amenait successivement à leur place par lecture aux différentes échelles, sitôt que la marque (repère mobile) du comparateur coïncide avec le point du terrain à condition toutefois que le pont mobile soit amené à la distance *E* de ce point. Dès ce moment il ne reste plus qu'une lecture à faire, celle de la hauteur.

A première vue le déplacement automatique du pont mobile semble facile à obtenir par accouplement du levier de parallaxe au traineau du comparateur portant le cliché de droite ; mais n'oublions pas que le rapport de transmission entre les changements très minimes et surtout très sensibles de la parallaxe et les déplacements correspondants du pont mobile est très défavorable et qu'il occasionne des difficultés constructives presque insurmontables. Ces difficultés furent éliminées par le déplacement en avant du point d'attaque (fig. 8). Le pont mobile se déplace directement au moyen de la manivelle des distances qui agit sur deux vis sans fin et sur deux engrenages coniques. Le levier des parallaxes et avec lui le chariot du cliché de droite du comparateur sont de ce fait entraînés par le pont mobile. Autrement dit on cherche pour chaque distance la parallaxe correspondante, c'est-à-dire le déplacement du cliché de droite par rapport à celui de gauche. Sur le dernier modèle de l'autographe l'accouplement des leviers entre eux et avec le comparateur est le suivant :

Le levier des directions est relié au chariot principal du comparateur par le guidage *F*<sub>1</sub> ; le levier des hauteurs au chariot du microscope par le guidage *F*<sub>2</sub> et le

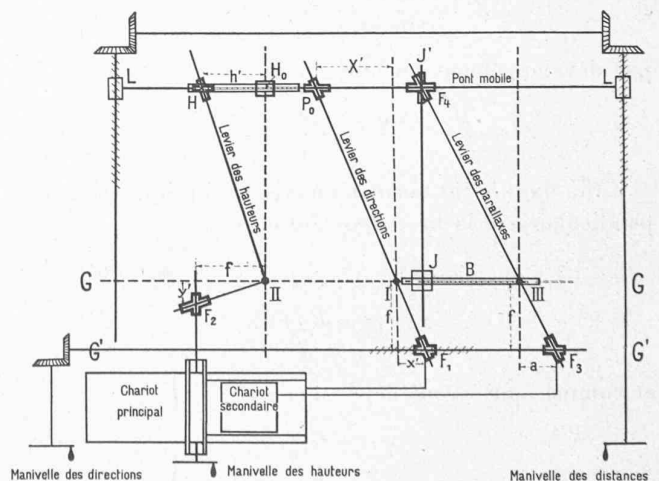


Fig. 8.

levier des parallaxes au chariot secondaire, portant le cliché de droite, par le guidage *F*<sub>3</sub>, tandis que le pont mobile est relié au levier des parallaxes par le guidage *F*<sub>4</sub> qui coulisse le long de l'axe *J-J'*. Les trois leviers sont mus par des manivelles dites des directions, des hauteurs et des distances.

CONCOURS D'IDÉES POUR L'ÉTUDE D'UN TEMPLE, A CLARENS

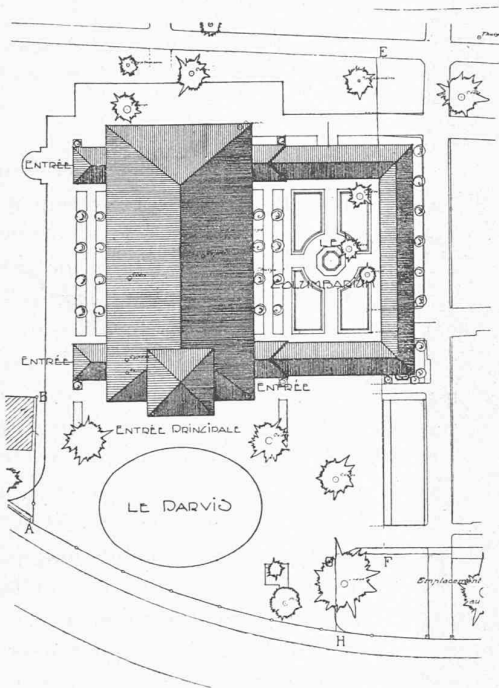


Fig. 1. — Plan de situation. — 1 : 800.

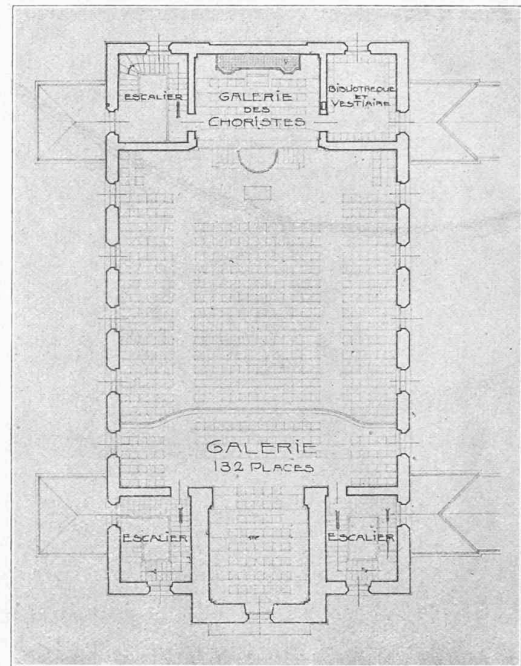


Fig. 2. — Plan de la galerie. — 1 : 400.

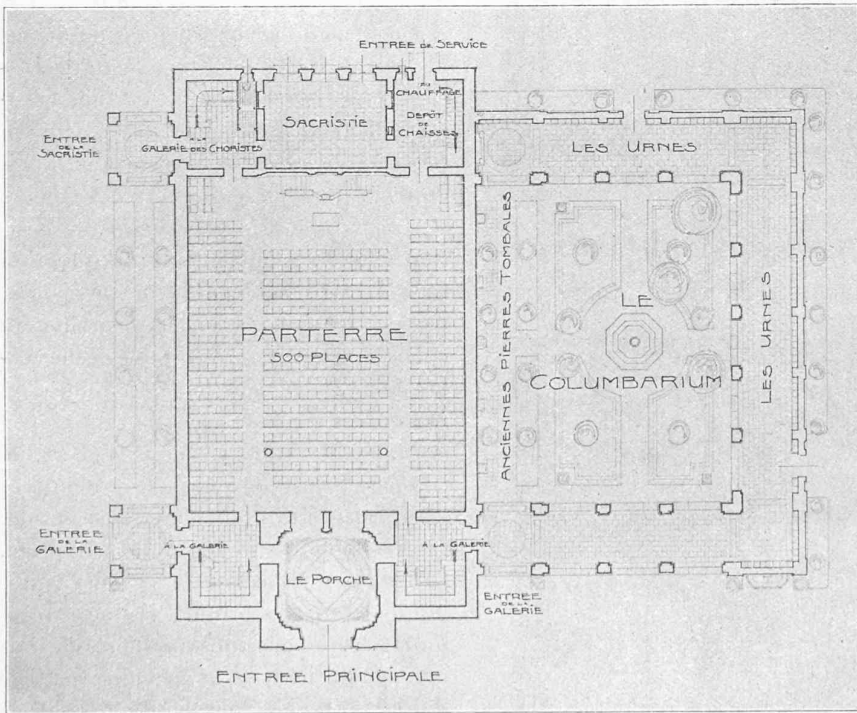


Fig. 3. — Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 400.

Les considérations suivantes nous montrent comment se fait maintenant la détermination d'un point :

1° Un déplacement de  $x'$  du chariot principal du comparateur fait pivoter le levier des directions d'un angle  $\alpha'$

d'où 
$$\text{tg } \alpha' = \frac{x'}{l}$$

1<sup>er</sup> prix : projet « Châtelard »,  
de MM. Polak et Hoch, architectes,  
à Montreux.

2° La position de l'axe  $J-J'$  est fixée sitôt que la longueur de la base est reportée, à l'échelle du plan, sur l'appareil de base. Un déplacement du pont mobile a pour conséquence un déplacement de la « marque » sur l'image stéréoscopique. Au moment où la marque mobile du microscope se trouve sur le point du terrain le pont mobile est à la distance  $E$  (à l'échelle du plan) de la droite  $G-G$ .

3° En admettant que le point visé ne se trouve pas dans le plan horizontal de l'objectif du photothéodolite, il y a lieu de déplacer le microscope de la valeur  $y'$ , ce déplacement fait pivoter le levier des hauteurs d'un angle  $\beta'$  et nous aurons

$$\text{tg } \beta' = \frac{y'}{f} = \frac{h'}{E}$$

4° Un style placé au point  $P_0$  marque la position du point  $P$  et l'altitude de ce point se lit à l'échelle des hauteurs.

Si le levier des hauteurs est accouplé au pont mobile de façon que la lecture à l'échelle des hauteurs soit constamment  $H$  et qu'à ce moment on manœuvre les manivelles de direction et de distance, le levier des hauteurs entraîné par le pont mobile glissera dans l'articulation à pivot