

# Les levers de plans par la stéréoautogrammétrie

Autor(en): **Schwank**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **47 (1921)**

Heft 8

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-36585>

## **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.

# 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 levés de plans par la Stéréoautogrammétrie*, par M. Schwank, ingénieur (suite et fin). — *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). — *Concours pour l'étude des plans d'un bâtiment d'internat à l'Ecole cantonale d'agriculture, à Cernier* (suite). — *Ciments de laitier et de pouzzolane* (suite et fin). — *Le plus grand entrepôt de marchandises du monde*. — *Le calcul de la prime allouée aux réseaux sous le nouveau régime des chemins de fer français*. — SOCIÉTÉS : *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes*. — *Société genevoise des Ingénieurs et des Architectes*. — *Groupe genevois de la G. e. P.* — BIBLIOGRAPHIE. — *Calendrier des Concours d'architecture*.

### Les levés de plans par la Stéréoautogrammétrie

par M. SCHWANK, ingénieur.

(Suite et fin.)<sup>1</sup>

Il est bien évident que ces travaux photogrammétriques ne peuvent être exécutés qu'avec un appareillage ad hoc (fig. 12 et 13) et non pas avec n'importe quelles constructions de circonstances qui se trouvent encore dans les musées ou chez les marchands de bric-à-brac. Il est évident aussi que ces travaux ne seront menés à bonne fin que par des ingénieurs spécialistes, habitués à la haute précision des mensurations géodésiques. Je rappelle aussi que les points de contrôle qui ont servi au rattachement du faisceau des rayons optiques de la photographie formeront par leur choix judicieux et un repérage convenable les points de départ pour le piquetage sur le terrain.

Le cas est rare où il est possible de lever, sans lacunes, d'une seule station, une grande partie de terrain ; en général plusieurs stations seront nécessaires. Plus la partie à lever est étendue, plus les formes en sont compliquées et plus il faudra faire de stations qui permettront d'explorer toutes les ondes du terrain. Le choix judicieux des stations est une tâche difficile, que seul un topographe qui saura saisir, pour ainsi dire à l'échelle, les formes et surfaces du terrain, arrivera à résoudre convenablement. Ce n'est pas en augmentant le nombre des stations d'après un certain schéma qu'on arrivera au but. Une telle méthode augmenterait énormément les frais sans avoir l'avantage de diminuer sensiblement les lacunes. Il faut plutôt chercher à se tirer d'affaire avec un minimum de stations et admettre un certain nombre de « blancs » partout où le levé de telles parties peu visibles sera irréaliste. Cette manière de procéder est surtout recommandable pour l'exécution de cartes à petite échelle, moins toutefois pour le levé de plans techniques à grande échelle où le détail et l'exactitude demanderont de nombreuses stations. Dans beaucoup de cas il sera donc possible de lever un plan technique à grande échelle sans lacunes importantes et celles-ci pourront toujours être comblées par n'importe quelle autre méthode. La forêt qui ne joue pour ainsi dire aucun rôle dans les levés cartographiques

devient un ennemi des levés techniques à grande échelle, car l'objectif photographique n'arrivera à la sonder que si elle est très clairsemée. La forêt dense cache le terrain et ses formes détaillées, les courbes de niveau automatiques deviennent peu sûres et ont peu de détail, parce que la *marque* du comparateur suit non pas le terrain, mais la surface verte des arbres. De telles parties ne pourront être levées qu'au moyen des méthodes connues jusqu'à ce jour.

Enfin la méthode autogrammétrique est encore limitée par un autre facteur dérivant de la formule

$$dE = \frac{E^2}{Bf} da$$

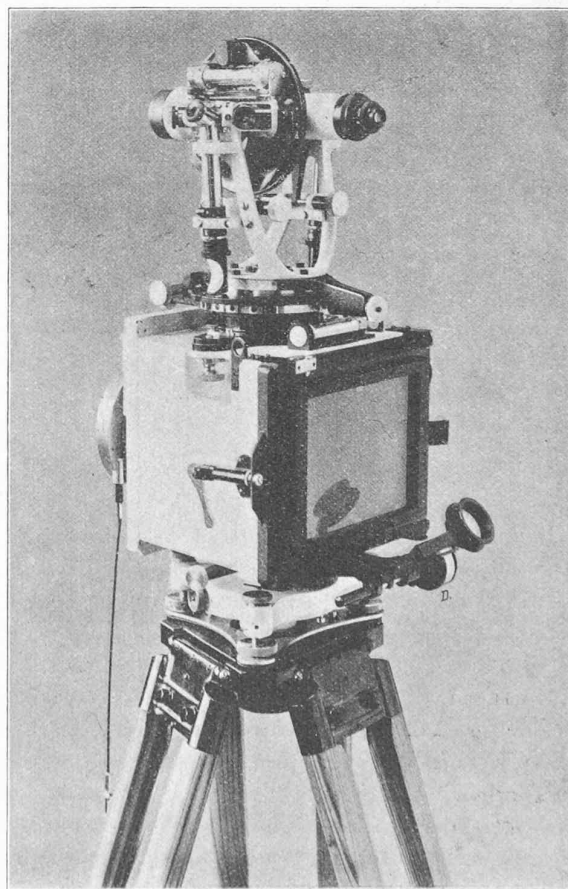


Fig. 12. — Photothéodolite Zeiss.

D = Télémètre.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 2 avril 1921, page 73.

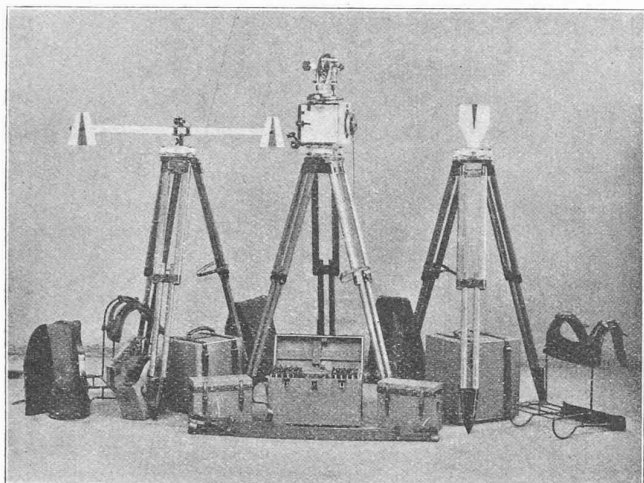


Fig. 13. — Equipement complet pour le travail sur le terrain.

où  $da$  peut être estimée à 0,005 mm., pour un opérateur exercé, d'où

$$dE = \frac{E^2}{Bf} \cdot 0.005$$

Si le terrain ne se prête pas à l'établissement d'une base suffisamment grande il faut alors réduire l'échelle.

La valeur  $dE$  ne peut pas non plus être maintenue dans les limites d'exactitude demandées par  $E$  en agrandissant à volonté la base  $B$ , car si cette base  $B$  est trop grande l'effet stéréoscopique disparaît, on ne peut plus mesurer. Dans ce cas il faut ou bien rapprocher la station de la partie à lever ou encore choisir une autre échelle. Ceci peut se présenter aussi à cause de la longueur des leviers de l'autographe. La longueur de ces leviers ne peut pas dépasser une certaine limite sans que la précision de l'appareil en souffre. Les dimensions du dernier modèle de l'autographe permettent de mesurer jusqu'aux distances suivantes :

au 1 : 10000	12 km.
1 : 5000	6 km.
1 : 2000	2,4 km.
1 : 1000	1,2 km.
1 : 500	600 m.
1 : 200	240 m.

Si la distance entre la station et le terrain à lever dépasse ces limites, il faut là encore changer d'échelle.

Les cas de ce genre sont heureusement rares. Lorsqu'ils se présentent il faut, comme je l'ai déjà dit, changer d'échelle ou bien accepter des blancs et employer une autre méthode. Il est inutile de vouloir « tricher » ; les limites de possibilité sont données par des lois mathématiques, physiques et mécaniques qu'on ne peut pas outrepasser. Si donc la partie à lever ne se prête pas aux conditions exigées par ces lois, il faudra renoncer aux avantages de la stéréoautogrammétrie, mais je répète que ces cas ne se présentent que lorsqu'il s'agit de grandes étendues qui doivent à tout prix être levées avec l'exactitude maximale demandée par l'échelle. Partout ailleurs où l'on

croit que l'exactitude des anciennes méthodes pourrait suffire il ne faut pas craindre de lever à une échelle réduite, quitte à agrandir la partie en question à l'échelle du plan général. Cette manière de faire s'explique par la richesse du détail et l'exactitude des courbes autogrammétriques qui seront toujours plus grandes que celles des méthodes employées jusqu'ici. Un tel agrandissement se fera toujours par photographie et non pas au pantographe.

Le fait que des levés stéréoautogrammétriques contiennent des lacunes plus ou moins grandes est souvent invoqué pour combattre la méthode d'une manière exagérée. N'oublions pas que pour beaucoup de plans techniques ces lacunes ne jouent aucun rôle et que dans les cas où elles pourraient en jouer un, il est facile de les combler par d'autres méthodes et avec peu de travail.

Avant de donner l'ordre d'un levé il sera très simple d'examiner le cas et de voir si les avantages fournis par un levé photogrammétrique des parties qui s'y prêtent vraiment sont encore suffisants pour qu'on puisse en tirer profit pour l'établissement du plan entier. Il sera très facile de conclure si pour le cas concret il faut renoncer ou non à la grande exactitude et à la rapidité que donne la méthode.

On entend souvent dire que la photogrammétrie n'est applicable qu'en haute montagne. Sous cette forme générale cette manière de s'exprimer est erronée. Il faut plutôt dire que la photogrammétrie aura en haute montagne une telle supériorité qu'aucune autre méthode ne saurait lui

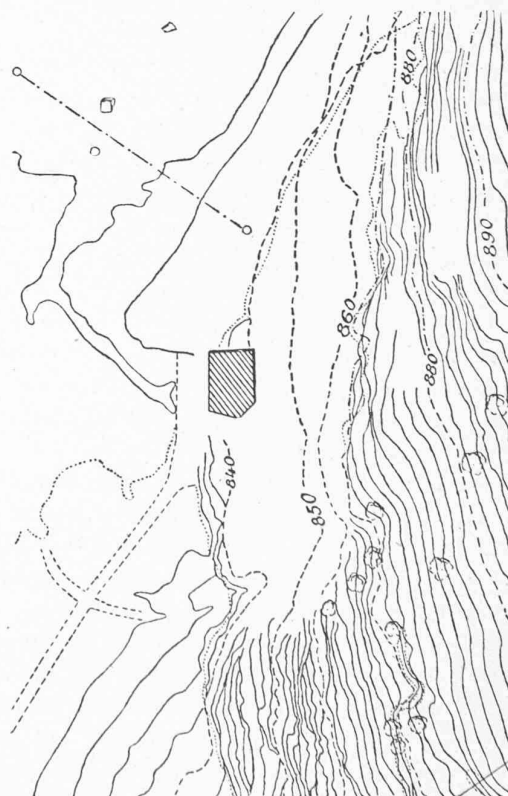


Fig. 14. — Plan autogrammétrique au 1 : 500 d'une paroi de rochers dont les parties en surplomb se traduisent par l'enchevêtrement et le chevauchement des courbes de niveau.

faire concurrence. En dessous de la limite de végétation et en dehors de la haute montagne on trouvera encore de vastes parties qui rentrent dans le champ d'action de la photogrammétrie. Tant qu'il ne s'agit pas du relevé exclusif d'une forêt, d'un groupement de maisons ou d'une grande plaine, on pourra appliquer la photogrammétrie partout avec avantage. Mais il faudra surtout se rendre compte de la manière dont il faut combiner les différentes méthodes anciennes et nouvelles pour arriver rationnellement au résultat voulu. Plus la répartition du travail entre tachéomètre, planchette et autographe sera judicieuse, plus le résultat final sera rapide, avantageux et exact. Une telle organisation du travail ne présente pas de difficultés. Les lacunes probables que donnera la photogrammétrie peuvent être déterminées approximativement lors de la reconnaissance ou lors des travaux en campagne, mais mieux encore et avec beaucoup plus de sûreté par un triage rapide des négatifs au moyen de l'autographe. Il sera donc possible de mettre tout de suite au travail les opérateurs au tachéomètre ou à la planchette sans être obligé d'attendre que le plan photogramétrique soit établi.

L'objectif photographique ne saisit pas seulement les parties qui doivent être levées, mais tout ce qui se trouve dans son champ de vue. Cette propriété a pour l'établissement du plan technique un gros avantage qui donnera la facilité d'établir d'abord la partie du plan qui semble être absolument nécessaire au projet, quitte à augmenter l'étendue du plan dans un sens ou dans l'autre si le besoin s'en fait sentir. Rien ne sera plus facile sans toujours être obligé de répéter ou de compléter les opérations sur le terrain. Enfin il peut arriver que pour l'avant-projet on se contente d'un plan à petite échelle, quitte à augmenter celle-ci pour le projet définitif. Avec les anciennes méthodes cette manière de procéder demandait de nouveaux levés sur le terrain. La photogrammétrie par contre permettra sans autre l'établissement de plans à différentes échelles à condition toutefois que l'on prenne les précautions nécessaires lors des travaux en campagne, c'est-à-dire que l'opérateur en photogrammétrie sache à ce moment déjà quelle sera la plus grande échelle qui pourrait entrer en ligne de compte.

Si l'on se rend compte que la grosse partie des frais d'établissement de plans topographiques est justement et surtout pour les anciennes méthodes, occasionnée par les travaux en campagne on voit très vite quels sont les avantages économiques que donne la photogrammétrie

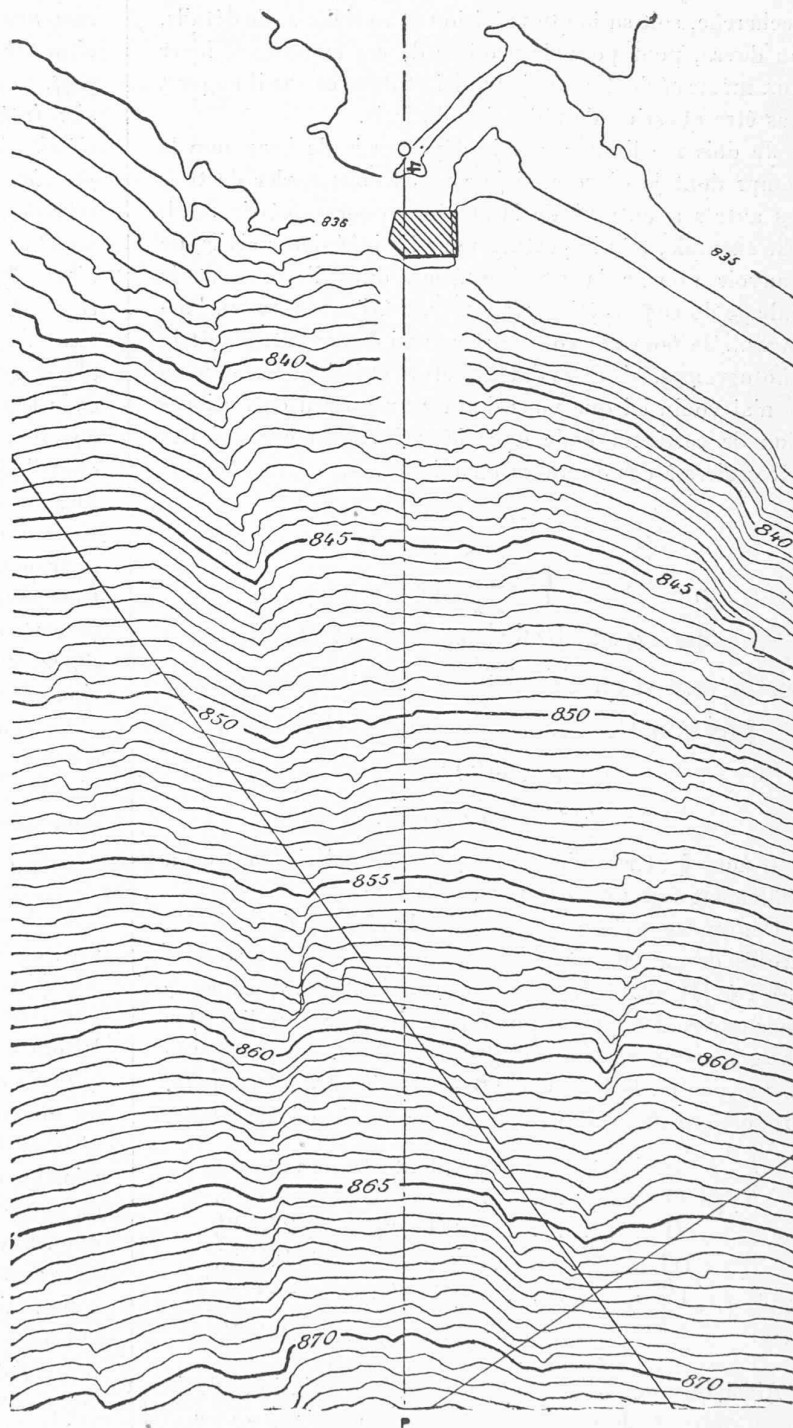


Fig. 15. — Partie supérieure de la fig. 14 dont les courbes ont été désenchevêtrées en les décalant chacune de 2 mm. par une translation parallèle à la droite 4-P, afin de pouvoir tracer les profils de la partie surplombante. Voir la description de cet artifice dans notre dernier numéro.

par les possibilités d'extension et de changement d'échelle.

Bien souvent la grande rapidité des mensurations photogramétriques prête lieu à la supposition que ces levés doivent moins coûter que les levés à la planchette ou au tachéomètre. Ceci n'est juste que pour le cas où l'on se contentera de l'exactitude obtenue jusqu'à ce jour par les anciennes méthodes pour les différentes échelles. Mais si ce sont les avantages de la photogrammétrie que l'on

recherche, soit sa haute précision et sa richesse de détails, on devra, pour pouvoir profiter de ces avantages, lever aux mêmes échelles que jusqu'ici et dans ce cas il ne peut pas être question de réduction de frais.

Je dois me limiter, car je dépasserais de beaucoup le temps dont je dispose, si je voulais vous parler de tous les autres avantages de la stéréophotogrammétrie celui, par exemple, très important pour les ingénieurs civils, de pouvoir donner la représentation dans l'espace et le cubage de constructions telles que bâtiments, murs, barrages... Je pourrais vous parler aussi des avantages de la photogrammétrie dans l'architecture et la balistique, mais je n'ai voulu ici que vous donner un aperçu de l'utilisation de cette méthode dans les relevés topographiques nécessaires à des ouvrages techniques.

## 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.)<sup>1</sup>

### k. Types de galerie.

Il nous faut revenir sur les types de galerie dont on a réellement fait usage (fig. 6).

Des quatre types prévus dans le plan N° 223 des C. F. F., Profils de galerie, on n'a appliqué que les types ovales N°s I à III ayant 1,6 m. de largeur et 2,0 m. de hauteur dans œuvre. Le type IV, de forme circulaire, au diamètre de 2,0 m., avec épaisseur de paroi de 40 cm. et armature de 38 kg. par m. le long de l'intrados, n'a pas été exécuté. Proportionnellement à la longueur totale de la galerie,

	il avait été prévu	il a été exécuté
Type I . . . . .	65,5 %	58,5 %
» II . . . . .	21 %	27,5 %
» III . . . . .	—	14 %
» IV . . . . .	13,5 %	—
Ensemble	100 %	100 %

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les variations de la roche entre Valle et le château d'eau ont été beaucoup plus fréquentes qu'on ne l'avait présumé. La longueur effective des types les plus forts ne correspond par conséquent plus, et l'écart est considérable, aux longueurs qui figuraient dans le projet.

On a lieu d'être quelque peu surpris de constater que malgré l'état défavorable de la roche, il n'a été fait aucun usage du type IV, alors qu'on aurait dû, semble-t-il y recourir dans une plus large mesure que ne le prévoyait le projet. Voici évidemment la raison de cette apparente contradiction: la direction des travaux, s'inspirant de l'opinion courante à cette époque, était persuadée que la

maçonnerie en béton était surtout destinée à l'établissement d'un tube lisse qui, d'une part, recevrait l'enduit et, d'autre part, transmettrait simplement à la masse rocheuse la pression intérieure de l'eau sous forme de pression radiale. On s'était dit que le béton pourrait facilement transmettre cette pression de 4,5 kg. au maximum, par cm<sup>2</sup> à la roche, et que cette dernière, même là où elle était déchirée ou feuilletée; serait parfaitement en état de la supporter. L'enduit intérieur n'avait d'autre rôle à jouer que celui de couche étanche et, pour qu'il pût résister, le cas échéant, à la pression extérieure, une fois la galerie vidée, il fut muni d'une légère armature et d'un ancrage. Les déclarations des intéressés et la lettre déjà citée que le directeur local des travaux a adressée au service de l'électrification, lettre qui a eu pour effet l'adoption de l'enduit Rabitz non prévu à l'origine, font foi que telle était bien la manière dont on envisageait alors la question. Toutes ces suppositions quant à la transmission de la pression intérieure étaient erronées comme nous le démontrerons plus loin, mais c'est à cause de cette opinion que le choix des types de galerie n'a été déterminé que d'après la puissance présumée de la pression extérieure.

Ce choix a été fait par le directeur local des travaux d'accord avec le conducteur des travaux du lot. Le service de l'électrification à Berne ne s'est pas livré à l'examen spécial et approfondi du choix des types.

### 3° Eaux souterraines.

Les recherches et analyses extrêmement intéressantes auxquelles le bureau hydrométrique fédéral (N° 13 du Bulletin du service des eaux) et la Société suisse des sciences naturelles ont procédé, ont démontré que l'eau du lac de Ritom avait une assez forte teneur en gypse (Ca S O<sub>4</sub>). D'après ces analyses, l'eau du lac renferme en outre, dans les couches profondes, une quantité considérable d'hydrogène sulfuré. La teneur en gypse provient des couches triasiques des abords du lac qui renferment plus ou moins de gypse ou d'anhydrite. Il y avait donc lieu de craindre que les sources rencontrées dans la galerie ne continssent, elles aussi, du gypse soit parce qu'elles pouvaient être en communication avec le lac, soit parce que les couches de gypse et d'anhydrite n'étaient pas très éloignées. Il n'a toutefois été fait aucune analyse de l'eau des sources de la galerie quant à leur teneur en gypse.

À la demande des experts, il a été prélevé en juillet et en août 1920 une série d'échantillons d'eau, lesquels ont été analysés par le Laboratoire fédéral d'essais des matériaux.

C'est à proximité du puits des vannes que l'eau a la plus forte teneur en gypse, 0,83 gr. par litre, et à cent mètres de là, déjà, cette teneur tombe à moins de 0,1 gr. par litre.

Les experts Rothpletz et Buchi savent par expérience que l'eau renfermant du gypse désagrège le béton de préparation et de porosité normales, même quand elle n'y trouve accès que longtemps après la prise et le durcissement, si ce béton n'est pas complètement plongé dans

<sup>1</sup> Voir Bulletin technique du 2 avril 1921, page 77.