Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 47 (1921)

Heft: 7

Artikel: 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)

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-36584

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: 08.07.2025

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

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.

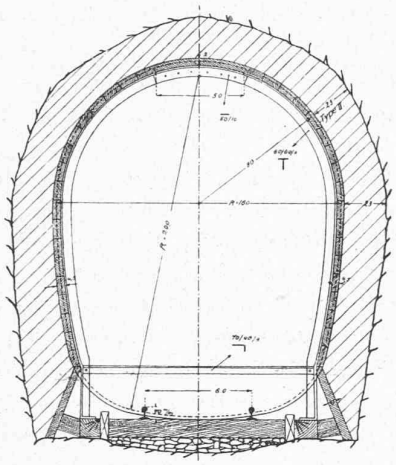

Fig. 4. — Coffrage. — 1 : 40.

Immédiatement après le percement on a commencé le bétonnage qui a été exécuté pendant les périodes que voici :

en juin	1919	13 m.	pieds-droits	et	voûte.
» juillet	1919	255 »	»		»
» août	1919	264 »	»		»
» septembre	1919	197 »	»		»
» octobre	1919	93 »	»		»
» nov. et décembre	1919	22 »	»		»
	Ensemble	844 m.	»		»

Quant au radier, il a été bétonné :

92 m.	en août	1919.
129 m.	en septembre	1919.
63 m.	en octobre	1919.
542 m.	en novembre	1919.
18 m.	en décembre	1919.
Ensemble 844 m.		

On voit que la maçonnerie des pieds-droits et de la voûte a été exécutée presque entièrement en été et en automne, tandis que la plus grande partie du radier l'a été pendant l'hiver de 1919, dans des conditions difficiles. C'est aussi durant l'hiver qu'on a effectué la plus grande partie des travaux de bétonnage de la section qui s'étend entre le château d'eau et la chambre d'appareillage. Des renseignements qui nous ont été fournis par la direction des travaux et par l'entreprise il résulte que la préparation du béton durant l'hiver, à Valle, a présenté des difficultés à cause du froid, et qu'il a fallu recourir au chauffage des tambours. Il ne semble par conséquent pas impossible aux experts que le béton ait un peu souffert, par endroits. Toutefois, il s'agit surtout du béton du radier, et l'on a constaté que jusqu'ici le radier n'avait pas souffert à proprement parler.

D'après les indications concordantes de la direction des travaux et de l'entreprise, la galerie d'avancement n'a pas dégagé tout le profil, mais seulement celui du type I ou même un peu moins. Ce n'est qu'immédiatement avant le maçonnage, c'est-à-dire après le percement que le reste a été excavé soit à la main soit à l'aide de petites mines suivant la nature de la roche. Avant le bétonnage même, on a soigneusement lavé la roche avec de l'eau du lac sous pression de 3 atmosphères environ. Les grandes fentes ont été cimentées, mais tel n'a pas été le cas pour les petites fentes de la largeur du doigt, par exemple. Dans la section qui s'étend entre Valle et le château d'eau, la roche était très feuilletée et même sablonneuse par places. Ces surfaces feuilletées ou sablonneuses n'ont été recouvertes d'aucun enduit. La direction des travaux a pensé que ces petites fentes se rempliraient de mortier lors des injections de ciment pratiquées dans le sommet de la voûte. Avant son bétonnage, le radier a été nettoyé d'abord à l'air comprimé (5 atm.), puis proprement lavé à l'aide d'eau sous pression de 3 atm. à peu près.

L'ordre dans lequel le bétonnage du profil (seuls les types ovales I à III ont été appliqués, le type circulaire IV ne l'a pas été), s'est effectué est le suivant : d'abord on a bétonné par tronçons et le plus possible tout d'une traite les pieds-droits et la voûte, le radier a été établi quelques mois plus tard et lié par joints francs aux pieds-droits. Le genre de coffrage est indiqué dans le dessin (fig. 4). D'après ce dessin, le profil a été fixé de la manière habituelle à l'aide de cadres en fers à T contre lesquels on a appliqué le boisage. La planche d'assemblage à l'extrémité inférieure du pied-droit a été sensiblement déplacée vers l'extérieur si bien que le joint du pied-droit avec le radier est beaucoup plus en dehors que ne le prévoyait le plan du contrat. Les bois de coffrage employés avaient 10 à 15 cm. de hauteur. Le béton préparé dans le malaxeur aux abords de la fenêtre de Valle a été conduit par wagonnets jusqu'à l'endroit où il devait être employé, puis damé par couches de 10 à 15 cm. de hauteur dans les pieds-droits jusqu'à la clef de voûte qui a 50 à 60 cm. de largeur. La clef de voûte elle-même a été établie par damage dans le sens de l'axe de la galerie 1 à 3 jours plus tard. *Il aurait été préférable de toujours fermer la voûte du même coup.*

Le béton fut préparé à consistance de terre humide, vidé des wagonnets et introduit dans les pieds-droits sans qu'il eût été procédé à un nouveau mélange. On l'a, autant que possible, projeté contre le rocher pour que les particules les plus ténues vinssent s'adapter aux surfaces d'excavation et qu'ainsi on eût une maçonnerie bien adhérente. Le béton de la galerie a été dosé à raison de 250 kg. de ciment Portland par m³ de gravier et renferme, par conséquent, s'il a été normalement fabriqué, à peu près 235 kg. de ciment Portland par m³ de béton prêt. A cette occasion nous tenons à relever que le dosage a été porté à 250 kg. de ciment Portland sur les conseils de M. le professeur Narutowicz dans son rapport de 1914.

f. Drainage.

Comme, d'une manière générale, la roche était simplement humide, le bétonnage du radier, des pieds-droits et de la voûte n'a pas présenté de difficultés spéciales. En revanche, il a surgi dans toute l'étendue du profil de la

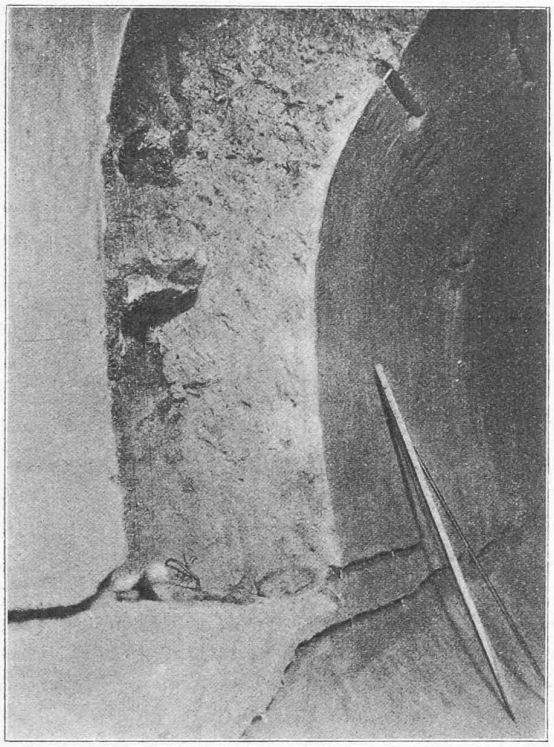

Fig. 5. — Sondage du piédroit à l'hectomètre 7,43.
Photographie prise par M. Büchi, le 21 juillet 1920.

première section de galerie, longue de 150 m. environ et partant du puits de vannes, toute une série de sources ayant un débit total de 3 à 4 litres par seconde. Dans cette section, l'établissement des pieds-droits et de la voûte ainsi que, en particulier, l'application de l'enduit se sont heurtés à certaines difficultés. Tandis qu'on avait prévu un drainage, à l'origine (drainage qui, à la vérité, n'est pas correctement indiqué dans les types de galerie), on y a renoncé lors de l'exécution. Par conséquent il a été assez malaisé d'établir le radier sur toute la section Piora-Valle parce qu'il fallait toujours capter provisoirement l'eau. Le bétonnage du radier des 150 premiers mètres de galerie notamment, a été rendu difficile par l'afflux de l'eau. Le béton du radier est de qualité un peu inférieure en cet endroit. Les experts estiment qu'on aurait dû y opérer un drainage ; toutefois, étant donné que la roche est assez bonne, le fait qu'on n'a pas drainé cette partie ne saurait avoir exercé une influence sensible sur la formation des fissures.

g. Enduit.

Dans les plans et dans le cahier des charges on avait, à l'origine, prévu un enduit ordinaire et étanche de ciment Portland, ayant 2 cm. d'épaisseur (voir fig. 7). Au début des travaux de bétonnage, pendant l'été 1919, le service de l'électrification s'est, sur proposition du directeur local des travaux, décidé à substituer au revêtement ordinaire un enduit armé du système Rabitz, tout en renonçant à faire exécuter le type circulaire N° IV qui était légèrement armé et devait être appliqué sur une longueur de 130 m. La direction des travaux était partie de la considération que la maçonnerie en béton était simplement destinée à supporter, le cas échéant, la pression de la montagne et à servir de surface d'application pour l'enduit. Cet enduit devait former une couche protectrice très compacte et, grâce à son armature fixée dans le béton, offrir en outre la garantie qu'elle ne pourrait être détachée par la pression extérieure de l'eau quand la galerie aurait été vidée. La galerie sur toute sa longueur et le château d'eau furent donc revêtus d'un enduit armé de 2 ½ cm. à peu près d'épaisseur. Ce travail fut commencé en septembre 1919 et terminé en janvier 1920, pour la galerie ; en février 1920, pour le château d'eau.

h. Injections de ciment.

On a disposé, tous les deux mètres, dans le faîte de la galerie des tubes d'un pouce de diamètre à l'aide desquels on a injecté du mortier liquide de ciment à la pression initiale de 5 atm. environ. Ces injections ont eu lieu sur toute la longueur de la galerie principale et de la galerie de raccordement allant du château d'eau à l'amorce, ainsi que dans les parois du château d'eau. Le § 8 du cahier des charges spécial pour l'exécution des tunnels d'adduction d'eau prescrit ce qui suit au sujet de ces injections de ciment :

« En règle générale, l'enduit imperméable doit être appliqué immédiatement après l'achèvement de la maçonnerie du tunnel. La direction des travaux décide des exceptions qui peuvent ou doivent être faites à cette règle. Pour éviter des fissures dans la maçonnerie et l'enduit, sous l'influence de la pression intérieure de l'eau contre les par-

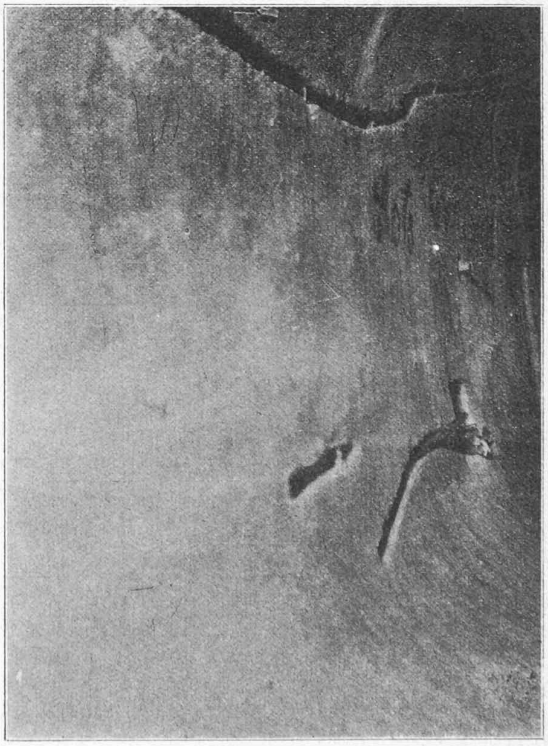

Fig. 6. — Fissures dans le piédroit à l'hectomètre 7,43.
Photographie prise par M. Büchi, le 21 juillet 1920.

ties qui ne seraient pas maçonnées en plein, les vides entre la maçonnerie et le terrain doivent être comblés au moyen d'injections de ciment.

. . . . . .

Un lait de ciment Portland, pas trop liquide, est injecté derrière la maçonnerie, après l'achèvement complet de celle-ci, au moyen de trous forés ou aménagés d'ordinaire à la clef de la voûte. L'intervalle entre les trous est de 2 m. L'injection est effectuée au moyen d'appareils appropriés sous une pression allant jusqu'à 6 atmosphères, de façon que tous les vides entre la maçonenrie et la roche paraissent comblés. C'est la direction des travaux seule qui décide à ce sujet. Le lait de ciment peut être additionné de sable criblé finement ; la quantité admise est de 100 l. de sable au maximum pour 100 kg. de ciment sec. A la demande de la direction des travaux, l'entrepreneur est tenu de démolir des parties de voûte complètement achevée, afin de pouvoir vérifier l'effet des injections, sans qu'il ait droit à une indemnité spéciale pour la démolition et la reconstruction des dites parties. »

Ces injections de ciment dans la voûte duraient chaque fois jusqu'à ce que du lait de ciment s'écoulât du petit tube suivant ou que le mortier de ciment ne pût plus entrer. D'ordinaire, l'injection a eu lieu après l'achèvement de l'enduit Rabitz. D'après le rapport de la direction des travaux, on a employé pour la section Vallechâteau d'eau, par exemple, qui a une longueur de 458 m., 1396 sacs de ciment Portland, c'est-à-dire 3 sacs par mètre. Une récapitulation établie par l'entreprise le 15 décembre 1919 donne 2 $^1/_4$ sacs à peu près par m. pour 310 m. de cette section (dans la galerie de l'Albula, on avait injecté 5 à 10 sacs par m., voir Ludin : *Forces hydrauliques*).

Ces injections de ciment furent considérées comme suffisantes par la direction des travaux surtout après qu'elle eut constaté, une fois qu'on avait procédé à l'injection dans un endroit où l'on n'avait pas encore appliqué l'enduit, que du lait de ciment entrait dans le profil à la partie inférieure du pied-droit.

L'inspection de quelques sondages pratiquée, les uns à la demande de la direction des travaux et les autres à celle des experts, dans la partie inférieure de la voûte et dans les pieds-droits a démontré que le béton des pieds-droits adhérait relativement bien à la roche pour autant qu'on pouvait le constater à l'œil nu, ce qui s'explique du reste par la manière dont le travail a été accompli (fig. 5 et 6[1]). En revanche, on n'a pu observer dans les parties ainsi démolies du pied-droit que de rares traces du ciment injecté dans la voûte.

Ces injections de ciment dans la voûte n'étaient, les experts en sont convaincus, pas suffisantes. Il aurait dû en être pratiqué non seulement dans le sommet de la voûte, mais encore dans les pieds-droits et dans le radier. Il n'était guère possible que le lait de ciment, alourdi de sable, s'infiltrât en quantité suffisante depuis la voûte, à travers toutes les petites ouvertures de la roche disloquée, les minuscules cavités subsistant entre le béton et la roche ou enfin le béton lui-même, jusque dans la partie inférieure des pieds-droits. Cette répartition du mortier de ciment était d'autant moins possible que le profil était obturé à l'intérieur par l'enduit et que, par conséquent, l'air et l'eau renfermés dans les petites cavités dont il vient d'être question ne parvenaient point à s'échapper. D'après les expériences qu'a faites l'un des experts (l'ingénieur Rothpletz) on devrait, notamment dans les terrains aquifères, commencer les injections de ciment par le bas des pieds-droits et continuer en remontant vers la voûte de manière à chasser l'eau et l'air. Il est regrettable que la direction des travaux n'ait pas insisté, dès le début, pour que des injections de mortier de ciment ou de mortier liquide eussent lieu d'une manière très complète sur toute l'étendue du profil, puisque l'art. 8 du cahier des charges spécial relève l'importance d'un maçonnage en plein et la nécessité absolue des injections de ciment. La direction des travaux aurait dû constater l'effet des injections en procédant à des sondages dans certaines parties de la voûte et des pieds-droits, et cela d'autant plus que, d'après le cahier des charges spécial, l'entrepreneur est tenu d'exécuter à ses propres frais ces travaux de vérification dès que la direction des travaux le demande.

Mais il ne faut pas oublier que l'injection prescrite, si consciencieusement qu'on l'opère, n'assure pas d'une manière absolue le remplissage parfait de toutes les cavités, même les plus petites qui se trouvent derrière le béton. Il est difficile d'arriver à remplir entièrement tous ces vides parce que la surface d'excavation de la galerie est irrégulière et qu'on ne pourrait l'égaliser à peu près qu'à très grands frais. Le contact entre le béton et la roche n'existera donc pas partout ; les surfaces n'adhéreront jamais l'une à l'autre que là où il y a des saillies. Il suffit que ces saillies viennent à être écrasées pour que la maçonnerie cède et, comme nous le montrerons ci-dessous, le fait que la maçonnerie cède, ne fût-ce que d'une fraction de millimètre, peut avoir pour conséquence la formation de fissures dans le béton. Par suite de ces appuis en saillie, même là où la roche est excellente, le béton cédera légèrement et il s'y produira des fissures dès que la pression de l'eau à l'intérieur de la galerie dépassera un certain degré. Les experts ne peuvent encore se prononcer sur le point critique de cette pression. Dans le cas particulier, toutefois, ils estiment que cette pression intérieure n'a pas atteint le point critique dans la section supérieure de la galerie, où est la meilleure roche.

i. Dosage du ciment Portland.

Pour le béton de la galerie, ainsi que du château d'eau et de ses dépendances, il a été prescrit 250 kg. de ciment par m³ de gravier, ce qui correspond à peu près à 235 kg. de ciment par m³ de béton préparé. En exécutant le bétonnage on a constaté les excédents de profil suivants :

[1] Nous devons la communication de ces photographies à l'obligeance d'un des experts, *M. J. Buchi*, ingénieur, à Zurich. — *Réd.*

Pour le type	I :	77 %	en chiffre rond
» »	II :	21 %	» »
» »	III :	5 %	» »

Ces excédents de profil ont été complètement remplis avec le béton employé pour le profil proprement dit ou, en certains endroits, maçonnés en pierre avec ce béton. L'un des experts (l'ingénieur Buchi) a été chargé de vérifier la proportion de ciment. Pour cette vérification, l'entreprise a fourni les preuves de la quantité de ciment qui a été consommée. Le cubage des maçonneries, d'autre part, a été contrôlé à l'aide des comptes et des indications de la direction des travaux. Cette vérification établit que la dépense de ciment pour l'ensemble des travaux est, à 1 % près, exactement celle qui résulte des calculs établis d'après le cubage. Pour la galerie de Ritom même, la proportion est de 8 % plus faible tandis que pour le barrage elle est de 16 % plus forte.

Etant donnée l'impossibilité de déterminer avec précision les excédents de profil et vu les erreurs inévitables qui se produisent dans le calcul de la consommation de ciment par unité de mesure, vu enfin la difficulté qu'il y a à répartir uniformément le ciment sur les diverses parties de l'ouvrage, on peut constater, pratiquement parlant, que la dose de ciment a répondu aux prescriptions.

(*A suivre.*)

Concours pour l'étude des plans d'un bâtiment d'internat à l'Ecole cantonale d'agriculture, à Cernier.

En exécution du décret du Grand Conseil neuchâtelois du 17 mai 1920, le Département des travaux publics a mis au concours entre les architectes neuchâtelois ou domiciliés dans le canton de Neuchâtel l'étude des plans d'un bâtiment d'internat à l'Ecole cantonale d'agriculture à Cernier, à ériger sur le terrain disponible, situé au sud-est des constructions existantes.

Le bâtiment contiendra : *a*) les services généraux ; *b*) les locaux d'instruction ; *c*) le logement des élèves.

Il est indiqué de placer les services généraux et les locaux d'instruction aux étages inférieurs du bâtiment et les locaux d'habitation aux étages supérieurs du bâtiment.

Le nombre d'étages n'est pas précisé, toute liberté est laissée aux concurrents à ce sujet.

La construction en deux étapes étant envisagée, les concurrents en tiendront compte dans la répartition des locaux. La première étape comporterait les services généraux, les locaux d'instruction et une partie des locaux d'habitation pour 80 élèves environ. La seconde réaliserait le développement indispensable des locaux de la première étape et la création des dortoirs nouveaux avec leurs dépendances. Le laboratoire de chimie et l'aula peuvent être compris dans l'une ou l'autre des étapes.

La hauteur du bâtiment n'est pas définie ; il est recommandé de grouper les services et les locaux de façon à diminuer le coût de la construction dans la mesure la plus importante possible.

Extrait du rapport du jury.

Le jury nommé pour l'examen des projets présentés au concours pour l'étude des plans d'un bâtiment d'internat à l'Ecole cantonale d'agriculture, à Cernier — jury composé de

CONCOURS POUR L'INTERNAT
DE L'ÉCOLE D'AGRICULTURE DE CERNIER

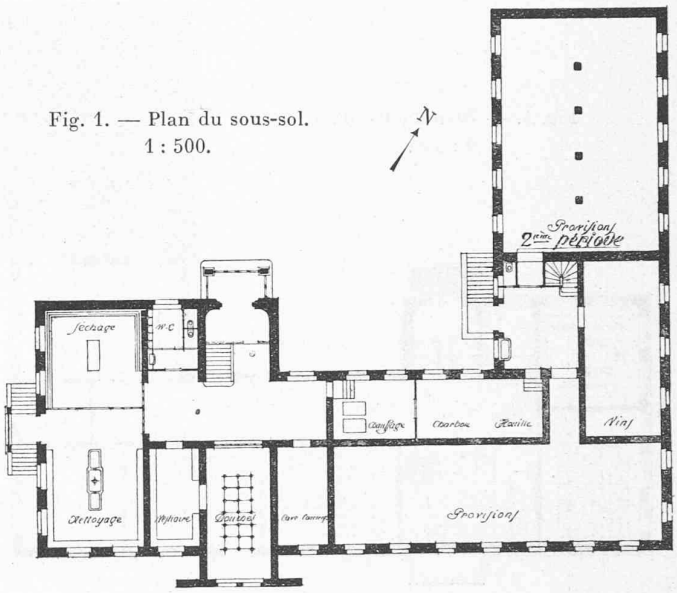

Fig. 1. — Plan du sous-sol.
1 : 500.

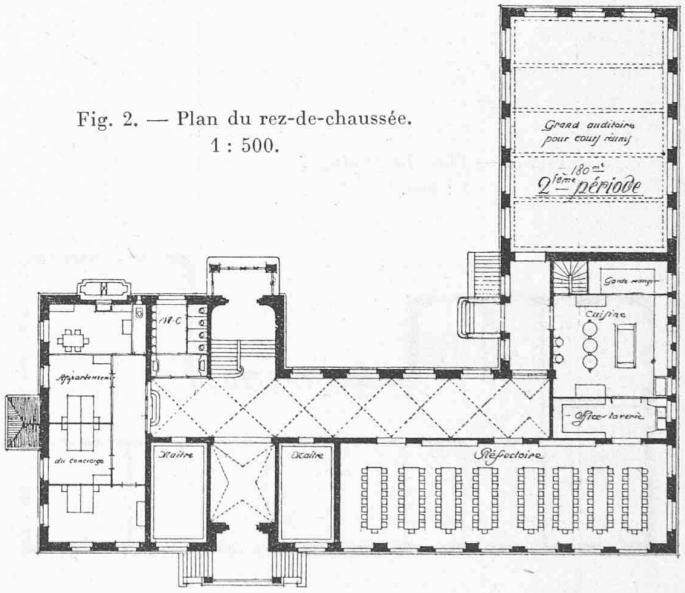

Fig. 2. — Plan du rez-de-chaussée.
1 : 500.

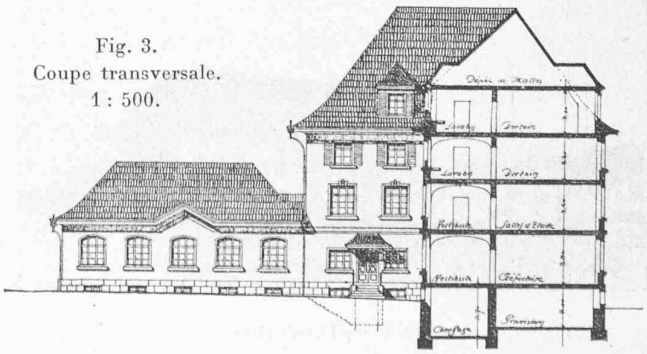

Fig. 3.
Coupe transversale.
1 : 500.

Ier prix : projet « Les Vieux Prés »,
de MM. *U. Grassi & A. Hodel*, architectes, à Neuchâtel.