

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin technique de la Suisse romande
<b>Band:</b>	49 (1923)
<b>Heft:</b>	15
<b>Artikel:</b>	Les travaux d'amenée dans la Grande Eau des eaux du lac d'Arnon
<b>Autor:</b>	Schmidhauser, P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-38236">https://doi.org/10.5169/seals-38236</a>

### **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:** 26.01.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE AGRÉÉ PAR LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

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

**SOMMAIRE :** *Les travaux d'aménée dans la Grande Eau des eaux du lac d'Arnon*, par P. SCHMIDHAUSER, ingénieur, Directeur des travaux (suite). — *Résultats des essais d'étanchement au moyen de terre glaise, exécutés à la station de « Manegg », 1<sup>re</sup> partie*, par W. HUGENTOBLE, ingénieur de la Commission de colmatage de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux. — *DIVERS : Le canal d'Entreroches. — BIBLIOGRAPHIE. — Service de placement.*

## Les travaux d'aménée dans la Grande Eau des eaux du lac d'Arnon

par P. SCHMIDHAUSER, ingénieur, Directeur des travaux.

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

### Les travaux de percée sous le lac.

Tous préparatifs étant faits en vue d'éloigner dans la plus large mesure les causes extérieures de ralentissement ou d'arrêt des travaux, en particulier le renforcement de la ligne haute tension au Col des Andérets, basé sur les expériences faites au cours des hivers précédents, et, avec l'aide d'une équipe formée d'éléments choisis sur les deux chantiers, on reprit les travaux sous le lac au commencement d'octobre 1919, c'est-à-dire à la fin de l'été. Notons en passant qu'à ces altitudes l'année ne se compose guère que de six mois d'été et six mois d'hiver. Il s'agissait de procéder avec une extrême prudence, car, dans ce labyrinthe de galeries n'offrant d'autre dégagement que le Puits I, la moindre imprudence pouvait coûter la vie de tout le personnel qui y était occupé.

Les attaques « directe,  $d_1$ ,  $d_2$ , et  $g_1$  » (voir fig. 17) furent poussées jusqu'à ce que dans chacune d'elles un ou plusieurs trous de mine donnèrent de l'eau. Au fond de chacune d'elles ne restait plus qu'un mur de rocher de 1 m. 50 à 2 m. d'épaisseur derrière lequel se trouvait l'éboulis. Des grillages en gros bois ronds furent établis au débouché de chacune de ces galeries dans la galerie transversale, destinés à retenir la masse de pierraille et de blocs pouvant être entraînés par l'eau à la première rupture, et éviter ainsi l'obstruction de cette dernière.

Le 22 octobre, on provoqua la première rupture dans la galerie  $d_2$  par l'allumage d'une demi-série ordinaire de coups de mine. Lorsqu'on retourna constater les effets de cette explosion, le front d'attaque de la galerie présentait un trou d'environ 1 m<sup>2</sup> de section qu'obturaient une quantité de blocs d'éboulis, au travers desquels l'eau filtrait en quantité déjà appréciable. Le dégagement de ces blocs à l'aide de longues barres d'acier nous permit d'augmenter le débit de cette venue d'eau et de le porter à 260 litres par seconde.

Nous avions noté un « raté » lors de l'explosion des coups de mine, ce qui nous obligea à renoncer à toute tentative future d'élargir l'orifice ainsi obtenu. Le résultat était d'ailleurs très satisfaisant, et pour peu que les autres galeries en eussent donné de pareils, nous aurions été aisément à même de vider le lac rapidement.

Puis ce fut le tour de l'attaque  $d_1$  où on décida d'allumer une série ordinaire complète de coups. Le résultat fut un trou d'environ 0,7 m<sup>2</sup> qui laissait voir une surface non ébranlée de pierres anguleuses noyées dans une masse argilo-sableuse d'aspect très imperméable. Une petite venue d'eau d'environ 20 litres par seconde constituait le maigre gain dû à cette opération. On se mit à élargir l'ouverture en opérant toujours avec toute la prudence qu'exigeant des travaux aussi dangereux, et l'on vit augmenter à 60 litres par seconde la venue d'eau. Mais, à notre grand désappointement, le débit de la galerie  $d_2$  avait diminué d'autant.

Le lac était encore plein, c'est-à-dire qu'il y avait une hauteur d'eau de 25 mètres sur les têtes de nos galeries.

La preuve était faite que l'éboulis se présentait sous la forme d'une masse très peu perméable, ou tout au moins que la zone adjacente au rocher l'était, puisque les deux orifices ne donnaient pas la quantité d'eau qu'ils eussent été capables de débiter. En outre, il y avait communication entre  $d_1$  et  $d_2$  par le plan de contact entre l'éboulis et le rocher. La mesure des températures de l'eau nous indiqua que ces venues d'eau étaient alimentées par la nappe d'eau du lac qui se trouvait à 10 ou 11 mètres au-dessus des galeries.

Forts de cet enseignement, on décida de créer, dans une autre galerie une nouvelle venue d'eau, non pas au même niveau que les précédentes, mais à 2 m. en contre-bas, et de recourir à un moyen plus violent en chargeant un fourneau de mine de 350 kg. de dynamite.  $g_2$  fut choisie à cet effet. Un puits de 2 m. y fut creusé, du fond duquel on poussa la galerie dans la direction du lac. Lorsque les trous de « sonde » annoncèrent qu'il n'y avait plus qu'une épaisseur de rocher de 2 mètres, on creusa un petit boyau parallèle à la rive du lac et on y bourra la charge de dynamite. Un bouchon de béton dans lequel on ménagea les trous nécessaires pour le faire sauter ensuite, constituait le bourrage de cette charge et assurait que la puissance totale développée par l'explosion de cette mine serait

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 7 juillet 1923, page 161.

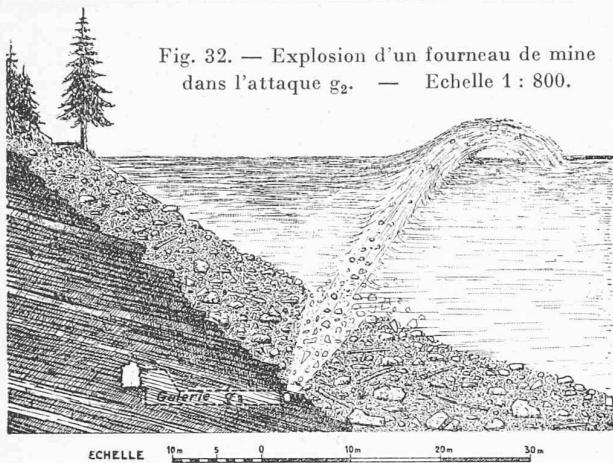


Fig. 32. — Explosion d'un fourneau de mine dans l'attaque  $g_2$ . — Echelle 1 : 800.

utilisée à provoquer une importante voie d'eau au travers de la couche d'éboulis.

La figure 32 est l'expression aussi fidèle que possible du phénomène observé sur la surface du lac lors de l'explosion de cette mine, le 4 novembre 1919. De prime abord, ce résultat paraissait merveilleux. On s'empessa de retourner dans la galerie dans l'intention d'y charger les coups de mine destinés à rompre le bouchon de béton. La présence d'un gaz, que l'on reconnut par la suite comme ne pouvant être que de l'oxyde de carbone (violent poison) dégagé par la charge de dynamite, nous en empêcha. Six d'entre nous faillirent y laisser la vie ; ils purent heureusement être retirés de la galerie dans laquelle ils étaient tombés comme foudroyés, et en furent quittes pour un malaise de deux ou trois jours et une émotion d'ailleurs très légitime qui ne fut pas pour les encourager à y retourner. Après 48 heures d'énergique ventilation, on retourna dans la galerie et la destruction à l'aide de dynamite du bouchon de béton nous donna, comme premier résultat pratique de l'explosion du fourneau de mine, une nouvelle venue d'eau de 250 litres par seconde. Quelques heures après, un éboulement dans la berge sous-lacustre vint obturer partiellement l'orifice qui livrait passage à l'eau au travers de la couche d'éboulis, et son débit fut réduit à 140 litres/seconde.

La totalité des venues d'eau alors créées représentait ainsi 400 litres/seconde, et comme le lac recevait, par l'apport des différents ruisseaux, environ 100 litres/sec.,

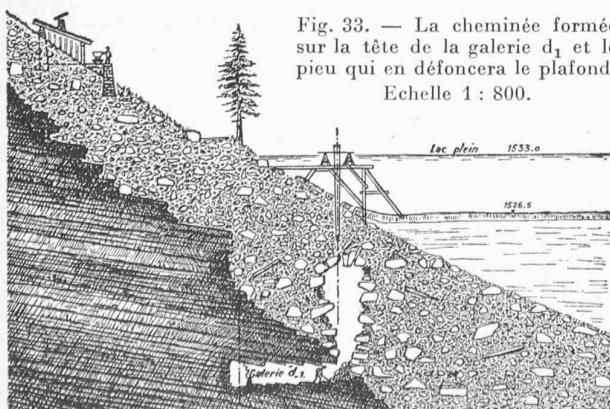


Fig. 33. — La cheminée formée sur la tête de la galerie  $d_1$  et le pieu qui en défoncera le plafond. Echelle 1 : 800.

son niveau s'abaisse de 8 cm. par 24 heures. C'était loin d'être suffisant.

L'attaque  $g_1$  fut alors poussée hors du rocher, mais elle ne donna que fort peu d'eau.

L'épaisseur de la couche de rocher à traverser étant sensiblement plus faible sur les galeries de droite que sur celles de gauche, on décida de pousser une galerie  $d_3$  jusque hors du rocher. Cette attaque devait, outre son rôle de contribution à l'abaissement du lac, servir ultérieurement de débouché à un puits vertical foncé depuis l'extérieur, au travers de la couche d'éboulis. En même temps, on se mit à élargir l'orifice au front d'attaque de  $d_1$ , en minant le seuil rocheux qui était resté à sa base, et on évacua tous les matériaux éboulés qui s'y trouvaient. L'eau qui coulait là sortait très limpide, prouvant qu'aucun travail d'érosion ne s'y produisait.

Décembre avait débuté lorsqu'on se mit en devoir de provoquer, au fond de cette attaque, des effondrements de la masse d'éboulis, dont les matériaux furent évacués

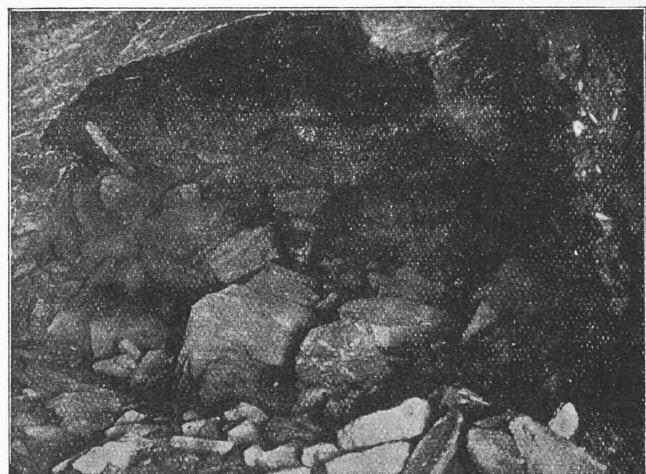


Fig. 34. — Pierraille charriée par l'eau dans la galerie  $d_1$ .

au fur et à mesure hors du Puits I. On y travailla par intermittence pendant plusieurs semaines, attaquant chaque fois que l'eau en sortait de nouveau absolument limpide.

Au fur et à mesure du déblayement de cette galerie qui se trouvait hors du rocher, on provoquait, s'il ne se produisait pas tout seul, un nouvel éboulement et la venue d'eau augmentait, ce travail fort délicat devait être poursuivi avec beaucoup de précautions et sans précipitation. On réussit à former ainsi, dans l'éboulis, une cheminée à peu près verticale de 12 à 13 mètres de hauteur (fig. 33). Les dimensions des blocs qui en furent extraits étaient telles que, jusque-là, nous n'avions pas à craindre une irruption en grande masse de l'eau dans les galeries (fig. 34). Mais dès ce moment-là, la croûte qui séparait le haut de cette cheminée du lac n'étant plus très épaisse, il convenait de suspendre cette opération jusqu'à ce que le lac se fût abaissé de 2 mètres encore.

Entre temps  $d_3$  sortait du rocher et donna un débit d'environ 100 litres/seconde au détriment du débit de  $d_2$

qui baissa d'autant. Puis on reprit la perforation dans la direction  $g_3$  espérant, en rejoignant ainsi la zone disloquée par l'explosion du fourneau de mine de  $g_2$ , donner une meilleure issue à l'eau à laquelle cette mine avait ouvert un passage au travers de la couche d'éboulis. On y arriva vers fin décembre 1919 et le résultat, bien que pas nul, ne fut pas des plus satisfaisant.

De fortes chutes de neige ainsi que de grosses avalanches contrarièrent singulièrement la marche de nos travaux pendant les mois de décembre et de janvier. Du 10 au 12 janvier la pluie tomba sans interruption jusqu'à des altitudes supérieures à 2000 mètres, provoquant un peu partout des avalanches, et alimentant les affluents du lac si bien que le niveau de celui-ci remonta de 30 cm.

Le 28 janvier 1920 l'abaissement était encore de 3 m. 50 seulement. On décida de faire une nouvelle tentative de percée du côté gauche et de recourir encore une fois aux moyens violents. La galerie  $g_4$  fut perforée (fig. 17), puis  $g_5$  parallèle au plan limite du rocher. Une charge de 1000 kg. de dynamite et 500 kg. de gamsite fut soigneusement entassée dans cette dernière galerie ; des détonateurs électriques furent convenablement répartis dans cette charge. Le bourrage consista à noyer toutes les galeries en laissant monter l'eau dans le Puits I jusqu'au niveau du lac.

Le 28 février, jour où l'on fit exploser cette mine, le lac était abaissé de 5 mètres, et recouvert de deux couches de glace superposées d'une épaisseur totale de 80 cm. La mine se trouvait donc à 20 m. au-dessous de la surface du lac. Soit dit en passant, la température de l'air était de — 28° C.

Le 18 février, de l'extrême sud du lac où tout le monde s'était retiré, on établit le contact électrique et la mine fut explosive. L'explosion de cette mine provoqua dans la glace un trou d'environ 10 mètres de diamètre, par lequel une quantité appréciable de boues, de graviers et de blocs provenant de la berge sous-lacustre fut projetée obliquement dans une direction est-nord-est.

Une descente dans le Puits II permit d'ouvrir les vannes N° 3 et de constater, après vidange du Puits I et des galeries, un débit total de 1400 litres/seconde dont 1000 litres devaient être considérés comme résultat de cette dernière explosion. Cela marcha ainsi pendant plus d'une heure, après quoi un éboulement sous-lacustre se produisit qui obtura l'ouverture si bien qu'elle ne donna plus que 60 litres/seconde.

Le débit total des venues d'eau était ainsi d'environ 460 litres, mais il diminua lentement à mesure que le niveau du lac baissait.

Vers mi-mars, alors que le lac était bas de 6 m. 50, l'unique chemin que nous avions comme accès au chantier, et qui bordait le lac, s'effondra en plusieurs points représentant une longueur totale d'environ 350 m. Les transports furent faits, dès lors, à l'aide de luges à bras en suivant une piste aménagée sur le lac et le traversant sur toute sa longueur.

A fin mars, on reprit le travail au-dessus de l'attaque  $d_1$  dont la position exacte avait été repérée sur la berge mise à sec par le retrait des eaux. Un pieu de 12 m. y fut dressé et battu à l'aide d'un mouton. La croûte d'éboulis qui crouvrait encore la cheminée créée à l'extrême de la galerie  $d_1$  s'effondra, emplissant cette cheminée. On dégagéa les déblais par dessous et, dans l'entonnoir qui s'était formé à la surface, on versa des pierres jusqu'à remplissage. A mesure qu'on déblayait dessous, et l'eau aidant, ces pierres descendaient dans la cheminée. On continua à en verser par en haut jusqu'à ce que l'on vit apparaître les premières au bas de la cheminée. On avait ainsi réalisé une sorte de drain vertical (fig. 35) rempli de blocage, qui devait contribuer dans une large mesure à abaisser rapidement le lac d'une tranche de 8 mètres dès le début de l'hiver suivant.

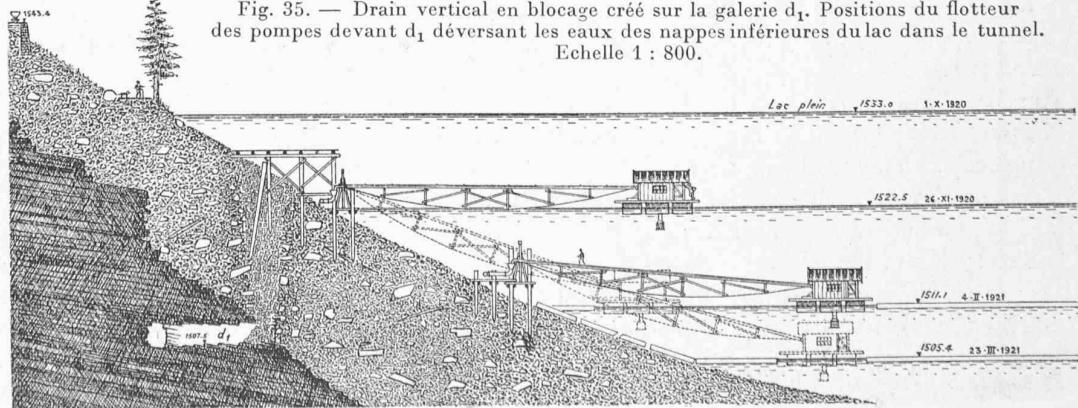
Pendant ce temps une équipe travaillait à l'établissement, dans la berge sous-lacustre mise à sec, d'une plate-forme au-dessus de la tête de galerie  $d_3$ . De cette plate-forme devait être foncé l'hiver suivant un puits établissant une communication directe avec  $d_3$ .

Il convient de noter ici que la décision avait été prise de recourir au cours de l'hiver suivant, à deux groupes de pompes centrifuges à installer sur pontons, pompes qui, en même temps que les venues d'eau obtenues dans les galeries, devaient assurer un rapide abaissement du niveau du lac jusqu'au-dessous du niveau de la prise d'eau (fig. 36 et 36 bis.)

On s'arrêta à deux pompes *Sulzer*, actionnées chacune par un moteur triphasé de 60 HP, permettant d'élever 250 litres par seconde chacune à 10 mètres.

Placées dans une maisonnette portée sur un flotteur, ces pompes travaillaient constamment avec la même hauteur d'aspiration et sous une hauteur de refoulement croissant au fur et à mesure de l'abaissement du niveau du lac. Les conduites de refoulement devaient donc pou-

Fig. 35. — Drain vertical en blocage créé sur la galerie  $d_1$ . Positions du flotteur des pompes devant  $d_1$  déversant les eaux des nappes inférieures du lac dans le tunnel. Echelle 1 : 800.



Épuisement d'une première nappe de 9 m. 60 à déverser dans l'émissaire du lac.

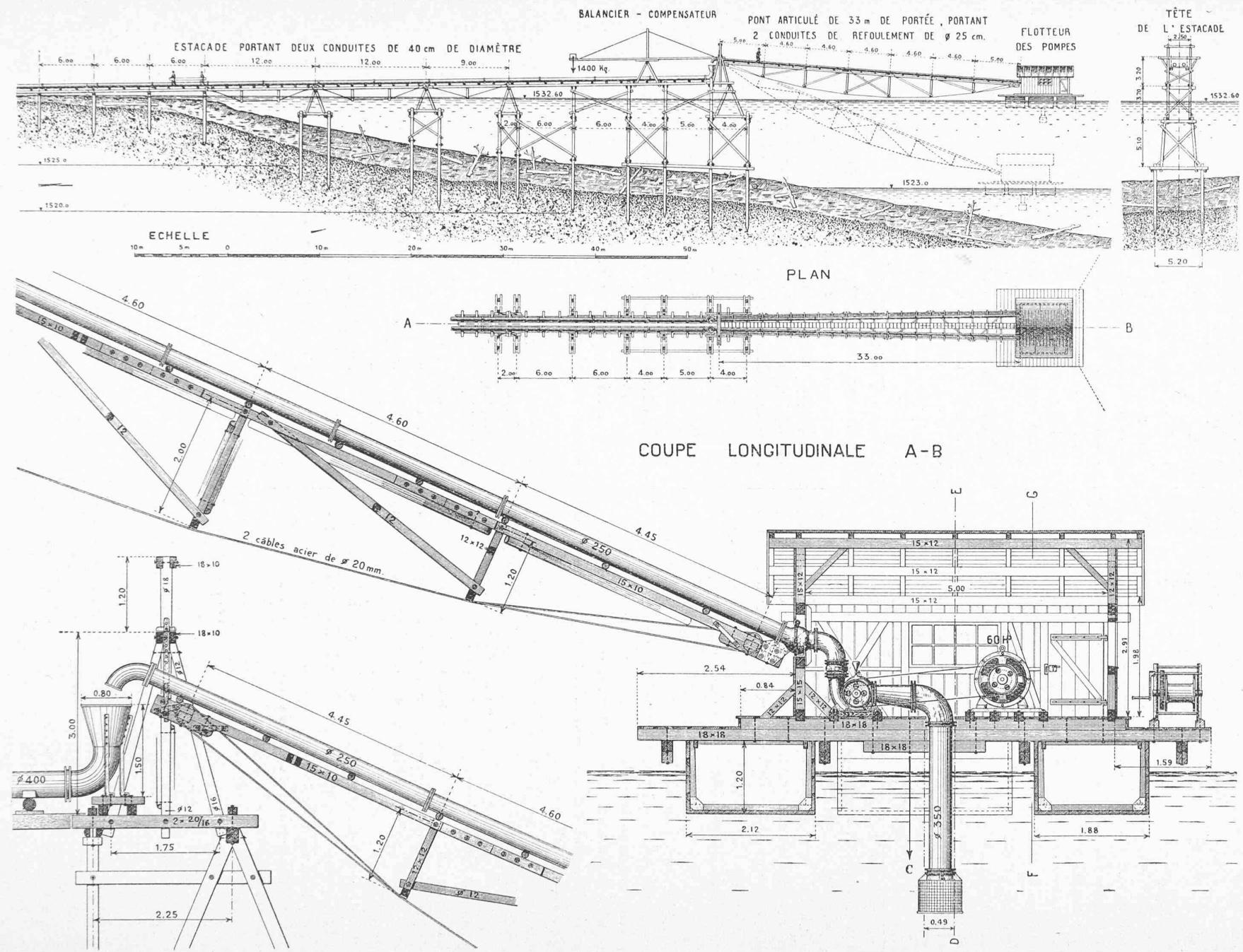


Fig. 36. — Installation de pompage pour la vidange du lac. — Echelle 1 : 83,

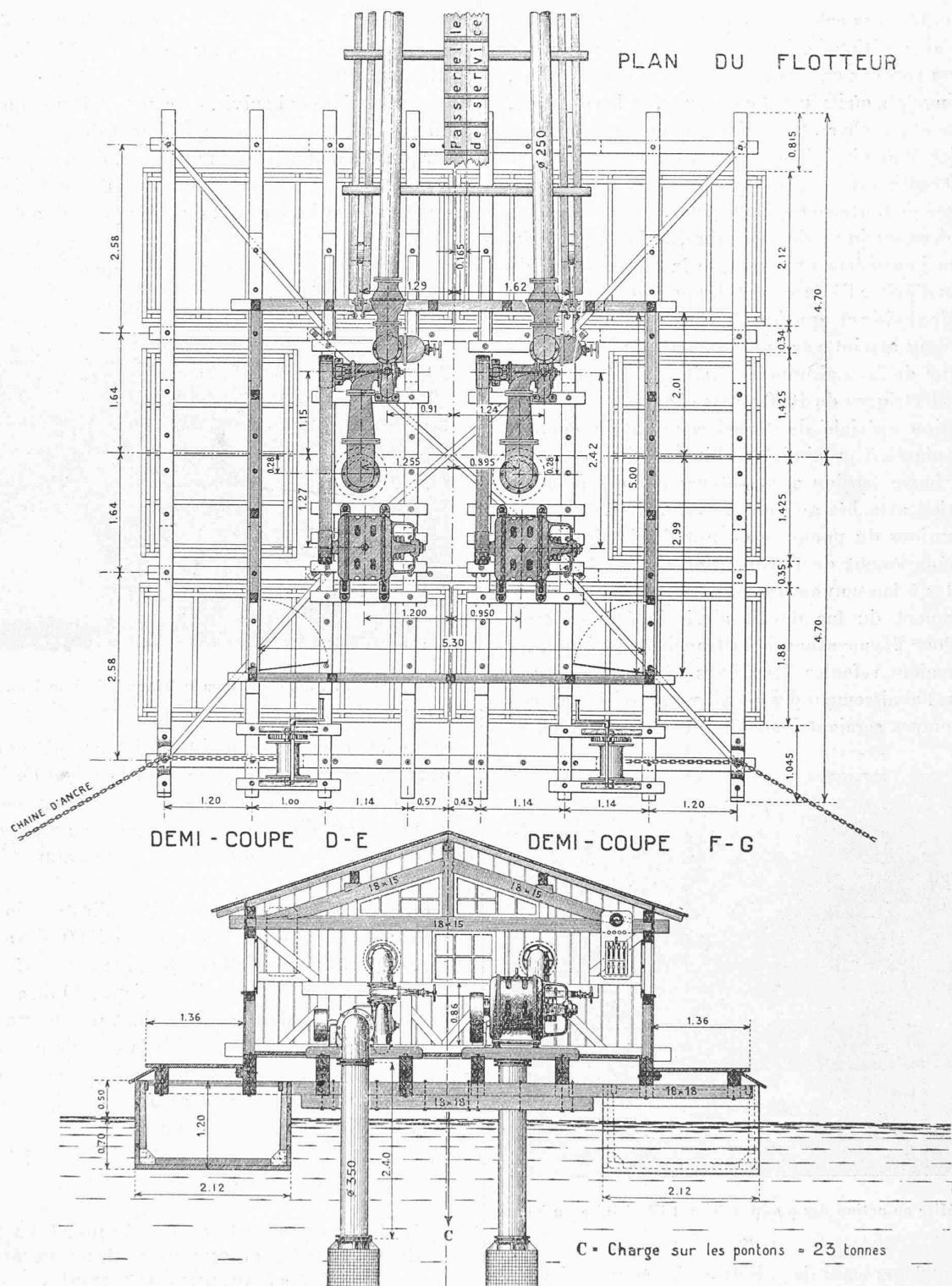


Fig. 36 bis. — Flotteur des pompes. — Echelle 1 : 83.

voir s'incliner automatiquement selon les besoins, ce qui fut obtenu par l'interposition de pièces spéciales articulées placées à leur sortie de la maisonnette. L'inclinaison de la berge sous-lacustre aux environs de la prise d'eau détermina la longueur de 33 mètres choisie pour ces conduites, et celles-ci furent portées sur un pont aussi léger que possible construit sur place à cet effet. Ainsi que le

montre la figure 36, le pont est porté dans la paroi de la maisonnette d'une part, et est suspendu d'autre part à un chevalet en bois ; chaque appui est articulé. Son poids, conduites pleines d'eau et légère charge de neige comprises, est de 5 tonnes en chiffre rond.

La charge à supporter par le flotteur étant de 23 tonnes, celui-ci fut constitué par six pontons en bois de trois

grandeur différentes calculées pour assurer l'équilibre de l'ensemble en position horizontale. D'un poids total de 9 tonnes, ces pontons ont été transportés, non sans peine, de Saint-Gingolph, où ils furent construits, au lac d'Arnon, par camions et par chars. Le poids total du flotteur équipé et en service était ainsi de 32 tonnes, donnant un tirant d'eau de 70 centimètres et laissant une revanche de 50 cm. entre la ligne de flottaison et le bordage.

Dès les derniers jours de novembre, le lac étant gelé, on travailla journalement à rompre la glace autour du flotteur afin d'éviter l'écrasement des pontons, et pour lui permettre de choisir chaque jour la place qui lui convenait selon le niveau atteint par l'abaissement du lac.

L'intérieur de la maisonnette était chauffé par deux radiateurs électriques de 1000 watts chacun.

Une station spéciale de transformation du courant électrique, placée à proximité de l'installation, envoyait le courant basse tension aux moteurs par des câbles à forte isolation attachés au pont de 33 mètres.

Les opérations du pompage devant l'émissaire du lac et du déménagement de l'installation devant le tunnel ont été faites à lac non encore gelé.

L'abaissement du lac devait ainsi s'opérer en trois tranches. Pour l'évacuation de la tranche supérieure, les pompes devaient refouler l'eau dans l'émissaire naturel du lac. Pour l'abaissement des deuxièmes et troisièmes tranches, les pompes seraient installées devant le tunnel, et

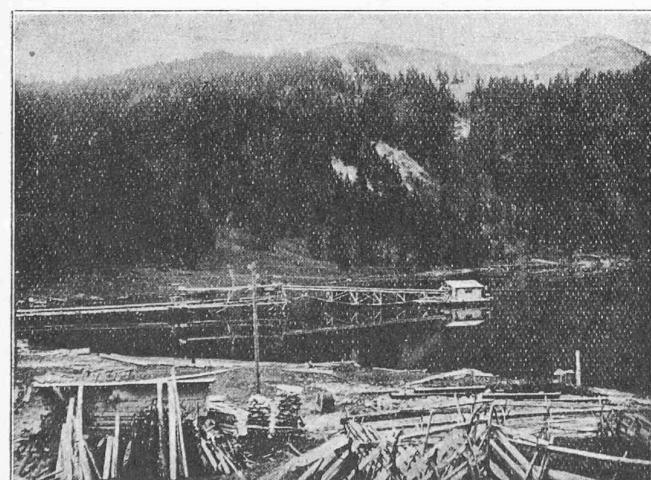


Fig. 37. — Mise en action des pompes devant l'émissaire du lac.

déverseraient leurs eaux dans le tunnel, par un puits  $D_3$  pour la deuxième, et par un puits  $G_1$  pour la troisième tranche.

A l'extrême nord du lac, une équipe de charpentiers approvisionnait des longs bois pour la construction d'une estacade, reposant sur pilotis, destinée à porter les conduites évacuant dans l'émissaire naturel du lac les eaux refoulées par les pompes.

Le 28 avril 1920, le lac était abaissé de 8 m. Dès ce jour, son niveau remonta. On profita donc du retrait des eaux pour dresser cette estacade ; ce travail fut achevé, jour

pour jour, lorsque le lac, rempli par la fonte des neiges, commença à déverser dans le Tscherzibach. C'était le 18 mai 1920.

Durant l'été qui suivit, on construisit un nouveau chemin, suivant un tracé complètement différent de l'ancien, sur plus de 800 mètres de longueur, on prépara l'installation flottante des pompes dont nous venons de parler, et on paracheva les travaux dans les puits et au sommet de

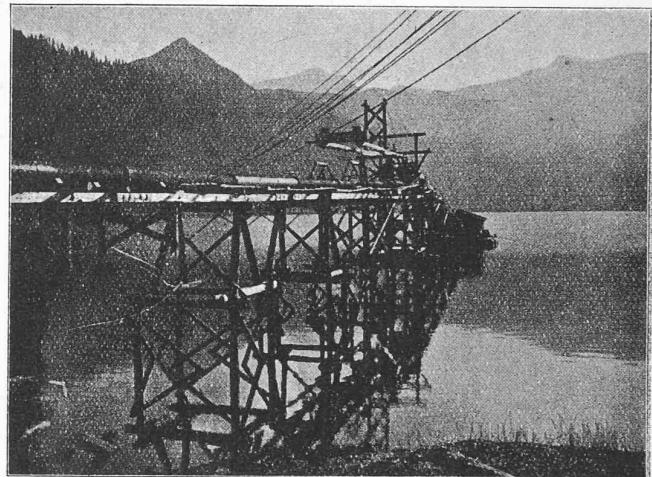


Fig. 38. — Estacade à lac abaissé de 4 m.

ceux-ci. On ferma le grand tunnel à 200 mètres de sa tête Ayerne, par la construction d'un bouchon de béton traversé d'une conduite avec vannes de réglage pour le passage de l'eau, d'un tuyau trou d'homme muni d'un boulrier et d'un tuyau de vidange avec vanne (fig. 19, 20 et 21).

La figure 37 montre le lac plein et l'installation de pompage, mise en activité le 8 octobre 1920, devant l'émissaire du lac. La figure 38 montre l'installation à lac abaissé de 4 mètres. Les pompes déversaient 500 litres d'eau par seconde dans ce dernier, cependant que le grand tunnel laissait écouler dans le bassin de la Grande-Eau la totalité du débit des venues d'eau obtenues au cours de l'hiver précédent, soit 800 litres par seconde au début, et 200 litres par seconde à la fin de cette première période.

(A suivre.)

#### Résultats des essais d'étanchement au moyen de terre glaise, exécutés dans la station de « Manegg », 1<sup>re</sup> partie.

par W. Hugentobler, ingénieur de la Commission de colmatage de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux<sup>1</sup>.

La commission pour l'étude de l'étanchement des ouvrages hydrauliques a installé à Manegg, près de Zurich, une station pour l'essai de matériaux d'étanchement et pour perfectionner les méthodes employées pour rendre imperméables des lacs, des bassins d'accumulation, des barrages, des canaux, etc.

Elle se compose principalement d'un bassin à ciel ouvert

<sup>1</sup> Communications de la Commission pour l'étude de l'étanchement des ouvrages hydrauliques de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, Zurich, N° 6, 25 juillet 1922.