Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 49 (1923)

Heft: 15

Artikel: Résultats des essais d'étanchement au moyen de terre glaise, exécutés dans la station de "Manegg", 1re partie

Autor: Hugentobler, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-38237

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: 25.12.2025

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

grandeurs 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 journellement 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 deuxième et troisième tranches, les pompes seraient installées devant le tunnel, et

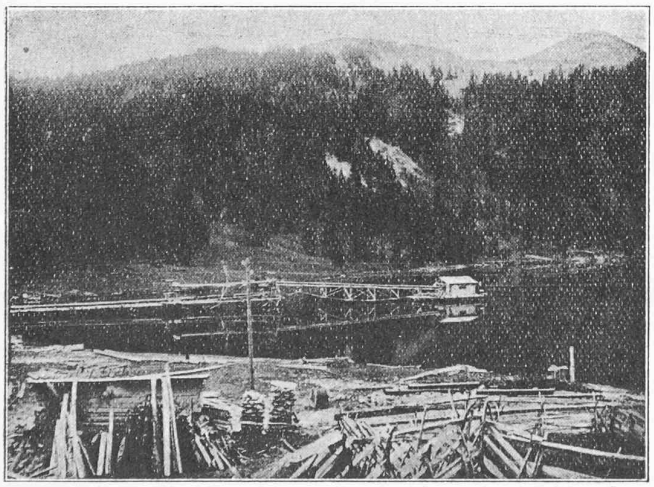

Fig. 37. — Mise en action des pompes devant l'émissaire du lac.

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'extrémité 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 Tscherzisbach. 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

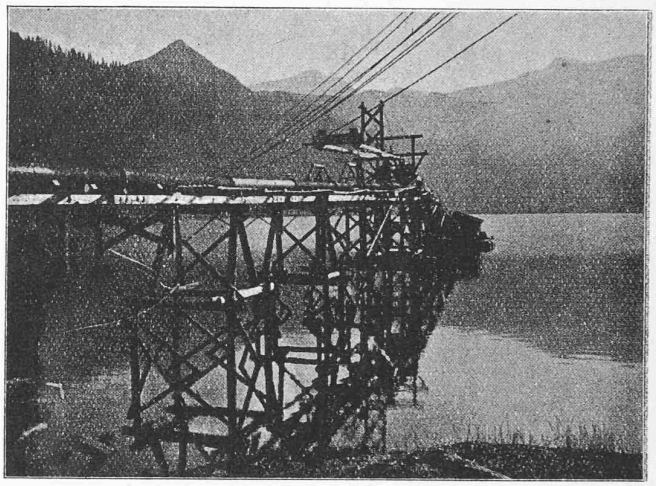

Fig. 38. — Estacade à lac abaissé de 4 m.

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 bouclier 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 », 1re partie.

par *W. Hugentobler*, ingénieur de la Commission de colmatage de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux [1].

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

[1] Communications de la Commission pour l'étude ne l'étanchement des ouvrages hydrauliques de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, Zurich. N° 6, 25 juillet 1922.

dans lequel les méthodes d'étanchement naturel sont essayées et d'une chambre sous pression, qui permet l'étude de divers matériaux pour l'étanchement de bassins ou de lacs de retenue sous une pression d'eau pouvant atteindre 30 mètres.

De petites installations temporaires furent utilisées pour observer l'influence des agents atmosphériques sur les matériaux d'étanchement.

Pendant l'été 1920 on effectua dans la station des essais avec de la terre glaise. Voyons dans ce qui suit les résultats obtenus.

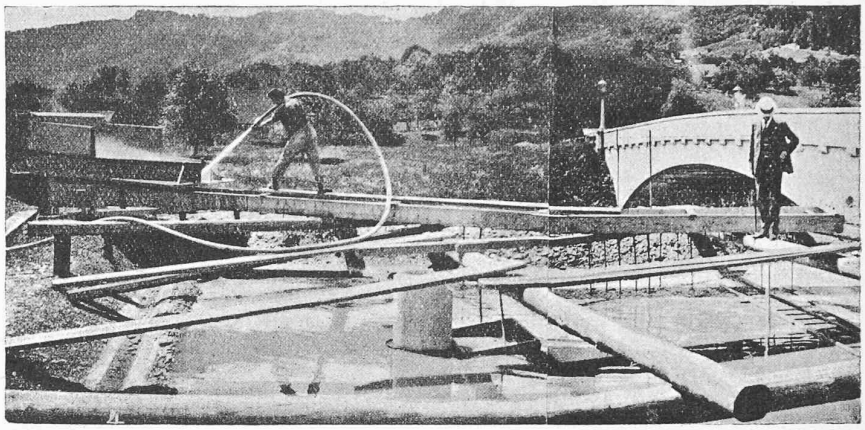

Fig. 1. — Introduction de la terre glaise dans un bassin ouvert, au moyen d'eau.

I. Essais dans un bassin à ciel ouvert.

Le bassin à ciel ouvert est revêtu d'une couche de béton armé de 10 cm. d'épaisseur. Sa profondeur est de 2 m. 50, sa surface de fond de 8 m² pour un remplissage maximum, son volume de 110 m³. Le fond et les talus furent recouverts d'une couche de gravier de 15 à 20 cm. d'épaisseur qui fut ensuite saupoudrée d'une couche de sable de 5 cm. Les talus du bassin reçurent des inclinaisons de 1 : 1 ½, de 1 : 2 et de 1 : 1. Pour éviter des éboulements, la couche de gravier du talus de 1 : 1 fut imprégnée d'un peu de mortier de ciment ; il fut impossible de la recouvrir de sable sur un talus aussi raide.

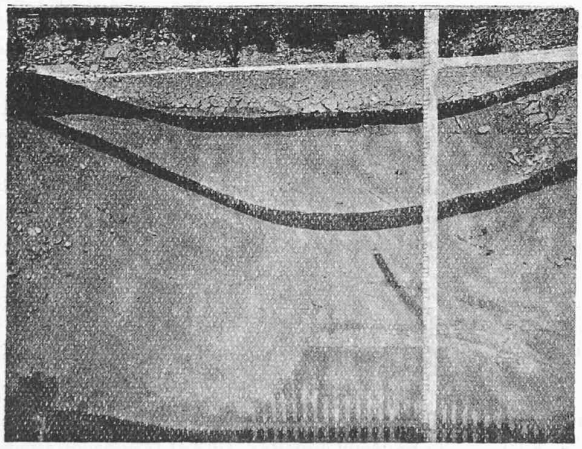

Fig. 2. — Talus recouvert de terre glaise, dans le bassin à ciel ouvert, après l'écoulement de l'eau. La partie supérieure est fortement crevassée.

Comme pour l'étude de l'étanchement naturel, ce bassin devait être complètement rempli d'eau, il fut nécessaire, au commencement, de fermer la conduite de vidange au moyen d'une vanne. L'action du colmatage put être suivie en ouvrant cette vanne. En effet l'eau qui se rassemblait dans la couche poreuse du gravier s'écoulait par la conduite de vidange et était mesurée très exactement à sa sortie.

Le premier essai entrepris fut un étanchement automatique du bassin au moyen de terre glaise entraînée par de l'eau.

La terre glaise jaune extraite de la carrière de Giesshübel fut versée en petits morceaux, au moyen de brouettes, dans l'auge dite de délayage et là arrosée au moyen d'hydrants sous une pression de 7 atm. (fig. 1).

L'eau argileuse ainsi obtenue fut conduite de l'auge de délayage dans le bassin au moyen d'un canal en bois dont le fond était percé de nombreux trous. Il fut possible, d'une part, par le déplacement du canal et d'autre part par l'ouverture et la fermeture convenable d'un certain nombre de trous du fond, de répartir cette eau argileuse sur toute la surface du bassin. On chercha à obtenir un dépôt uniforme de terre glaise sur les talus et le fond en brassant cette eau au moyen d'une grande truelle.

Du 19 avril au 14 mai 1921 deux mètres cubes d'argile furent introduits dans le bassin au moyen d'eau.

Le 19 mai l'eau était complètement claire dans le bassin, le dépôt de terre glaise était effectué. Mais, après l'ouverture de la vanne de vidange, on constata que le bassin n'était pas complètement étanche, et on observa une perméabilité à l'eau de un litre en moyenne, par seconde. Le 25 mai, après avoir vidé le bassin, les épaisseurs de terre glaise furent mesurées exactement. On remarqua que la terre glaise s'était déposée seulement sur une épaisseur de 1 à 2 cm. sur les talus tandis que le fond du bassin montrait un dépôt de 30 à 50 cm. d'épaisseur. Ce dernier avait encore une consistance de bouillie épaisse, tandis que la couche supérieure des talus qui s'était séchée plus vite pendant la vidange lente du bassin présentait déjà des séries de fentes et se détachait en feuilles de la couche de sable inférieure. On trouva aussi qu'après le dépôt d'une mince pellicule d'argile sur les talus de sable — même pendant l'introduction ininterrompue de terre glaise par de l'eau — l'épaisseur de la couche de terre glaise des talus n'augmentait plus, mais que cette terre glissait vers les parties profondes du bassin et formait ainsi la couche épaisse du fond (fig. 2 et 3).

Dans un autre essai il s'agissait de constater :

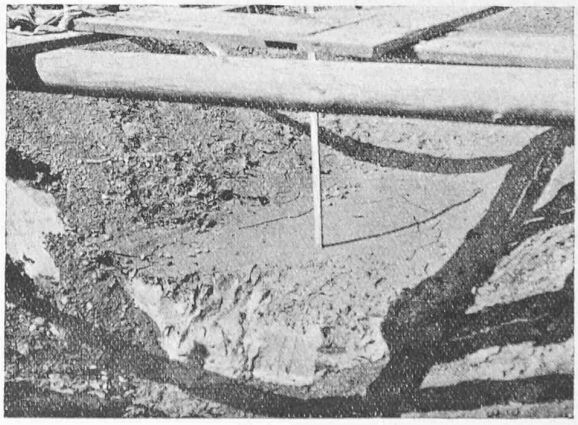

Fig. 3. — Couche de terre glaise sur le fond du bassin à ciel ouvert.

1. si, lors du renouvellement de la terre glaise transportée par de l'eau, la couche d'argile déchirée redeviendrait homogène sur le talus de sable et

2. comment la terre glaise, transportée par de l'eau se dépose sur un talus de gravier qui n'est pas couvert de sable.

Ce dernier essai n'était pas possible sur le talus en gravier avec l'inclinaison de 1 : 1 par suite de l'addition de mortier de ciment. C'est pourquoi un talus de 1 : 1 ½ fut découvert partiellement et muni d'une couche de gravier pur.

Après une nouvelle introduction d'environ 1 m³ de terre glaise au moyen d'eau, l'ouverture de la vanne de vidange montra une perméabilité pareille à la précédente, savoir une perte d'eau d'environ un litre par seconde, ce qui permet de conclure que par la seconde introduction de terre glaise la perméabilité à l'eau de la couche d'argile fissurée du premier essai n'a pas été diminuée.

Le 29 juin, après cinq jours secs, ensoleillés, la terre glaise était de nouveau complètement fissurée sur la couche de sable tandis que le nouveau talus en gravier restait absolument intact ainsi que la terre glaise qui y avait pénétré. La photographie (fig. 4), prise le 5 juin, montre la différence de la surface de ces talus : à gauche le talus intact, en gravier et argile, et à droite le talus de terre glaise crevassée reposant sur du sable. Dans les deux talus d'essai on fit des entailles pour examiner la pénétration de la terre glaise dans le sable et le gravier. La terre glaise n'avait pas pénétré dans le sable mais s'était seulement déposée à sa surface, tandis qu'on remarqua une pénétration de la terre glaise dans la couche de gravier jusqu'à une profondeur de 10 cm. ; les éléments du gravier étaient agglomérés à la façon du béton. La surface, déjà sèche, de ce béton de terre glaise était dure comme de la pierre, tandis que les parties inférieures étaient encore humides et en partie poreuses. La terre glaise n'avait ainsi pas complètement pénétré dans la couche de gravier. Cela s'explique par le fait que l'eau argileuse restait stagnante dans le bassin par suite de la fermeture de la vanne de vidange. La série de ces essais n'est pas exactement conforme à la façon dont les choses se passent dans la nature où par suite de la perméabilité du sous-sol il se produit un courant naturel de l'eau mélangée à la terre glaise. Cette dernière pénètre ainsi à des profondeurs beaucoup plus considérables dans le gravier.

Nous nous réservons de faire encore prochainement des essais dans ce sens pour nous placer autant que possible dans les conditions réelles de la nature.

Le second essai entrepris dans le bassin à ciel ouvert avait pour but d'étudier l'étanchement au moyen d'injections de terre glaise.

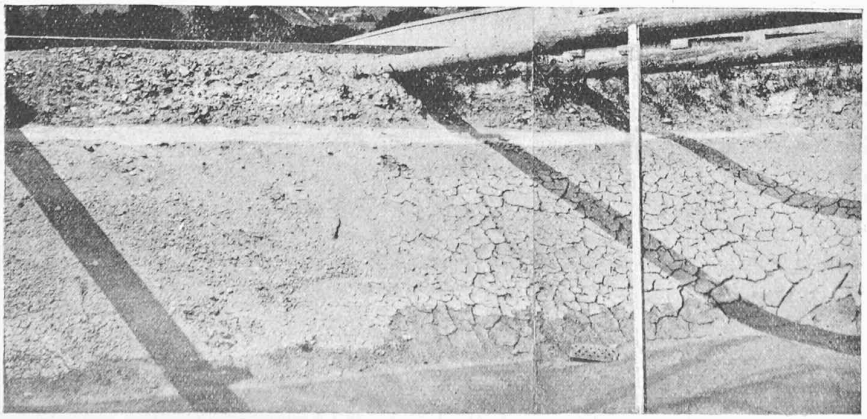

Fig. 4. — A gauche : béton de terre glaise compact.
A droite : couche de terre glaise fissurée sur un talus de sable du bassin à ciel ouvert.

Pour observer de plus près la pénétration de la terre glaise dans le sable et son adhérence au sable, on injecta sur les talus du bassin, couverts de sable pur de rivière, une bouillie épaisse de terre glaise. On se servit pour cela d'un appareil à injecter le ciment (système Wolfsholz), monté sur un échafaudage volant dans le milieu du bassin, et avec lequel la bouillie de terre glaise pouvait être projetée sur les talus et le fond (fig. 5) sous une pression de 3 à 5 atm. L'essai ne donna

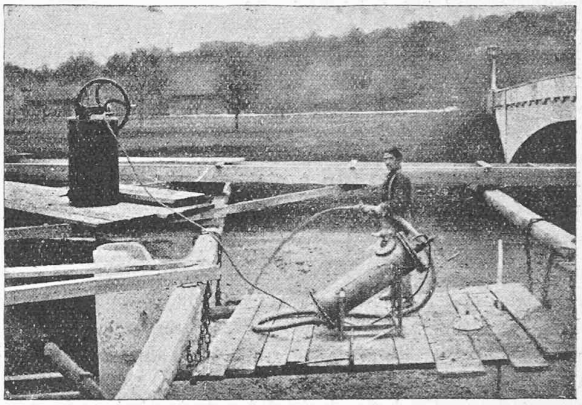

Fig. 5. — Injection de terre glaise au moyen de l'appareil à injecter le ciment, système Wolfsholz.

pas le résultat désiré. La bouillie d'argile devant être passablement fluide pour passer à travers le tuyau et les jets de sortie, il en résulta que l'eau argileuse projetée sur le sable coulait, pour la plus grande partie, des talus vers le fond du bassin, colorant le sable de glaise, mais n'y pénétrant pas.

Par ce procédé on ne put obtenir sur le sable qu'un revêtement en terre glaise de 1 à 3 mm. d'épaisseur. Il séchait rapidement, se fendillait au bout de peu de temps par retrait et s'effeuillait en se détachant du sable ; c'est la raison pour laquelle on renonça à poursuivre cette méthode d'étanchement.

II. Surfaces d'essai à ciel ouvert.

1. *Surface d'essai pour l'observation de l'influence du froid sur la terre glaise.*

Le 22 novembre 1920, trois surfaces d'argile battue de 1 m² et 10 cm. de hauteur chacune, furent préparées avec une argile plastique, jaune de Giesshübel. Le champ I fut laissé complètement découvert tandis que le champ II fut recouvert d'une couche de terre de 20 cm. de hauteur et le champ III de 40 cm. de hauteur. Jusqu'au 28 décembre, soit pendant 36 jours, la température varia de — 1 à — 12° C, par une sécheresse complète de l'air. Le 28 décembre la surface du champ I était un peu boursoufflée, fissurée en forme de filet et la terre glaise légèrement feuilletée et poudreuse.

Le mois de janvier fut chaud et sec. A la fin de ce mois il plut légèrement, la surface du champ I revint à son aspect primitif homogène. Le mois de février fut de nouveau sec et frais. Le 2 mars 1921 on obtint le résultat suivant :

Le champ I montra diverses fentes de 1 à 2 mm. de largeur et 2 à 3 cm. de profondeur. Toute la couche de surface était finement feuilletée et poudreuse sur 3 cm.

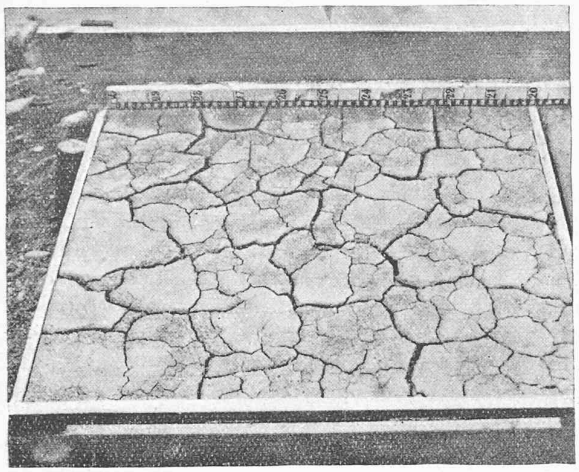

Fig. 6. — Champ d'essai 1. Terre glaise jaune pure.

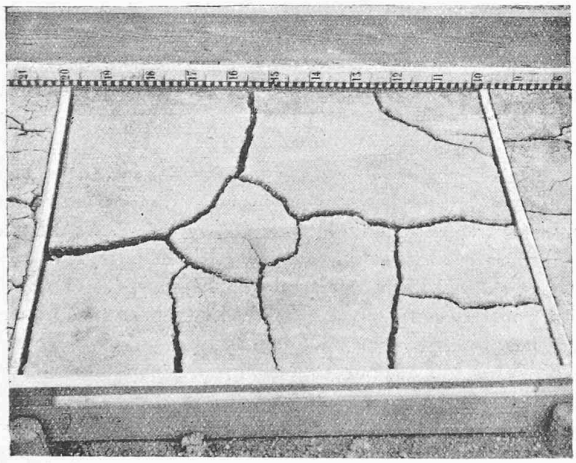

Fig. 7. — Champ d'essai 2. Terre glaise mélangée de sable dans la proportion de 1 de sable pour 2 de terre glaise.

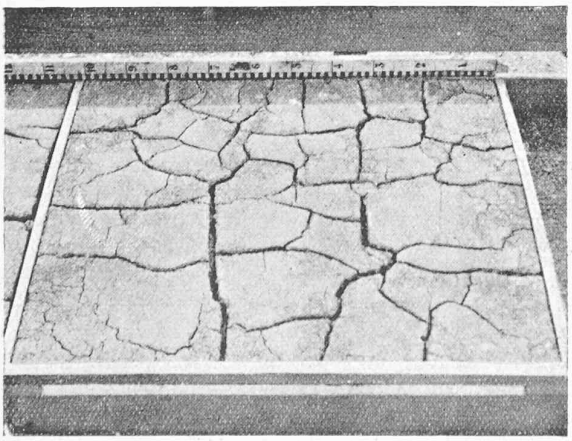

Fig. 8. — Champ d'essai 3. Terre glaise grise pure.

d'épaisseur. Le quatrième centimètre s'émiettait encore facilement tandis qu'en dessous la terre glaise avait conservé sa compacité primitive. La terre glaise poudreuse de la surface pouvait se racler à la main, elle était complètement sèche.

Dans les champs II et III, recouverts de terre, la couche de terre glaise était restée intacte et n'avait pas souffert des

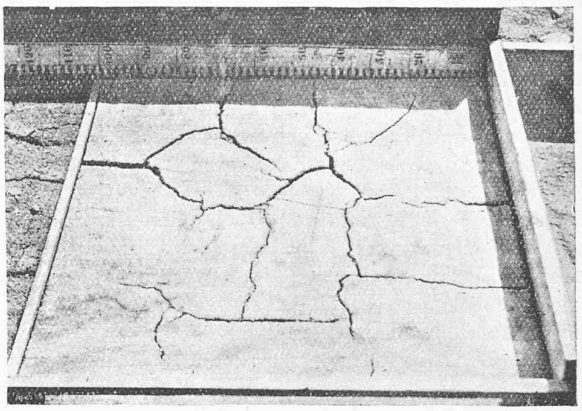

Fig. 9. — Champ d'essai 4. Terre glaise contenant du sable dans la proportion de 1 : 1.

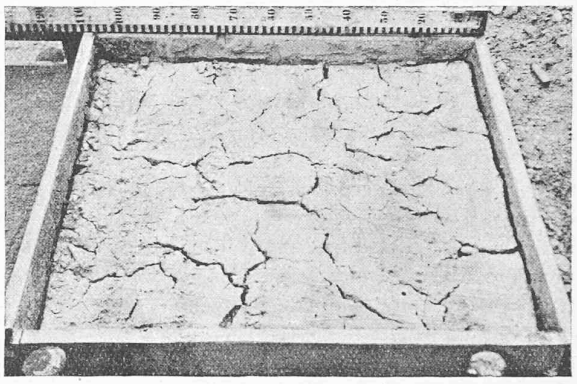

Fig. 10. — Champ d'essai 5. Lehmpuddle.

influences de la température. Il ne se montra ni fentes de retrait, ni écaillements.

II. *Surfaces d'essai pour l'observation de l'influence de la chaleur, de l'humidité et de la sécheresse sur la terre glaise.*

Sur une surface horizontale de la station d'essai on établit 5 emplacements d'essais, entourés de cadres en bois. Ces derniers, de 1 m² de surface chacun, furent remplis d'une couche de terre glaise battue, de 10 cm. d'épaisseur, reposant sur un lit mince de sable. Les mélanges suivants de terre glaise furent expérimentés les uns à côté des autres :

1. Terre glaise pure, jaune, de Giesshübel.
2. La même terre glaise, mélangée avec du sable dans la proportion en volume d'une partie de sable pour deux parties de terre glaise.
3. De la terre glaise pure, grise, d'une carrière de Manegg.
4. De la terre glaise jaune de Giesshübel, mélangée à du sable pur de rivière, dans la proportion d'une partie en volume de sable pour une partie de terre glaise.
5. De la terre glaise jaune de Giesshübel, mélangée à du gravier pur de rivière (diamètre de 25 à 40 mm.) et à du sable pur de rivière dans la proportion de deux parties en volume de gravier pour une partie de sable et une partie de terre glaise nommée « Lehmpuddle ».

La terre glaise de tous les champs d'essai fut battue à l'état humide de la carrière, les N° 1 et 3 venant directement de la carrière, les N° 2, 4 et 5 après le séchage à l'air du mélange fait avec de la terre glaise à l'état de bouillie épaisse, jusqu'à ce que la consistance des N°s 1 et 3 fût obtenue.

Tous les matériaux essayés, exposés directement aux rayons du soleil montrèrent des fentes, déjà au bout de peu d'heures.

Tandis que les champs N°s 1 et 3 présentaient au début des fentes de 3 à 6 cm. seulement, les fentes se formèrent jusqu'à la couche inférieure de sable dans le N° 2. Dans le champ N° 4 et dans le N° 5 on put constater une déchirure complète à certaines places, par contre une séparation générale en morceaux, comme dans le champ N° 2 ne se produisit pas (Fig. 6, 7, 8, 9 et 10).

Dans tous les matériaux d'essai, les fentes provenant du retrait diminuèrent après la première grande pluie parce que la terre glaise se gonflait et que les fentes se remplissaient en partie avec celle qui se détachait des surfaces cassées.

Lors du renouvellement de longs jours chauds d'été la formation primitive de fentes se produisit de nouveau, mais à l'exception du champ N° 1 les nouvelles fentes provenant du retrait n'eurent pas la largeur, ni la profondeur des premières produites. Dans le champ N° 1 on a pu observer seulement à ce moment, à certaines places, une déchirure jusqu'au lit de sable inférieur.

Pendant le mois de septembre, après quelques jours de pluie et des nuits le plus souvent humides, chargées de brouillards, les fentes se fermèrent presque complètement par le nouveau gonflement de la terre glaise, cependant la position des fentes de retrait primitives était encore facile à reconnaître à l'irrégularité de la surface.

On peut se demander si la fermeture des fentes, provenant du retrait, se fera aussi quand la couche de terre glaise fissurée, pendant l'abaissement du niveau d'un lac de retenue, sera à nouveau peu à peu recouverte par l'eau ? Il est probable que la nature des formations qui se trouvent sous la terre glaise jouera un grand rôle.

Si elles sont très perméables, l'eau qui remonte lentement trouvera son chemin à travers les fentes qui traversent complètement la terre glaise et par érosion mécanique les fissures s'agrandiront en forme d'entonnoir. Par contre les fentes qui ne traversent pas toute l'épaisseur de la couche de terre glaise se fermeront probablement peu à peu par le gonflement de la terre glaise.

L'été prochain ces surfaces de terre glaise devront être recouvertes par une couche protectrice de terre et de gravier pour observer si la tendance à la formation de fentes de retrait peut être empêchée. L'efficacité d'un remplissage artificiel des fentes provenant du retrait devra être étudiée de près.

(A suivre).

DIVERS

Le canal d'Entreroches.

M. John Landry a publié, sous ce titre, dans le *Journal d'Yverdon* une série d'intéressants et curieux articles dont nous extrayons les passages suivants. *(Réd.)*

«L'exode des protestants français, persécutés dans leur patrie, amena dans les pays voisins, Suisse, Hollande et Allemagne, de nombreux émigrés, intelligents et travailleurs, qui développèrent l'industrie et le commerce de ces divers pays.

C'est à quelques-uns de ces hommes qu'on doit l'initiative de réunir, par un canal, les deux principaux lacs du Pays de Vaud.

Le 10 février 1637, après de longues et difficiles négociations avec la ville d'Yverdon et les gens de Chavornay, LL. EE. accordèrent la concession pour le canal. Nous la donnons ci-après comme un modèle d'exactitude et de prudence.

« Nous l'advoyer, Petit et Grand Conseil de la Ville et République de Berne, savoir faisons qu'ayants entendu la proposition, il y a déjà quelque tems faite, et de quelques semaines en ça réitérée et renouvellée, en notre Petit Conseil, par Noble Jean de Turretin, bourgeois de Genève au nom et comme procureur général et spécial de Noble Elie Duplessis Gouret, Escuyer, Sr de la Primaye, agissant tant en son propre nom que de quelques notables personnes, ses associés en Hollande, à ce qu'il nous pleust, pour l'augmentation et amplification du commerce, d'aggréer de laisser construire un canal navigable, depuis le Lac Léman ou de Lausanne, jusqu'à celui d'Yverdon, sous les prérogations et immunités desquelles on conviendraît au Profit des Srs ses constituants qui l'entreprendroient à leurs propres frais et dépends ; veû dailleurs les articles et conditions nécessaires pour le fondement et entretien du dit ouvrage proposé, projectées, convenües et accordées soubs nôstre aveu, consentement et ratification ; ouy le rapport des Srs commis qui ont été sur le lieu et ont examiné l'importance du fait ; considérant les offres par le dit Sr de Turretin, faites au nom qu'il agit, que tel ouvrage sera entreprins et parachevé entièrement aux frais et dépends des Srs constituants, veüe aussi la procure à lui par le prenommé Sr de la Primaye au nom predict passée cy-bas au long, insérée et ténorisée, et le tout bien pondéré et examiné, avons agréé, accordé approuvé et ratifié le dit canal proposé et les points fondamentaux, sur ce projettées, et à nous cejourd'huy raportés à la forme que sensuit :

« Premièrement, qu'il sera permis aux Srs entrepreneurs du dit ouvrage de tirer le canal par les endroits que nature monstrera estre le plus commode pour l'entreprise moyennant que ce soit rière le pays et terres à nous, immédiatement appartenantes, sans toucher à celles des deux Etats [1].

» Et pour l'accomodement de cette navigation, se pourront servir des ruisseaux et eaux courrantes circonvoisines, les conduire et détourner par les lieux les plus commodes et selon l'exigence de l'ouvrage.

» Le dit canal sera construit en dix-sept toises de neuf pieds chacune de largeur [2] pour y pouvoir dresser, tant le dit canal, chemin et chaussées de part et d'autre, que pour avoir de la terre suffisamment pour les accidents qui peuvent survenir au dit canal et chaussées par les pluyes, desbordements d'eaux, glaces et autres inconvénients.

» La dite construction, conduicte, et destournements des eaux se debvra faire sans détriment, desgast et dommage des possessions non employables au dit ouvrage, et au cas qu'il arrivast quelque dégast, perte ou dommage, les propriétaires en seront remboursés et récompensées par les Srs entrepreneurs, ou leurs charge-ayants, à la taxe et évaluation qu'en sera faite après vision locale ainsi que la raison et équité requerra. Et à cet effet, sera par des Srs députés qu'il nous plaira ordonner, faicte une séparation et limitation des biens et pièces dont on aura besoing se servir au dit ouvrage, d'avec celles qui n'y seront pas nécessaires, ains demeureront aux propriétaires.

» De mêsme, arrivant par la dite construction du canal et conduicte des eaux quelques dégast et dommage aux pesches, moulins et ports le long de la Venoge (qui doibvent être laissés en leur entier), les propriétaires en seront par les dts Srs entrepreneurs, ou chargeayants, récompensés, mêsme par établissement des dits bâtiments en leur pristin estat, au dépends des dits Srs entrepreneurs.

» Et pour ce qui est du bois qui sera nécessaire pour l'entreprise du canal, fabriques de vaisseaux, chaussées et autres

[1] Il s'agit ici du territoire d'Orbe, limitant les terres de LL. EE. de Berne et qui faisait partie du bailliage commun d'Echallens, appartenant à Berne et à Fribourg. (J. L.).

[2] Environ 50 mètres de largeur.