

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 58 (1932)
Heft: 22

Artikel: Essai sur un modèle réduit de la galerie de fuite de Wettingen
Autor: J.C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44875>

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: 30.06.2025

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

de la variation de la conductibilité de l'écorce terrestre, sur ses cinquante premiers kilomètres.

Il serait fastidieux de multiplier les exemples. Nous nous bornerons à transcrire notre impression générale, impression qui résulte d'une cinquantaine de types d'étude que nous avons appris à connaître.

Pour qu'un sondage électrique soit pratiquement réalisable, il faut que les terrains sur lesquels on l'exécute soient, autant que possible, des corps de raison. Les conditions les meilleures sont donc réunies par des formations horizontales, continues, à paramètres électriques constants. En plus, une surface topographique aussi plane que possible est souhaitable pour l'exécution des mesures.

Les données complexes de la nature correspondent-elles à ces desiderata ?

On pourrait craindre, de prime abord, que les différentes roches soient des solides trop hétérogènes, au point de vue électrique, pour se prêter à une étude géophysique. Cette objection est à écarter. L'expérience montre, en effet, que les formations géologiques, prises sous un volume de plusieurs centaines de mètres cubes ont chacune une résistivité spécifique assez constante. Il est possible, par exemple, de différencier dans une région donnée, des argiles d'avec des graviers et des graviers d'avec du granite, par des paramètres qui sont dans le rapport 1 : 10 : 1000, alors que la résistivité spécifique du sable, de l'argile et du granite, prise individuellement, ne variera, au maximum, que de 20 % d'un point à un autre. Et nous ne citons pas un cas spécialement favorable. Aussi pouvons-nous affirmer que les caractéristiques électriques des roches se prêtent généralement au genre d'étude dont nous parlons.

Reste la forme géométrique des objets étudiés, car le sondage électrique présuppose une certaine extension horizontale des solides. Celle-ci est très fréquemment réalisée par la stratification naturelle. Dans d'autre cas, comme pour la mesure de l'épaisseur d'alluvions reposant sur une surface irrégulière, on n'obtient, évidemment, qu'un chiffre moyen, tenant compte de tout ce qui se trouve sous le dispositif AB. Nous avons dit que la profondeur d'investigation de celui-ci équivalait grossièrement à $AB/4$. Il sera donc aisé de se rendre compte, dans chaque cas particulier, des possibilités limites d'application de la méthode.

D'une façon générale les sondages électriques sont utiles pour dégrossir les problèmes et guider les campagnes de sondages mécaniques. Ils permettent de réduire le nombre de ces derniers et par conséquent de travailler à meilleur marché. Certains problèmes, inabornables par sondages mécaniques pour raisons de prix, ont avantageusement pu être traités par sondages électriques.

Aujourd'hui l'étude rationnelle du sous-sol tend à commencer par l'examen géologique, suivi de l'examen géophysique, pour aboutir aux sondages mécaniques. Ainsi comprise, ainsi encadrée, l'analyse géophysique constitue certainement un échelon important et logique dans les recherches multiples que l'ingénieur est appelé à effectuer pour ses travaux miniers et de génie civil.

Essai sur un modèle réduit de la galerie de fuite de Wettingen.

Le *Bulletin technique* a eu l'occasion de signaler déjà ¹ l'essai exécuté au *Laboratoire de recherches hydrauliques annexé à l'Ecole polytechnique fédérale* sur un modèle à échelle réduite de la chambre d'équilibre et de la galerie de fuite de l'usine de Wettingen.

Grâce à l'heureuse combinaison d'un écoulement de l'eau alternativement libre et en charge dans la galerie, M. le professeur *E. Meyer-Peter* était arrivé à la conclusion que la chambre d'équilibre, située à l'amont de la galerie de fuite, c'est-à-dire à la sortie même des aspirateurs des turbines, pourrait être de dimensions considérablement réduites, sa section passant de plus de 2000 m² (dans le cas où la galerie serait restée toujours en charge) à 423 m² seulement (si l'on tolère partiellement l'écoulement à nappe libre). Le calcul avait confirmé l'idée mais, devant la nouveauté de la méthode et l'importante économie proposée, la ville de Zurich n'hésita pas, avant d'en venir à l'exécution, à réaliser l'essai que lui proposait le professeur Meyer sur un modèle réduit.

* * *

La *fig. 1* montre l'aménagement général de l'installation hydraulique de Wettingen ; les *fig. 2 et 3*, les dimensions de la galerie et les niveaux caractéristiques de l'eau, dont le plus défavorable est, dans le cas présent, celui des crues exceptionnelles, surtout si l'on provoque à ce moment-là la mise en marche des trois groupes de l'usine simultanément.

Pour tenir compte de la place disponible dans le laboratoire à l'époque de l'essai, le modèle au 1 : 30^e ne réalise pas la disposition réelle, mais bien une disposition symétrique des ouvrages, les uns par rapport aux autres, ce qui n'entraîne d'ailleurs aucun autre inconvénient qu'une interprétation symétrique, elle aussi, des résultats.

¹ Voir le n° du 9 juillet 1932, page 167.

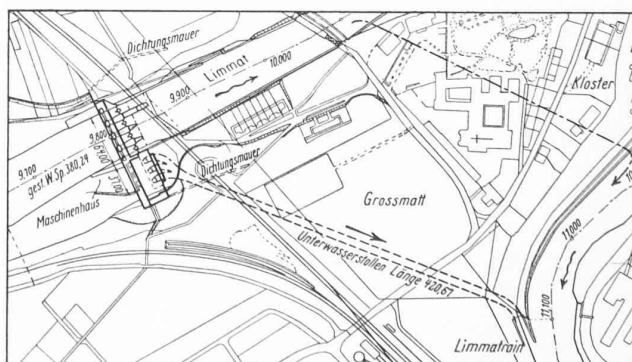


Fig. 1. — Plan de situation de l'aménagement hydraulique de Wettingen. Echelle 1 : 8000.

Légende : Gest. W. Sp = Niveau de la retenue.
Maschinenhaus = Usine génératrice.
Unterwasserstollen = Galerie de fuite.
Dichtungsmauer = Mur d'étanchéité.

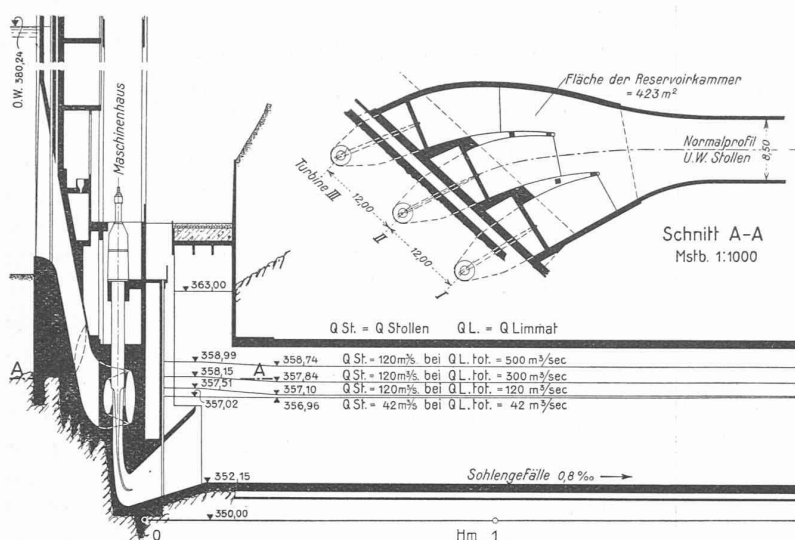
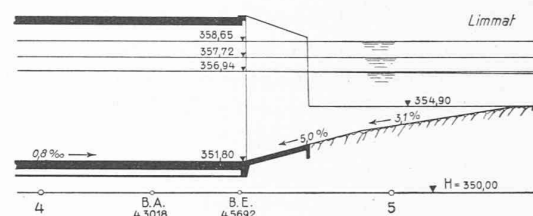


Fig. 2. — Profil en long déformé de la galerie de fuite (longueurs 1 : 2000, hauteurs 1 : 400) et coupe horizontale A-A par la chambre d'équilibre ($F = 423 \text{ m}^2$) Echelle 1 : 1000.

Les niveaux de l'eau représentés correspondent à divers débits ($Q \text{ St.}$) de la galerie pour divers débits de la Limmat ($Q \text{ L.}$) avant la dérivation.
Sohlengefälle = Pente du radier.



La grande caisse de jauge située à gauche de l'image fig. 4 (et qui contient un déversoir convenablement jaugé, suivi d'un bassin de tranquillisation) alimente le coude de la « Limmat » ; le niveau de la « rivière » peut être repéré à l'aide du coordinatographe roulant sur rails, visible au centre de l'image, et peut être réglé, à son extrémité aval, à l'aide du petit barrage à aiguilles précédé d'un flotteur.

La « galerie de fuite » qu'on voit déboucher sur le bord extérieur du coude de la « Limmat » est constituée par le tuyau apparemment octogonal en béton et dont la lumière reproduit exactement le profil-type adopté (fig. 3). Un flotteur est nettement visible dans le cône de restitution qui permet de suivre la variation du niveau à cet endroit. A l'autre extrémité de la « galerie », on distingue la « chambre d'équilibre » (en blanc), derrière laquelle est placé le grand bassin (noir) dans lequel on maintiendra constant, à l'aide d'un trop plein à rigoles multiples, le niveau de la « retenue ». C'est dans le fond de ce dernier bassin que sont placées trois vannes à pointeau réglable précédées d'une résistance, remplaçant les trois « turbines Kaplan », débouchant dans trois tuyaux d'aspiration et dont l'ouverture est obtenue par un servo-

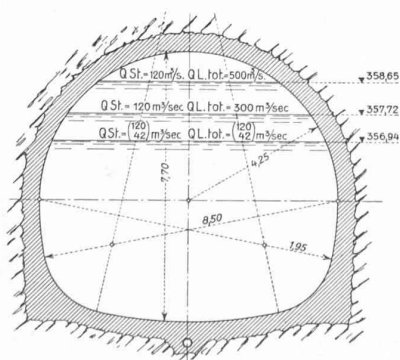


Fig. 3. — Profil en travers-type de la galerie de fuite.
Echelle 1 : 200.

Les niveaux de l'eau sont ceux de la tête aval (Hectomètre 4,57).

moteur manœuvrable à la main de façon telle qu'il puisse provoquer l'ouverture ou la fermeture, partielle ou totale, d'une ou plusieurs « turbines », dans l'ordre désiré. L'admission d'eau par ces vannes n'est pas absolument conforme à la réalité, en ce sens que le réglage des vannes du modèle s'opère sous une chute pratiquement constante, tandis qu'avec les turbines de l'usine la variation de la chute, par son action sur le débit, aura pour effet de

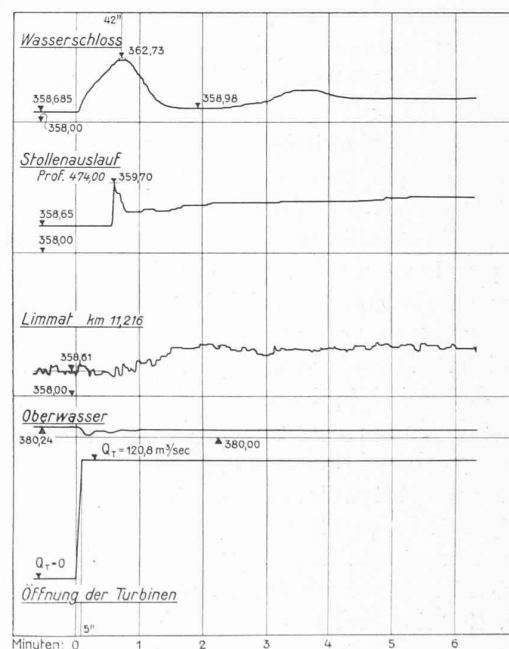


Fig. 5. — Diagramme multiple, enregistré au chronographe d'Amsler sur le modèle, lors d'une ouverture des 3 turbines ($Q_T = 0$ à $120 \text{ m}^3/\text{s}$) en 5 sec., par une crue exceptionnelle de la Limmat ($Q_L = 500 \text{ m}^3/\text{s}$).

De bas en haut, le chronographe a enregistré :
le temps de 5 en 5 secondes, pendant 6 minutes,
le degré d'ouverture des « turbines » (ouverture en 5 sec.),
Oberwasser = le niveau du plan d'eau figurant la « retenue »
le niveau de la « Limmat » au km. 11, 216, à 100 m. environ en aval de la restitution.
Stollenauslauf = le niveau dans le diffuseur à la sortie de la galerie,
Wasserschloss = le niveau dans la chambre d'équilibre.

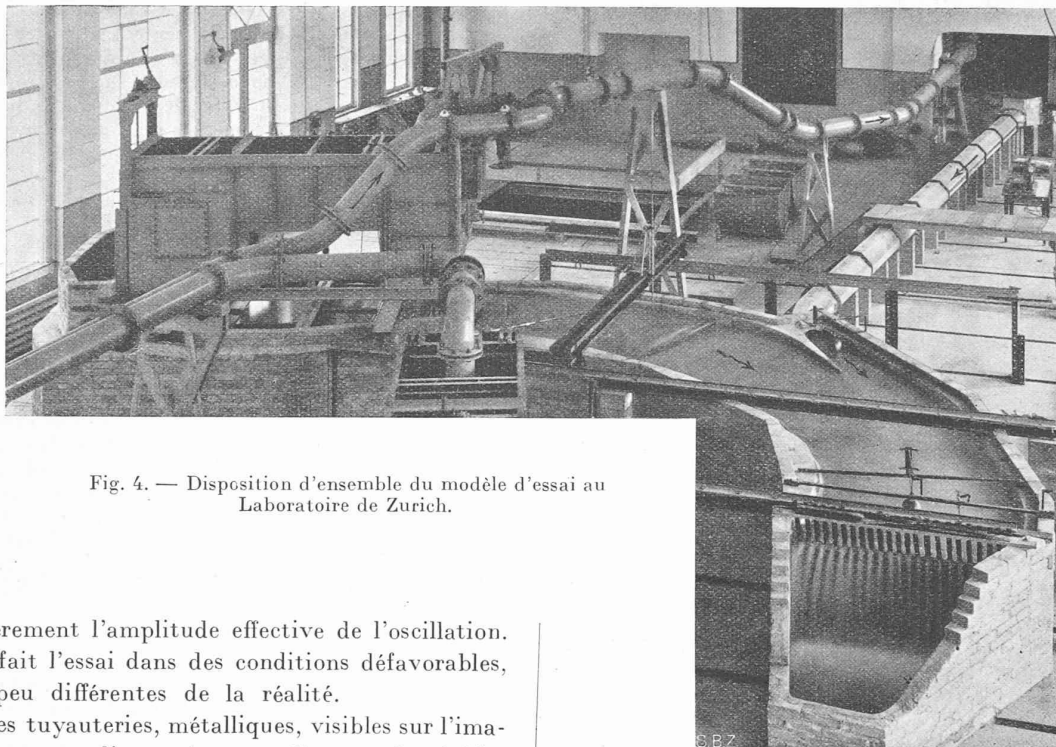


Fig. 4. — Disposition d'ensemble du modèle d'essai au Laboratoire de Zurich.

réduire légèrement l'amplitude effective de l'oscillation. On a donc fait l'essai dans des conditions défavorables, mais fort peu différentes de la réalité.

Les autres tuyauteries, métalliques, visibles sur l'image (fig. 4) n'ont pas d'autre but que d'assurer les débits d'essai nécessaires, soit à la « Limmat », soit aux « turbines »¹.

* * *

Parmi les *résultats* obtenus, qui ont montré une parfaite concordance entre l'essai et le calcul, le plus intéressant est celui de l'*ouverture brusque de trois « turbines »*, à savoir de 0 à 120 m³ : en cinq secondes, quand la « Limmat » atteint le niveau de crue correspondant à 500 m³ : s. La fig. 5 montre le relevé de plusieurs courbes et notamment des quatre flotteurs situés sur les niveaux caractéristiques de la « retenue » amont, de la « chambre d'équilibre », de la sortie de la « galerie de fuite » et enfin de la « Limmat », à 100 m environ (dans la réalité) en aval de la restitution. Si l'on tient compte du fait que la cote du niveau de l'eau à la sortie de la « galerie » a été admise, dans le modèle, à 358,68 (au lieu de 358,60 dans la réalité) pour tenir compte, dans une certaine mesure, de l'inexactitude du coefficient de rugosité admis dans le calcul du niveau de l'eau dans la « rivière », on remarquera, en comparant la fig. 4 au calcul relaté précédemment², la concordance des résultats : alors que la montée maximum avait atteint, dans le calcul qui tenait compte de la variation du débit, une valeur de 3,93 m au bout de 40 sec., la montée dans le modèle d'essai a atteint 4,05 m au bout de 42 sec., mais dans l'hypothèse défavorable d'un débit constant. Plus caractéristique cependant est, dans l'essai, le ressaut provoqué à la tête aval de la galerie par la sortie de l'onde, dont le niveau s'étale très rapidement, à

cause de l'élargissement important du diffuseur dont le calcul n'avait pas tenu compte.

L'essai montre, en outre, que l'oscillation s'amortit très rapidement et qu'elle n'est plus dangereuse dans les phases qui suivent le premier minimum, ce qu'on avait bien prévu d'ailleurs avant l'essai, sans vouloir pousser alors plus loin un calcul long et délicat.

Il sera intéressant d'observer ce que seront finalement les niveaux dans l'usine une fois construite.

J. C.

La logique et le sentiment dans l'architecture moderne.

Conférence faite par M. Henri Sauvage, architecte.

Nous empruntons à *L'Oeuvre* (numéro d'avril-juin 1932), le texte de cette conférence. *Réd.*

Vous avez entendu tout à l'heure, M. Le Corbusier.

Le Corbusier est un Confrère Illustre. C'est un grand animateur. Nul ne peut nier son influence sur l'Architecture Moderne ; influence due, d'une part à la continuité de ses efforts, d'autre part à sa force combative, enfin à l'originalité de ses conceptions.

Tel un saint Jean-Baptiste prêchant dans le désert, Le Corbusier annonce l'ère des temps nouveaux et l'avènement d'un idéal de simplicité et de clarté.

L'Homme et l'Œuvre me sont également sympathiques.

Aussi me faut-il déployer quelque courage pour défendre, à mon tour, d'autres idées ; des idées qui, par plus d'un point, peuvent s'opposer aux siennes ; des idées qui semblent retarder cet avènement de l'esprit nouveau ; des idées qui, par conséquent, au premier examen, peuvent paraître quelque peu rétrogrades et caractéristiques d'un esprit antirévolutionnaire, antimoderne, chagrin et désabusé.

Néanmoins, sur l'instance prolongée de M. Bloc, le distingué et actif directeur de *L'Architecture d'aujourd'hui*, j'ai accepté d'exposer mon point de vue. M. Bloc prétend, avec quelques autres, que j'occupe parmi les Architectes, une

¹ Quant à la mesure de ces débits eux-mêmes, nous renvoyons le lecteur que la question intéresse à la *Schweizerische Bauzeitung* du 30 juillet 1932, page 61, qui a mis obligeamment à notre disposition les 5 clichés de cet article, la fig. 1 remaniée d'après « Die Bautechnik ».

² Voir *Bulletin Technique*, N° du 20 août 1932, fig. 13.