

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

Autor(en): **Schmidhauser, P.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **49 (1923)**

Heft 9

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38219>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

de la perception d'un droit de statistique dans les ports français du Rhin,

La Commission ayant constaté que le Gouvernement français ne percevait pas de droits de statistique sur les marchandises en transit *sur le Rhin*, transbordées avec ou sans mise à terre ou entreposées dans les ports français, décide de réserver pour le surplus l'examen des questions soulevées à propos des art. 7 et 8 de l'Acte de Mannheim jusqu'à la revision de ce dernier.

Affaires juridiques.

Mesures prises à l'occasion de l'occupation de la Ruhr. — La Commission ayant pris connaissance des observations présentées par les délégations néerlandaise et suisse en ce qui concerne les mesures intéressant la navigation du Rhin émanant tant des autorités allemandes que de la Haute-Commission Interalliée des Territoires rhénans et des autorités militaires occupantes en rapport avec la situation de fait nouvelle qui existe sur le Rhin depuis le 11 janvier 1923 :

1. Prend acte de la déclaration faite par les délégations belge et française que des instructions concordantes ont été données par leurs Gouvernements en vue de faire respecter le statut international du Rhin ;

2. Prie les Commissaires allemands, belges et français de faire connaître le plus rapidement possible leurs réponses aux dites observations ;

3. Charge le Bureau de se mettre en rapport avec la Haute-Commission Interalliée des Territoires rhénans en vue de transmettre à cet organisme les observations présentées en ce qui le concerne ;

4. Rappelle qu'il y a lieu pour les autorités intéressées de communiquer préalablement à la Commission toutes décisions par voie de dispositions générales et pouvant affecter le régime international du Rhin ainsi que de faire connaître à toute époque, le plus rapidement possible, toutes autres décisions de cette nature intéressant la navigation du Rhin, y compris toute modification au régime douanier.

Unification du droit privé. — La Commission décide que le Comité pour l'unification du droit privé se réunira à Strasbourg le lundi 15 octobre 1923.

Tribunaux de navigation du Rhin. — La Commission prend acte de ce que le ressort du tribunal pour la navigation du Rhin à Duisbourg-Ruhrort a été étendu sur celui de l'Amtsgericht Hamborn.

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

par P. SCHMIDHAUSER, ingénieur, Directeur des travaux.

Introduction.

Avant d'entreprendre la description des travaux faits pour l'utilisation des eaux du lac d'Arnon, nous croyons utile, pour bien faire comprendre le rôle que ce lac est appelé à remplir, de donner d'abord un aperçu des conditions dans lesquelles le réseau de la *Société romande d'électricité* s'est formé et développé, et des usines qui lui fournissent l'énergie. La région de Vevey-Montreux-Ville-neuve fut une des premières dotée d'une distribution publique d'énergie électrique ; la *Société électrique Vevey-Montreux*, fondée en août 1886, commença en décembre 1887 à fournir du courant et mit en marche, en 1888, le tramway à traction électrique Vevey-Montreux-Chillon. L'énergie était fournie par l'usine de Taulan¹ utilisant,

¹ Voir *Bulletin technique* 1909, pages 265 et suivantes et 1908, pages 234 et suivantes.

sous une chute de 245 m., les eaux de la Baie de Montreux. Un réservoir de 4000 m³ à la mise en charge permet une légère accumulation journalière.

Les machines produisaient du courant alternatif monophasé à 1200 volts distribué par câbles concentriques sous plomb enterrés. De nombreux petits transformateurs placés chez les abonnés réduisaient la tension à 120 volts pour l'utilisation. L'eau du torrent étant devenue rapidement insuffisante, la *Société électrique Vevey-Montreux* étudia et exécuta, de 1895 à 1900, l'adduction des eaux des sources du Pays-d'Enhaut qui contribuent à l'alimentation de la ville de Lausanne et qui ont permis d'établir à Sonzier¹ une usine avec 350 m. de chute. Un réservoir de 4000 m³ à la mise en charge et un autre de 3000 m³ en aval, permettent une accumulation journalière tout en assurant un débit constant à la conduite allant à Lausanne. A la même époque elle élevait la tension de son réseau à 4000 volts.

La *Société des Forces motrices de la Grande-Eau*, fondée en 1895, utilisa d'abord une chute de 210 m. sur la Grande-Eau entre le Pont de la Tine et Vuargny (pl. 1) et distribua du courant à Leysin et dans la plaine du Rhône jusqu'à Montreux au moyen d'un réseau aérien à 5000 volts. En 1900 elle entreprit la construction de l'usine de Vouvry², alimentée par l'eau du lac de Tanay, dont le volume de 2,5 millions de m³ est utilisé sous une chute de 920 mètres.

En 1904, les deux sociétés décidèrent d'unir leurs forces afin d'établir un réseau suffisant pour une longue période, au développement de la région de Montreux, développement qui fut particulièrement rapide à cette époque. Dans ce but elles fondèrent la *Société romande d'électricité* qui acheta la presque totalité des actions des deux sociétés et réunit leurs exploitations sous une direction unique.

Les deux réseaux fonctionnant à des tensions différentes, 5500 et 4000 volts, leur jonction directe n'était pas possible ; leur puissance de transport eût du reste été trop faible ; la solution adoptée consista à établir un système de ligne à 20 000 volts entre les usines et les principaux centres de distribution, Montreux et Vevey. Ces lignes furent établies en courant triphasé et les câbles monophasés de distribution remplacés par des câbles triphasés. Des transformateurs dans l'huile furent substitués aux anciens modèles et la distribution à basse tension établie par des câbles à quatre conducteurs à 120 volts entre phases et neutre. L'usine de Vouvry fut équipée d'une deuxième conduite et sa puissance portée à 12 000 HP.

La Société romande ayant obtenu la concession de la Grande-Eau en aval de Vuargny, elle construisit en 1905-1906, l'usine des Farettes² sur Aigle, qui utilise toute la chute entre le Pont de la Tine et les monneresses d'Aigle, soit 350 m. Cette usine peut utiliser 2 m³ par seconde ; elle est équipée de 8000 HP. L'usine de Vuargny fut ensuite démolie.

¹ Voir *Bulletin technique* 1902 et 1908, pages 222 et suivantes.

² Voir *Bulletin technique* 1908, pages 209 et suivantes.

Les sources du Pays-d'Enhaut, dont l'eau est conduite à Lausanne, ayant un étiage d'hiver insuffisant, la Société romande acheta en 1906 le lac d'Arnon dans l'idée d'y prendre de l'eau potable en basses eaux ; elle avait acheté en même temps les pâturages et les forêts qui entourent le lac, afin de pouvoir protéger l'eau contre toute contamination. L'autorisation de faire les travaux nécessaires à l'amenée de ces eaux dans la vallée de l'Étivaz, par un tunnel de 3 km. environ, fut demandée au gouvernement bernois et obtenue le 2 novembre 1907. Entre temps une étude chimique et bactériologique approfondie des eaux du lac montra leur excellente qualité. Néanmoins l'emploi de ces eaux ne fut pas accepté par le Conseil communal de Lausanne, le 21 novembre 1910.

Ensuite de ce refus, la Société romande étudia immédiatement une autre utilisation, dont elle avait compris l'importance lors de l'achat du lac. En effet la Grande Eau, qui est la principale source d'énergie de notre région, a un régime nettement glaciaire ; l'eau est abondante au printemps et en été, moyenne en automne, mais l'étiage d'hiver peut tomber très bas. D'autre part les stations d'étrangers desservies par le réseau de la Société romande ont une clientèle importante en hiver. Il en résulte que la demande d'énergie croît lorsque le volume d'eau des rivières diminue. L'usine de Vouvry, située relativement près de Montreux, se prête admirablement à un service de pointe et doit être réservée dans ce but. Il fallait donc trouver un apport important d'énergie d'hiver permettant de compenser les basses eaux de la rivière. Le lac d'Arnon pouvait seul servir de régulateur à la Grande-Eau, dont il n'est séparé que par le massif de la Palette d'Isenau dont l'épaisseur varie de 3 à 5 km. suivant le point considéré.

La modification de la concession, demandée immédiatement, fut difficile à obtenir, les usines établies sur la Sarine ayant fait opposition au détournement des eaux du lac. Ce n'est qu'après que la Société romande les eut indemnisées de la perte qu'elles estimaient subir de ce fait que la concession nous fut accordée en juillet 1912.

Cette concession, qui est une autorisation de dériver l'eau attendu que le lac est propriété privée, a été accordée en commun par les cantons de Berne et de Vaud, le premier autorisant la sortie de l'eau, le second son introduction dans la Grande-Eau. La redevance est celle fixée par la loi fédérale sur les installations hydrauliques, comptée sur la force moyenne possible ; elle se partage entre les deux cantons à raison de un tiers pour Berne et deux tiers pour Vaud.

Dès que la Société romande eut décidé l'amenée des eaux d'Arnon dans la Grande-Eau, elle s'assura l'emploi de la rivière sur le plus long parcours possible, demanda et obtint la concession du cours d'eau depuis les Aviolats jusqu'à la prise d'eau de l'usine inférieure au Pont de la Tine sur un parcours d'environ 5 km. donnant une chute nette de 245 m. En prévision de la régularisation du débit de la Grande-Eau, l'usine fut établie pour un débit de 2 m³ par seconde.

L'eau d'Arnon arrivant dans la vallée de la Grande-Eau sera utilisée d'abord dans une usine spéciale sous une chute de 300 m. L'eau sortant de cette usine s'unira à celle de la Grande-Eau pour maintenir à la rivière un débit suffisant pendant l'hiver. Il n'y aura donc pas d'usine spéciale pour l'utilisation du lac sur toute la partie inférieure de la chute ; mais une utilisation complète toute l'année des installations employant les eaux de la rivière.

Peu de temps après l'obtention de la concession, en novembre 1912, la Société romande entreprit l'exécution

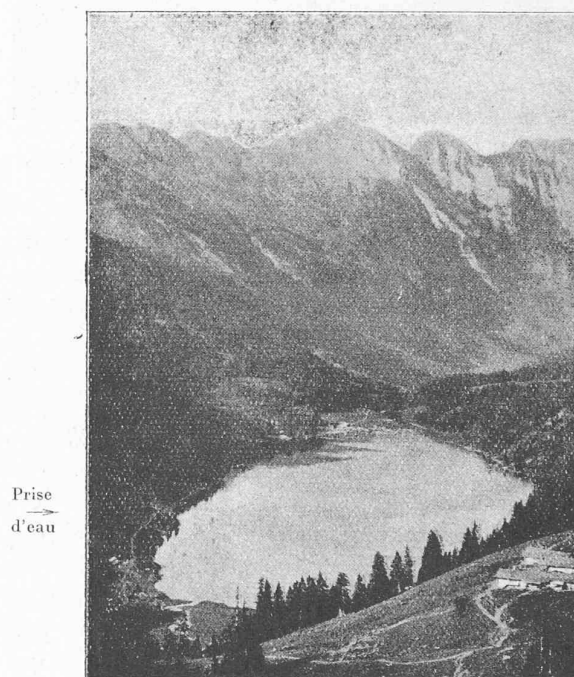


Fig. 2. — Le lac d'Arnon vu du sud au nord. Au fond, son émissaire naturel, le Tschertzisbach.

des travaux d'amenée des eaux du lac dans le bassin de la Grande-Eau, qui font l'objet de la présente monographie.

Le lac d'Arnon et son bassin d'alimentation.

Bassin d'alimentation.

Sis sur le territoire de la commune bernoise de Gsteig, le lac d'Arnon (fig. 2) a une étendue de 320 000 m² et se trouve à 1533 m. d'altitude. Le maximum de sa profondeur atteint 40 mètres.

Le bassin qui l'alimente, d'une étendue de 7,1 km², emprunte $\frac{1}{7}$ de sa superficie à la commune vaudoise d'Ormont-Dessus, les $\frac{6}{7}$ à la commune de Gsteig.

Les forêts en occupent 1,5 km², et, à part quelques rochers et pierriers, les hauts pâturages couvrent le reste.

Les crêtes qui le limitent à l'est, au sud et à l'ouest, se trouvent à des altitudes variant entre 1890 et 2214 m.

Faute de renseignements précis concernant la valeur annuelle des précipitations sur ce bassin, il fut admis, après étude portant sur la comparaison avec d'autres bassins présentant le plus d'analogie avec celui qui nous



Fig. 3. — Inclinasion prédominante des berges du lac d'Arnon. Vue prise à lac abaissé de 10 mètres.

occupe quant à sa situation géographique, son altitude, la formation géologique de son sous-sol, sa faculté possible d'alimenter des nappes ou des cours souterrains qui s'en vont sourdre hors de ses limites, la composition de son sol, l'importance de la surface recouverte de forêts, il fut admis, disons-nous, de tabler sur une hauteur pluviométrique annuelle *moyenne* de 1 m. 50. Le 20 % de ce chiffre fut accordé aux deux facteurs « évaporation et absorption », ce qui réduit à 1 m. 20 la moyenne de la hauteur annuelle utile des précipitations. Il est clair que cette valeur ne devait pas être adoptée, comme base des calculs, sans une nouvelle réduction ; la quantité moyenne résulte de quantités fournies par des nombres à peu près égaux d'années plus sèches et d'années plus humides que la moyenne. Les années plus sèches que l'année dont la hauteur pluviométrique aura été admise comme base des calculs constituent ce que nous appellerons des années déficitaires. Afin de réduire à une sur vingt-cinq le nombre des années déficitaires, la « hauteur pluviométrique annuelle utilisable » a été fixée à 1 mètre. Le « volume d'eau annuel utilisable » est ainsi de 7 100 000 m³.



Fig. 4. — Le lac d'Arnon gelé, abaissé de 25 m., et quelques spécimens des nombreux fûts de sapins mis à nu par le retrait des eaux.

Le lac.

Formation. Topographie et nature du terrain sous-lacustre.

D'après les conclusions d'une étude faite en 1912 par M. le professeur *Maurice Lugeon*, géologue, le lac, bien que situé dans une auge d'origine glaciaire probablement surcreusée par l'ancien glacier, doit son existence au niveau actuel à deux grands glissements descendus de chacun des versants de la vallée. Les zones d'arrachement de ces deux glissements sont du reste nettement visibles.

La digue naturelle qui en est résultée est formée par des marnes triturées provenant de la décomposition de schistes argileux et renfermant une forte proportion de cailloux plus ou moins gros, toujours anguleux. Le débit d'étiage de l'émissaire du lac et l'absence de suintements en aval de la digue naturelle démontrent que celle-ci est absolument étanche, et que la cuvette lacustre est elle-même imperméable.

A part l'extrémité sud du lac, qui accuse des pentes

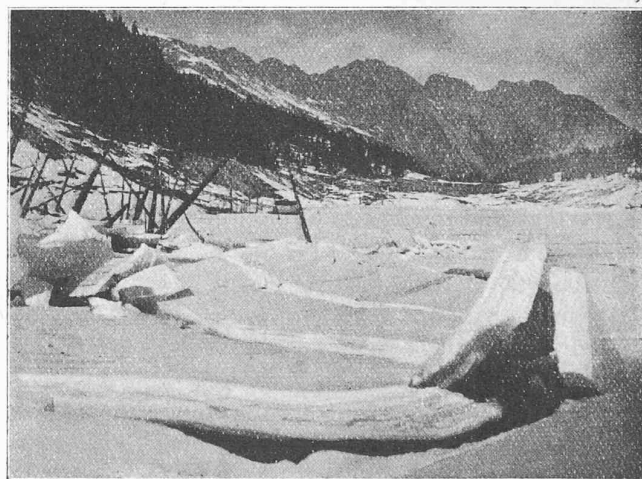


Fig. 5. — Fûts de sapins dans le lac d'Arnon gelé abaissé de 25 m. Dislocation de la glace provoquée par l'abaissement du lac.

relativement douces dès la surface jusqu'au fond, la plus grande partie de ses rives présente des berges très inclinées avec talus variant de 1 1/2 : 1 près de la surface à 2 : 1 (fig. 3) à 25 ou 30 mètres de profondeur.

La capacité du lac est de 8 150 000 m³.

Sur toute l'étendue de la cuvette lacustre, il n'existe aucun affleurement de rocher ; ce dernier est couvert par une épaisse couche d'éboulis mélangé d'argile, laquelle est elle-même recouverte d'une couche de limon ou de boue.

L'extrémité sud du lac est formée par les apports du torrent descendant du Châlet-Vieux (le plus important), apports déposés en couches plus ou moins épaisses de limon, de sable fin ou de petit gravier.

La berge de l'extrémité nord se compose essentiellement d'argile recouverte d'une couche de limon.

La couche de limon ou de boue qui, sur toute l'étendue de la cuvette, est en contact direct avec l'eau atteint, au fond, une épaisseur de un mètre et plus ; près de la sur-

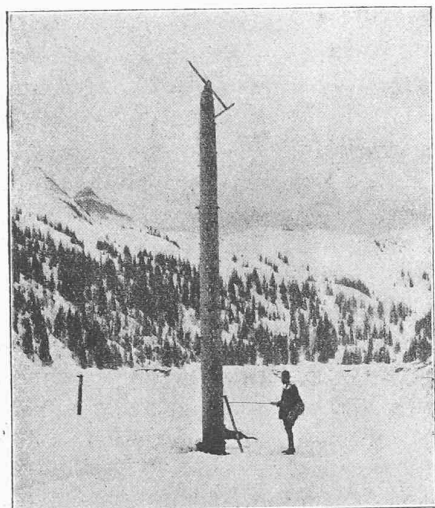


Fig. 6.
Le « sapin limnimètre », à lac abaissé de 8 m.
Le liteau horizontal fixé à son faite indique
le niveau normal du lac.

face, son épaisseur ne dépasse guère 20 à 25 centimètres.

La première vidange du lac a démontré l'existence d'une quantité de fûts de sapins (Fig. 4 et 5) qui sont debout, les uns dans une position parfaitement verticale, les autres plus ou moins inclinés. L'un d'eux, dont nous nous sommes servis comme limnimètre pendant assez longtemps (fig. 6), était planté par 22 mètres de fond ; sauf en temps de très hautes eaux on le voyait toujours émerger de la surface du lac à une distance d'environ 40 mètres de la rive ; sa flèche manquait, cassée au niveau des eaux moyennes, où il mesurait encore 35 cm. de diamètre. Cette plante était sans doute un témoin d'une époque déjà fort reculée, car de nos jours les forêts de cette région ne fournissent plus de spécimens de cette taille. Sciée à la base, elle montra un bois parfaitement sain, et permit de constater qu'elle avait vécu un peu plus de 150 ans avant d'être immergée.

Des rondelles prélevées sur son tronc, exposées au soleil, se comportèrent absolument de la même façon que si elles venaient d'être coupées en forêt : formation de nombreuses craquelures, radiales pour la plupart, et abondant écoulement de résine. La preuve est donc là, que le bois en pleine sève immergé dans l'eau, se conserve sans subir d'autre modification qu'un léger accroissement de sa dureté. Cette constatation fut mise à profit pour le choix des bois employés, comme nous le verrons plus loin, pour les pilots qui durent être battus dans le lac à 25 et 30 m. de profondeur.

L'analyse de l'eau a démontré que celle-ci ne contient aucun principe exerçant une action pernicieuse ni sur les mortiers ni sur les fers. Sur toute l'étendue du bassin versant, il n'existe pas trace de gypse ni d'anhydrite. Seules, les importantes falaises de gypse qui affleurent dans le voisinage du col du Pillon, et qui s'élèvent jusqu'à l'altitude de 1600 m., devaient attirer l'attention. Mais ces

couches plongent assez fortement vers le nord-nord-est et vont s'étendre sous le lac à une profondeur de plusieurs centaines de mètres. L'analyse prouve que ces importants gisements n'intéressent nullement les eaux qui s'accumulent dans le lac.

Thermique des eaux. Du point de vue thermique, le lac appartient à la catégorie des « lacs tempérés », c'est-à-dire des lacs dont la température varie dès les couches profondes jusqu'à la surface : en été à partir de 4° et au-dessus, en hiver à partir de 4° et au-dessous.

La figure 7 donne les courbes thermiques du 14 septembre 1919, époque à laquelle l'eau de surface a déjà commencé de se refroidir, et du 21 février 1920, alors que le niveau du lac était abaissé de 4 m. 80. Nous avons donc la « stratification thermique directe » en été, et la « stratification thermique inverse » en hiver, et toutes deux selon des courbes de belle allure qui doivent être considérées comme une preuve de l'absence de sources sous-lacustres.

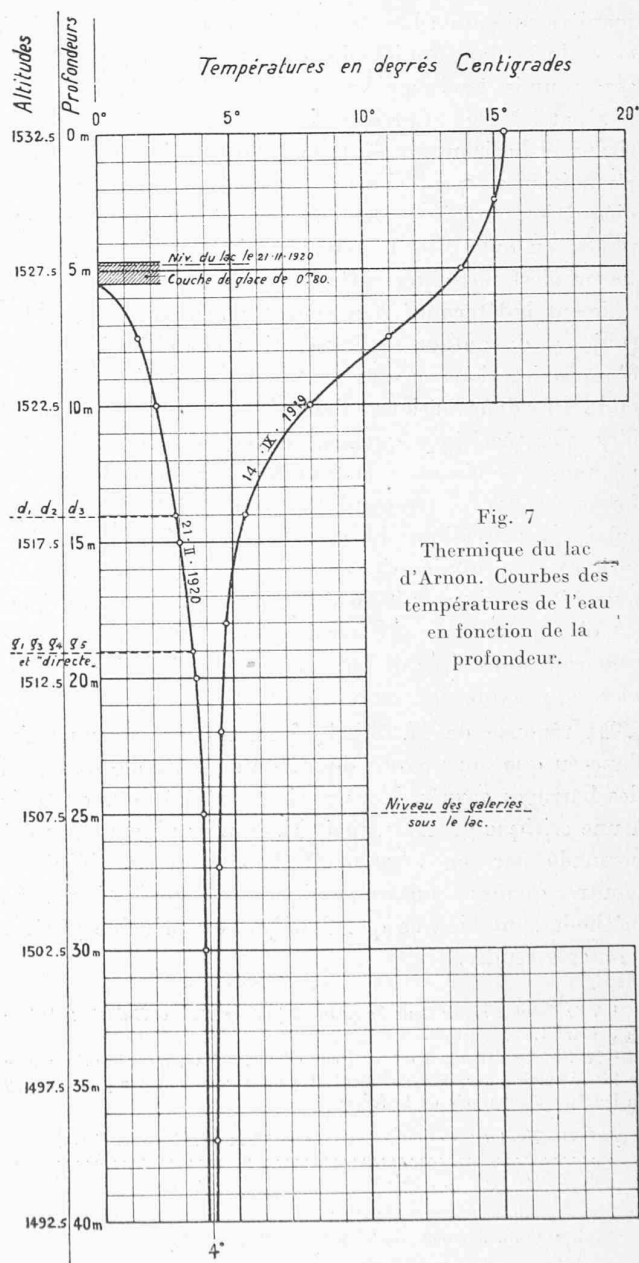


Fig. 7
Thermique du lac
d'Arnon. Courbes des
températures de l'eau
en fonction de la
profondeur.

