Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 51 (1925)

Heft: 9

Artikel: Le projet des usines électriques de l'Oberhasli des Forces motrices bernoises S.A.

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-39503

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: 09.07.2025

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

51e année 25 avril 1925 N° 9

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing. Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN
ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES
ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Le projet des usines électriques de l'Oberhasli des Forces motrices bernoises S. A. — La construction des grands barrages. — L'épuration des eaux d'égout. — Discussions publiques organisées par le Laboratoire fédéral d'essais des matériaux. — IIIe Congrès de la Houille blanche (Grenoble 4-8 juillet 1925).* — Sociétés : *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — Section genevoise de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes. — Association suisse des ingénieurs-conseils.* — Bibliographie. — *Service de placement.*

Le projet des usines électriques de l'Oberhasli des Forces motrices bernoises S. A.[1]

I. Les besoins d'énergie des FMB.

La consommation d'énergie électrique dans le réseau des *FMB* accuse chaque année une très forte augmentation. En 1920 la production d'énergie a été de 197 millions de kwh ; en 1923, elle a atteint 321 et en 1924 359 millions de kwh.

Cette production ne peut plus être notablement augmentée par l'agrandissement des usines actuelles. Depuis 1923, les *FMB* sont obligées de couvrir une partie notable de leurs besoins par l'achat de courant d'autres entreprises, parmi lesquelles la Société pour l'industrie de l'Aluminium à Chippis, les Forces motrices de la Ville de Zurich et la Société du Chemin de fer de la Jungfrau.

En 1924 la somme dépensée pour l'achat de ce courant auxiliaire a dépassé 2 millions de francs. L'augmentation continuelle des besoins de la consommation est telle, ainsi que cela ressort des diagrammes 1 et 2, que dans quelques années il ne sera plus possible de couvrir le manque d'énergie par l'achat de courant étranger.

Une étude approfondie des besoins futurs du réseau de distribution des *FMB* a démontré que la totalité de l'énergie produite par l'usine de la Handeck — premier palier des usines de l'Oberhasli — pourra être absorbée dès l'entrée en exploitation de celle-ci. Les figures 3 et 4 montrent l'allure probable des charges journalières du réseau pour l'année 1932.

Il ressort des diagrammes 1, 2, 3 et 4 qu'il est absolument nécessaire pour les *FMB* de disposer d'une usine d'accumulation de grande puissance (jusqu'à 44 000 kw).

Parmi tous les projets étudiés, les forces hydrauliques de l'Oberhasli constituent la seule source d'énergie capable de couvrir les besoins des *FMB* au cours des années prochaines. La construction de ces usines est donc devenue une nécessité urgente.

II. Le projet d'utilisation des forces de l'Oberhasli.

Généralités.

Les premières études pour l'utilisation des forces motrices de l'Oberhasli remontent déjà à plusieurs années en arrière. Il y a vingt ans que la première demande de concession fut présentée. Par la suite on organisa un service limnimétrique régulier, comprenant un système de stations — dont la plupart sont munies de limnigraphes — réparties sur l'Aar et ses affluents, principalement à la sortie des futurs bassins d'accumulation. En outre, sept totalisateurs Mougin (voir fig. 5) ont été installés à diverses altitudes dans les bassins de réception. Il est enfin intéressant de noter ici que depuis quelques années on a repris les célèbres mesures d'Agassiz (année 1840 et suivantes) sur le mouvement du glacier inférieur de l'Aar. A l'aide de ces observations, combinées avec les mesures pluviométriques et hydrométriques, il sera possible de mieux connaître, avec le temps, les relations qui existent entre les variations du climat, les précipitations, les mouvements des glaciers et le débit de leurs émissaires.

Plusieurs projets ont été successivement étudiés pour l'utilisation des forces de l'Oberhasli. Tous prévoyaient l'utilisation des cuvettes du Grimsel et de Gelmer pour

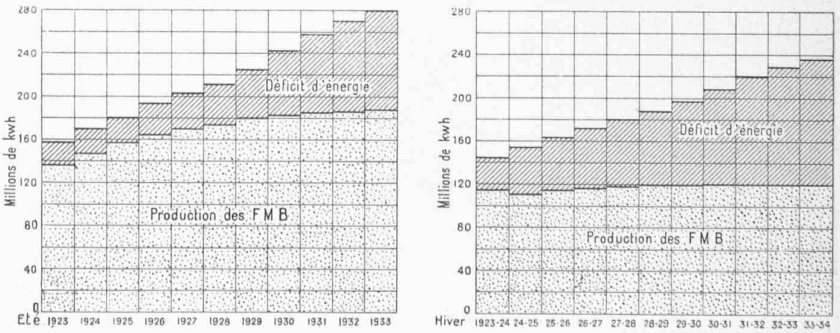

Fig. 1 et 2. — Production et besoins d'énergie des *FMB* pendant les années 1923-1934.

[1] Nous abrégeons dans la suite « Forces motrices bernoises » par FMB.

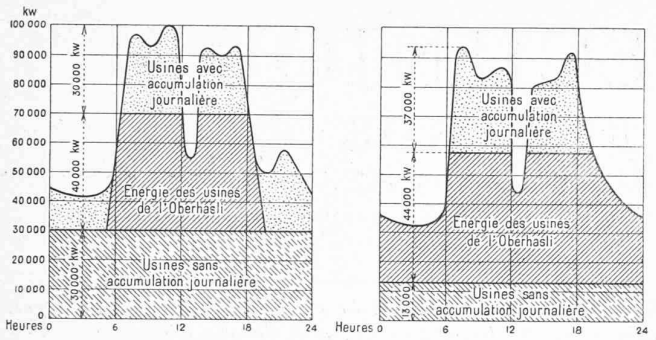

Fig. 3 et 4. — Charge probable des usines des *FMB* en 1932, en été (figure de gauche) et en hiver (figure de droite).

la création de bassins d'accumulation ; l'utilisation de la chute de l'Aar du Grimsel jusqu'à Innertkirchen fut d'abord prévue en deux paliers.

Dès 1920 les *FMB* créèrent un bureau à Innertkirchen, sous la direction de M. *A. Kaech*, ingénieur en chef. Les études de M. Kaech conduisirent à l'établissement d'un nouveau projet à trois paliers. Cette solution s'adapte plus favorablement que toute autre aux conditions topographiques et géologiques de la vallée.

Le projet de M. Kaech fut soumis à une commission d'experts, composée de MM. *H.-E. Gruner*, ingénieur-conseil, à Bâle, *E. Meyer-Peter*, professeur à Zurich et M. *Lugeon*, professeur à Lausanne. De cette expertise il ressort d'une manière très claire et tout à fait persuasive que l'entreprise des usines de l'Oberhasli est sans aucun doute rentable ; le prix de revient de l'énergie produite peut parfaitement soutenir la concurrence de celui des usines existantes ou encore à construire en Suisse, et assure même sous ce rapport un grand avantage aux forces de l'Oberhasli.

Le rapport constate que le projet à trois paliers offre entre autres avantages, une sûreté absolue au point de vue géologique ; tous les ouvrages peuvent être construits dans des conditions géologiques exceptionnellement favorables. La solution prévue pour le transport de l'énergie jusqu'au poste central d'Innertkirchen écarte les objections que l'on aurait pu faire concernant l'emplacement de la centrale si haut dans la vallée.

Sur la proposition de M. le professeur Lugeon une galerie de sondage fut percée sous l'Aar à travers la Spitallam, gorge dans laquelle sera implanté le barrage principal. Il fut ainsi possible de vérifier les prévisions de

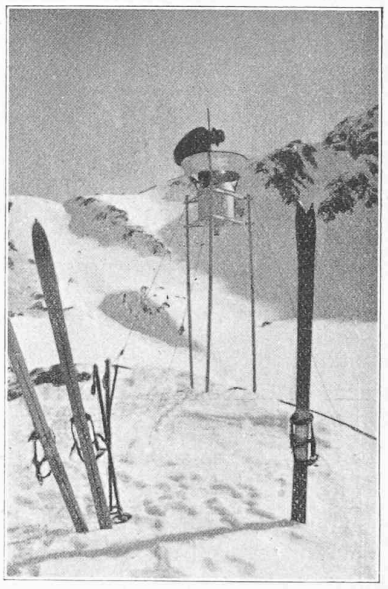

Fig. 5.
Totalisateur sur l'Alpe de l'Oberaar.

M. Lugeon sur l'homogénéité du granit ainsi que sur la continuité absolue de la roche des parois et du fond de la vallée.

Enfin une expertise de MM. les directeurs *R. Lüscher* et *E. Payot* au sujet de l'évaluation des besoins d'énergie

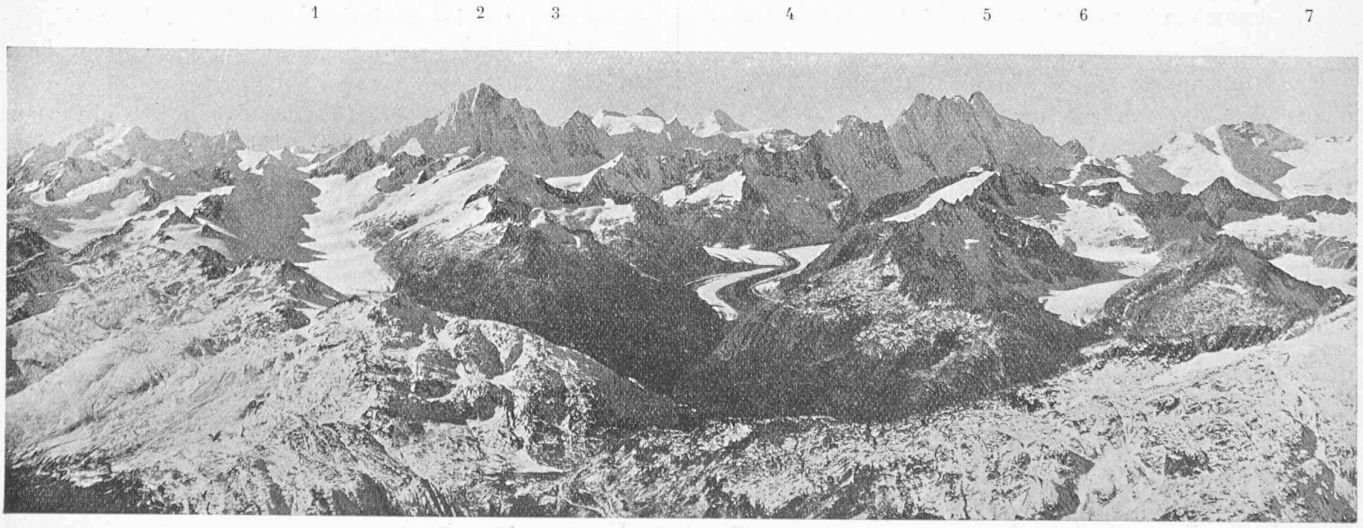

Fig. 6. — Bassin de réception du Grimsel. Vue de l'est prise d'avion à 3800 m. d'altitude.

Légende : 1 = glacier supérieur de l'Aar. — 2 = Finsteraarhorn. — 3 (en bas) = col du Grimsel. — 4 = glacier inférieur de l'Aar. — 5 = Schreckhorn. 6 = glacier du Bächlisboden. — 7 (en haut) = glacier du Gauli.

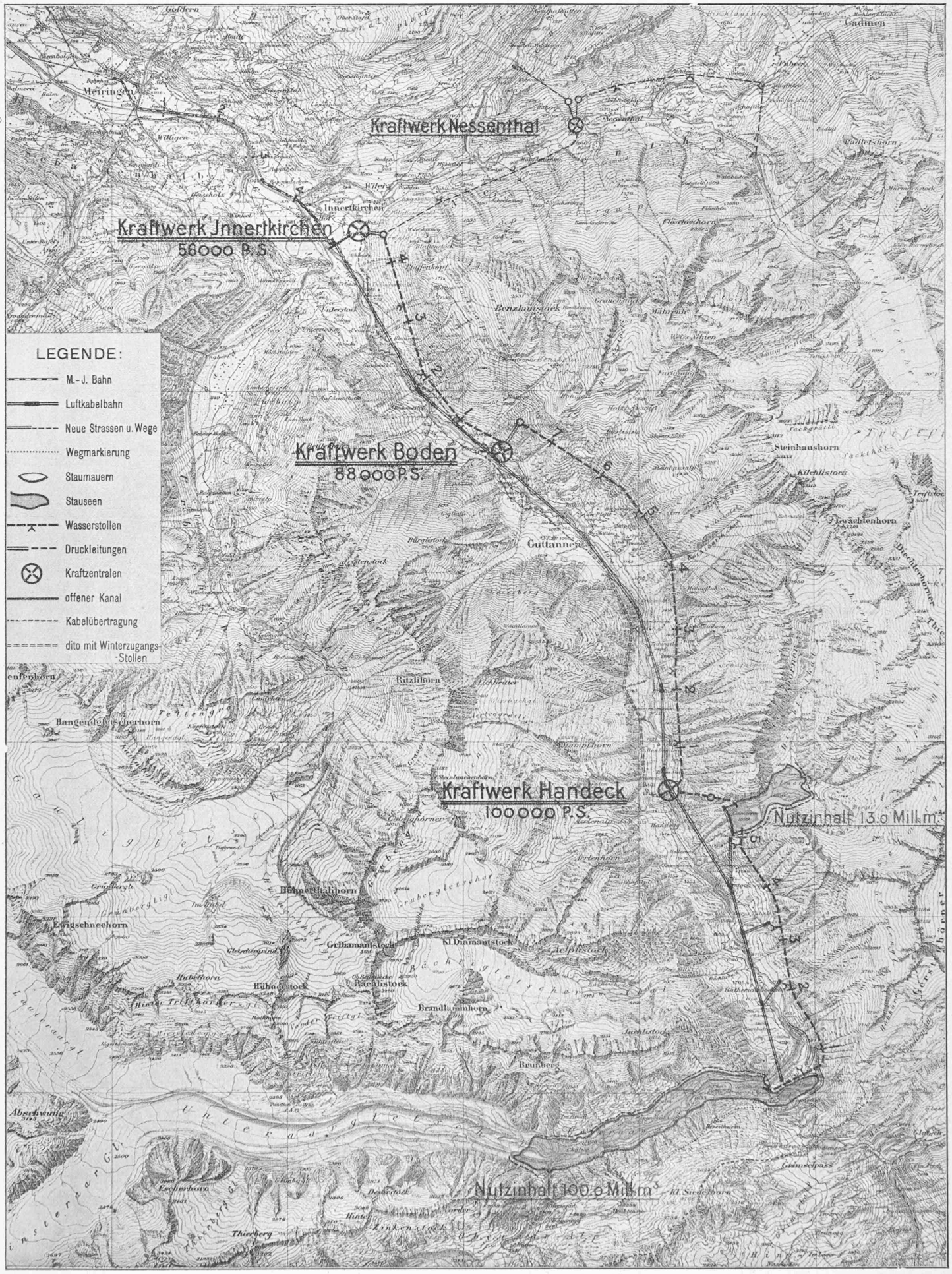

Fig. 7. — Carte synoptique des usines de l'Oberhasli. — Echelle 1 : 80 000.

Légende : M.-I.-Bahn = chemin de fer de Meiringen à Innertkirchen. — Luftkabelbahn = téléférage. — Neue Strassen und Wege = nouvelles routes et chemins. — Wegmarkierung = Sentier. — Staumauern = barrages. — Stauseen = bassins d'accumulation. — Wasserstollen = galeries sous pression. — Druckleitungen = conduites forcées. — Kraftzentralen = usines génératrices. — Offener Kanal = canal à ciel ouvert. — Kabelübertragnug = transport d'énergie par câble. — Mit Winterzugangsstollen = avec galerie d'accès pendant l'hiver. — Nutzinhalt = capacité utile.

Cliché de la « Schweizer. Bauzeitung ».

Fig. 8. — Plan de situation du barrage principal (Spitallam) et du barrage auxiliaire (Seeuferegg).
Echelle 1 : 3000. — Equidistance des courbes de niveau : 2 m.

D'après le levé stéréoautogrammétrique du Dr *R. Helbling*, à Flums.

jusqu'en 1932 confirme le résultat des études de la direction des *FMB*. Le placement de l'énergie de l'usine de la Handeck peut par conséquent être considéré comme assuré.

Le régime des eaux et la production d'énergie.

D'après les observations des dix dernières années (1914 à 1923) le débit annuel moyen provenant du bassin de réception du premier palier (dont la superficie totale est de 111,5 km²) est de 240 millions de m³. A côté du débit du palier supérieur, les deux usines inférieures pourront utiliser l'eau provenant des bassins de réception intermédiaires ; soit annuellement 85 millions de m³ pour chaque prise d'eau. Ces chiffres montrent que le bassin de l'Aar supérieur est exceptionnellement riche en eau, puisque la hauteur annuelle d'écoulement dépasse 2 m.

La retenue du bassin d'accumulation du Grimsel et celle du bassin de Gelmer sont fixées respectivement à la cote 1912 et 1852 et le niveau minimum à la cote 1830 (resp. 1820) ; la capacité utile des lacs est de 100 (resp. 13) millions de m³. En admettant une production d'énergie constante pendant toute l'année et déduction faite des pertes inévitables, l'usine de la Handeck pourra utiliser en moyenne 210 millions de m³ d'eau avec une chute nette de 540 m., l'usine de Boden 232 millions de m³ avec une chute de 408 m. et l'usine d'Innertkirchen 255 millions de m³ avec 241 m. de chute. On obtient ainsi pour les trois usines une production nette d'énergie mesurée sur les barres à 150 kV de la station d'Innertkirchen de 223 + 190 + 125 soit au total 538 millions de kwh. La production de la centrale d'Innertkirchen pourra être augmentée plus tard par l'adduction des affluents du Trift, de Gadmen et du Gental. La disposition générale du projet et les caractéristiques principales ressortent des fig. 7, 8 et 9.

Les études pour la construction des trois paliers sont terminées. Comme pour le moment l'équipement du premier palier est seul envisagé, nous nous bornerons à l'étude plus détaillée de celui-ci.

III. L'usine hydro-électrique Grimsel-Handeck.

1. *Considérations générales et description du projet.*

Tous les ouvrages du premier palier peuvent être fondés et construits dans le granit du massif de l'Aar (protogine). Les bassins d'accumulation du Grimsel et de Gelmer sont réalisés par la fermeture d'anciennes cuvettes glaciaires dans lesquelles se trouvent actuellement de petits lacs. Le niveau du lac de *Gelmer*, actuellement à la cote 1822, sera élevé de 30 m. Au *Grimsel* le niveau de la retenue est fixé à la cote 1912. La partie la plus importante du bassin de retenue est constituée par la vallée de l'Aar entre la gorge de la Spitallamm et le glacier inférieur de l'Aar. Les petits lacs actuels à la cote 1875 seront également submergés. La fermeture de l'extrémité est du bassin nécessite la construction d'un second barrage au lieu dit « Seeuferegg ».

La solution théorique la plus simple serait d'élever les eaux des deux bassins d'accumulation du Grimsel et de Gelmer au même niveau. Pour des raisons pratiques cette solution ne peut entrer en considération. Tandis que le grand barrage du Grimsel peut être implanté dans une gorge étroite, celui de Gelmer doit être construit sur un seuil relativement évasé. La retenue d'eau au-dessus de la cote 1850 nécessite à Gelmer beaucoup plus de frais qu'au Grimsel. Le coût du m³ de retenue serait par exemple à Gelmer pour la cote 1870 déjà le double de celui atteint au Grimsel pour 1912. On fut donc obligé d'adapter le projet aux conditions naturelles et, par conséquent de traiter le bassin du Grimsel comme bassin de retenue principal et celui de Gelmer comme bassin secondaire.

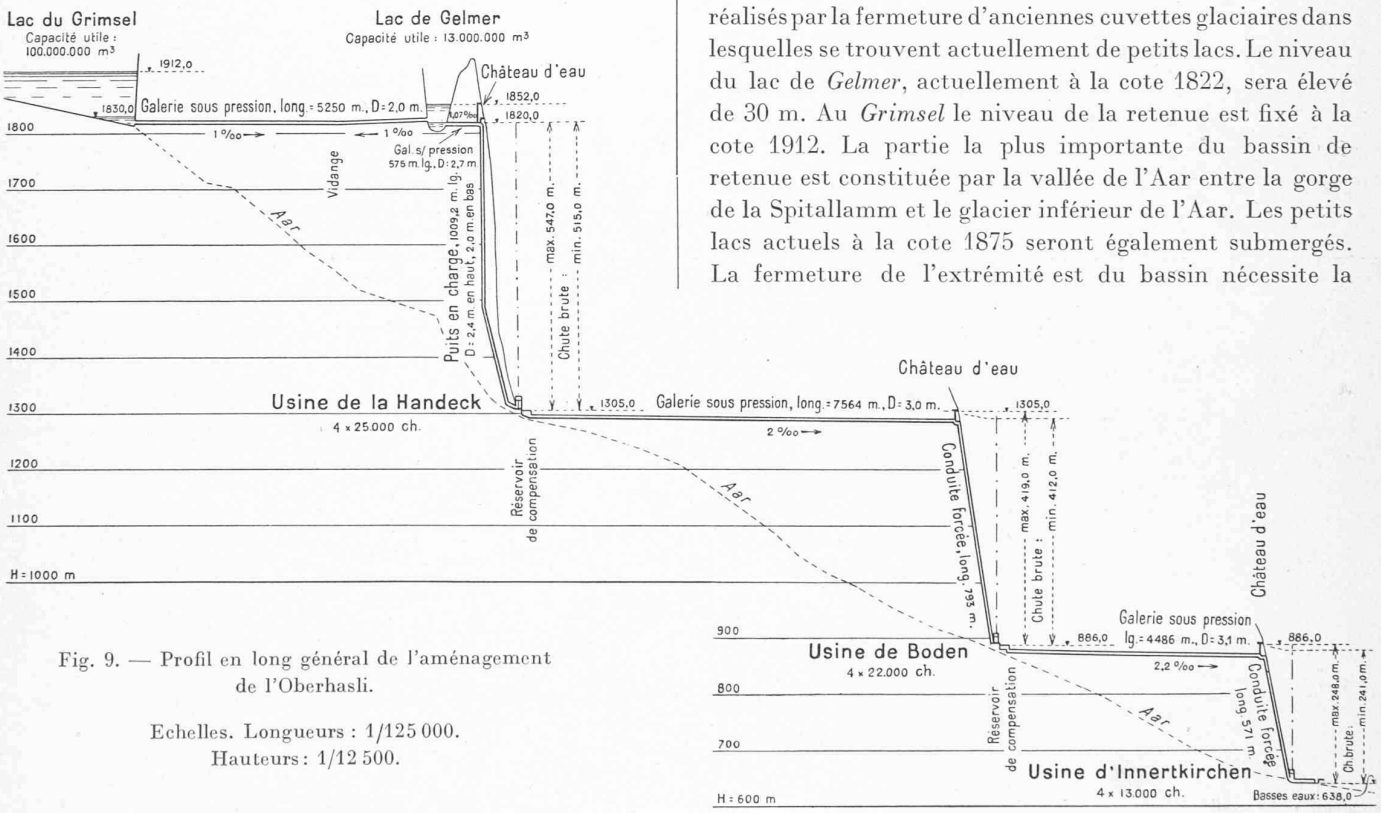

Fig. 9. — Profil en long général de l'aménagement de l'Oberhasli.

Echelles. Longueurs : 1/125 000.
Hauteurs : 1/12 500.

La partie supérieure de la vallée de l'Aar en amont du Grimsel est recouverte sur une longueur d'environ 8 km. par le glacier inférieur de l'Aar. Comme le glacier descend jusqu'à la cote 1895, sa partie inférieure sera submergée sur une hauteur de 17 m. par le lac artificiel. Le glacier, qui en l'an 1870, avait atteint son avancement maximum, recule constamment depuis lors. Le recul pendant les cinquante dernières années est d'environ 500 m. Dans les temps historiques, c'est-à-dire depuis environ 300 ans, il n'a jamais dépassé son amplitude maximale de 1870. Après sa submersion par le lac, le glacier se terminera dans ce dernier par une paroi de glace et déposera ses moraines au bord du bassin. Les géologues ont calculé qu'en 100 ans la masse des matériaux charriés et déposés par le glacier peut atteindre au maximum un million de m³, quantité inférieure au volume qu'on gagnera par la fonte de l'extrémité du glacier. Le dépôt des boues glaciaires amenées par la moraine terminale ne causera très probablement pendant plusieurs siècles pas de préjudice sensible au bassin de retenue. Les pentes de la vallée de part et d'autre du bassin d'accumulation ayant été autrefois complètement nettoyées par les glaciers, la masse totale des éboulis provenant de ces pentes peut être également considérée comme quantité négligeable. Ces constatations nous permettent d'admettre avec certitude que, pendant un temps indéfini, le bassin d'accumulation conservera sa capacité intacte.

Le *barrage principal* de la Spitallamm atteindra une hauteur maximale de 100 m. environ ; ses fondations descendront jusqu'à la cote 1800 ; au niveau de la retenue supérieure la largeur de la gorge est de 180 m. Le type de barrage choisi est un mur à résistance combinée, c'est-à-dire résistant à la fois comme mur-poids et voûte horizontale. Les parements sont inclinés de 1 : 0,1 à l'amont et 1 : 0,5 à l'aval. La maçonnerie, de 340 000 m³ consistera en béton coulé. Le sable et le gravier nécessaires pourront être extraits du lit de l'Aar à proximité du barrage. Le *barrage auxiliaire* de la Seeuferegg sera un mur de gravité rectiligne de 58 000 m³ de béton. Le couronnement de 290 m. de longueur sera utilisé comme chemin d'accès de la nouvelle route du Grimsel à la maison du gardien du barrage et au nouvel hospice que l'on construira sur la colline du Nollen.

La galerie de vidange, la prise d'eau et la chambre des vannes ne présentent pas de constructions spéciales. Les vannes de la galerie d'amenée peuvent être actionnées soit à la main dans la chambre même, soit par commande électrique depuis la maison du gardien. En outre, il est prévu une fermeture automatique des vannes, lorsque le niveau du lac de Gelmer atteint sa cote supérieure admissible. La chambre des vannes et l'habitation du gardien sont reliées par un puits vertical muni d'un ascenseur.

Sur toute la longueur de la *galerie de communication Grimsel-Gelmer* la roche des flancs de la vallée apparaît nue et polie par les glaciers. Le tunnel, long de 4,5 km., suit le flanc droit de la vallée et traverse très favorablement la roche, à peu près perpendiculairement à la direction des couches. La distance minimale de la galerie à la surface a été fixée à 100 m., de sorte qu'il n'est pas nécessaire de prévoir un revêtement spécial.

Le haut plateau de Gelmer présente le même caractère que la vallée de l'Aar en amont du Grimsel. Mais tandis que cette dernière s'étend sur une grande longueur, celle de Gelmer ne mesure guère que 1 ½ km. seulement et se termine au milieu d'un cirque de montagnes abruptes, dont les glaciers descendent jusqu'à 500 m. au-dessus du fond de la vallée.

Le barrage de Gelmer est un mur résistant par son propre poids ; la longueur du couronnement est de 385 m. et le cube total du béton est de 78 000 m³. Immédiatement après sa sortie du lac, l'émissaire actuel forme une série de chutes et atteint le plateau de la Handeck situé 400 m. plus bas. *(A suivre.)*

La construction des grands barrages.

M. le Dr A. Stucky, *ingénieur-conseil, à Bâle, a fait, il y a quelques mois, devant la Section vaudoise de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, une conférence sur* Les barrages, *pour laquelle il a, naturellement, utilisé les matériaux de sa communication à l'assemblée du 31 mai 1924 de l'« Association suisse pour l'aménagement des eaux ». Comme nous avons publié, à la page 301 du* Bulletin technique *du 22 novembre 1924, un résumé de cette communication nous ne reproduirons de la dernière conférence de M. Stucky que certaines considérations destinées à compléter ce résumé.*

Après avoir rappelé les conditions qui régissent l'aménagement moderne des chutes d'eau, M. Stucky étudie les différents types de barrages et, à propos des barrages-poids il déclare « qu'on ne saurait attacher une importance trop grande à la question de leur fissuration ».

« Beaucoup ont présenté des fissures, et quelquefois assez longtemps après leur achèvement. Il semble que ce danger augmente avec la qualité et le dosage du ciment employé. Les ciments spéciaux dont on se sert quelquefois ont le gros inconvénient de dégager une forte quantité de chaleur et le refroidissement du mur est lent, surtout si l'on n'a pas pris soin de le favoriser par une subdivision adéquate des blocs de bétonnage. Il est dans tous les cas inutile, pour ne pas dire dangereux, de forcer le dosage.

» Tant qu'il s'agit d'un barrage de faible hauteur, et pourvu qu'on dispose d'un sol rocheux, le barrage-poids peut être exécuté partout, mais la construction en est naturellement onéreuse, les matériaux y étant très mal utilisés. On a proposé de remplacer le béton de l'intérieur du mur, qui travaille à un faible taux, par un vulgaire remplissage de gravier ou de pierres sèches, mais l'économie ainsi réalisée paraît être compensée, du moins chez nous, par la complication de l'exécution. On a aussi imaginé de supprimer purement et simplement ce remplissage de gravier ou de pierres et de ménager à l'intérieur de l'ouvrage de grosses cavités de formes et de dimensions appropriées, tout en élargissant la base du mur afin de rétablir la stabilité compromise par la diminution de poids. Ce principe a déjà été appliqué souvent pour de petits ouvrages, mais à notre connaissance il n'a pas encore trouvé d'application en grand.

» Le même désir d'économie a donné naissance au type américain dit *Ambursen*, constitué par une grande paroi en béton armé qui s'appuie sur des piliers à profil triangulaire. Ce type représente en grand ce que sont les petits barrages de rivière que chacun connaît, mais où les vannes mobiles auraient été remplacées par des dalles en béton armé inamovibles. Pour des raisons de stabilité, la dalle n'est pas verticale, mais inclinée.

» Un type analogue est celui dit *à voûtes multiples*, qui ne diffère du précédent qu'en ce que les dalles planes sont rem-