

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 68 (1942)

Heft: 24

Artikel: L'usine d'Innertkirchen des forces motrices de l'Oberhasli: la constitution des forces motrices de l'Oberhasli et la réalisation du palier supérieur (suite et fin)

Autor: Calame, Jules

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-51831>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 13.50 francs
Etranger : 16 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 11 francs
Etranger : 13.50 francs

Prix du numéro :

75 centimes.

Pour les abonnements
s'adresser à la librairie
F. Rouge & C^{ie}, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève ; Vice-président : M. IMER, à Genève ; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; A. ROSSIER †, ingénieur ; *Vaud* : MM. F. CHENAUX, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; EPITAUX, architecte ; E. JOST, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. ODIER, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; R. GUYE, ingénieur ; A. MÉAN, ingénieur ; *Valais* : M. J. DUBUIS, ingénieur ; A. DE KALBERMATTEN, architecte.

RÉDACTION : D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

Publicité : TARIF DES ANNONCES

Le millimètre
(larg. 47 mm.) 20 cts.
Tarif spécial pour fractions
de pages.

Rabais pour annonces
répétées.



ANNONCES-SUISSES S.A.
5, Rue Centrale,
LAUSANNE
& Succursales.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE

A. STUCKY, ingénieur, président ; M. BRIDEL ; G. EPITAUX, architecte ; M. IMER.

SOMMAIRE : *L'usine d'Innertkirchen des forces motrices de l'Oberhasli* (suite et fin), par JULES CALAME, ingénieur. — *Rues larges et mortes ou rues étroites et animées*, par J. BÉGUIN, architecte, à Neuchâtel. — *A propos de l'aérodrome de Lausanne*. — *Société suisse des ingénieurs et des architectes : Communiqué*. — DOCUMENTATION. — SERVICE DE PLACEMENT.

L'usine d'Innertkirchen des forces motrices de l'Oberhasli

(Suite et fin).¹

4. La « conduite forcée » et le collecteur.

Il s'agit en réalité du *puits oblique* dont la figure 13 donne le profil en long. On voit qu'il est réalisé sous la forme d'une section analogue à celle du type IV de la galerie d'amenée, c'est-à-dire avec un blindage en tôle, dont l'épaisseur varie de 12 mm (à la partie supérieure) à 20 mm (au bas du puits). Il s'agit donc bien d'un puits blindé, plutôt que d'une conduite forcée et, pour aboutir à cette conclusion, des essais particuliers de pression avaient été exécutés au préalable dans la fenêtre inférieure de Rieseten, sur un tronçon de conduite de 2,20 m de diamètre et de 12 m de longueur, incliné de 10 % et dans lequel l'épaisseur du blindage était de 10 mm. Dans cet essai, la pression intérieure avait été poussée jusqu'à 150 atm., c'est-à-dire jusqu'à 2,3 fois la pression définitive au bas du puits, et l'on n'a perçu aucune fatigue du métal sous cette pression extrême. D'après les calculs qui furent exécutés à cette occasion, on a estimé que la roche, à cette profondeur, était à même de supporter une pression intérieure d'au moins 130 atm., soit le double environ de la pression qui se présente au bas de la « conduite » d'Innertkirchen.

Quant au *collecteur* lui-même dont le diamètre intérieur varie de Φ 2,40 m à Φ 1,10 m (fig. 6), il a été

conçu comme conduite sous pression dont la plus grande épaisseur de la tôle est de 24 mm. L'épaisseur du rocher à cet endroit atteint 90 m au moins ; pour renforcer le collecteur, celui-ci a été entouré d'un second manteau d'acier de 20 mm d'épaisseur de plus grand diamètre, laissant entre lui et la paroi du collecteur un vide variant de 20 à 40 cm qui a été bourré de béton après coup. Le pourtour du manteau extérieur, après avoir été rempli de béton à son tour a fait encore l'objet d'injections au mortier de ciment sous forte pression.

Il est intéressant de signaler que toutes les tôles ayant servi à ce blindage provenaient des Etats-Unis et ont pu tout juste être approvisionnées avant l'entrée de l'Italie dans la guerre mondiale.

Le montage des tôles, dans toute la partie fortement inclinée, s'est fait à partir de la chambre d'équilibre, du haut vers le bas, par descente du blindage en tronçons de 10 à 12 m de longueur (fig. 14) à l'aide du treuil placé à l'extrémité supérieure du puits oblique (fig. 11, *Windenkammer*) ; une voie de 0,60 m qui se trouvera après coup être noyée dans le revêtement (voir les profils en travers de la figure 13) permettait de faire glisser les viroles successivement jusqu'aux chantiers de bétonnage dont l'exploitation suivait immédiatement ; on a pratiqué de plus des injections de mortier partout où des vides se faisaient sentir.

5. L'usine génératrice.

Elle est creusée entièrement dans le rocher. On y parvient de la station d'Innertkirchen par une route d'accès et une galerie de 40 m de longueur pourvue d'une voie

¹ Voir *Bulletin technique* du 14 novembre 1942, p. 265.

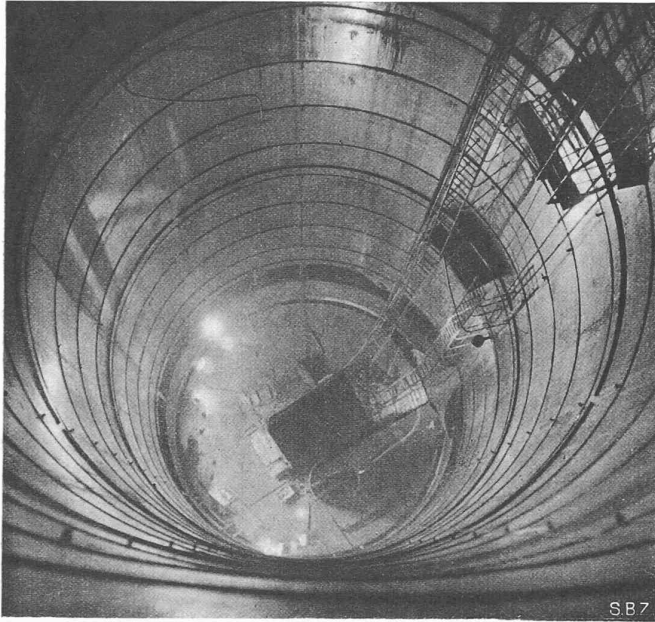


Fig. 12. — La chambre d'équilibre blindée à l'aide d'anneaux de 1,80 m, successivement posés par 4 sur 7,20 m de hauteur, puis soudés et bétonnés.

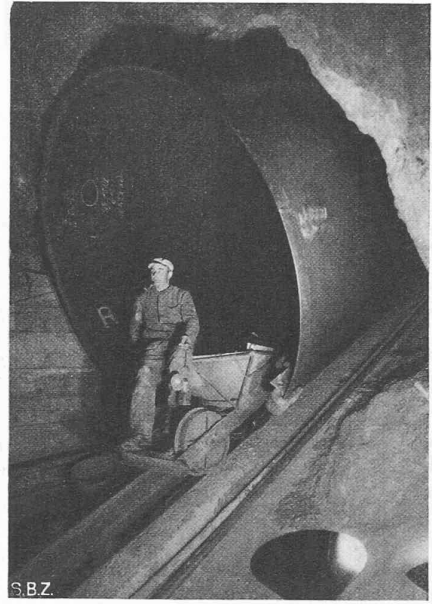


Fig. 14. — Descente d'une virole du blindage dans la région supérieure du puits oblique sur la voie de 0,60 m; rouleaux à l'avant, sabots à l'arrière.

de raccordement (fig. 15). L'usine elle-même constitue une « caverne » longue de 100 m et large de 19,50 m entre les cotes 628 et 655 (fig. 16 et 17). Le gneiss granitoïde de cette région est si compact et si résistant que l'extraction de la roche a pu se faire sans boisage et on n'a envisagé ni armature spéciale, ni soutènement particulier. On a estimé que la sollicitation de la roche, épaisse

partout d'au moins 50 m, ne dépassait pas 15 kg/cm² avant le percement et que la contrainte maximum ne dépasserait pas 75 kg/cm² dans la région la plus chargée, à la naissance de la voûte supérieure une fois terminée.

Le groupement des unités ressort bien de la figure 6 qui montre diverses coupes horizontales à l'étage des installations hydrauliques. On voit que les doubles vannes de

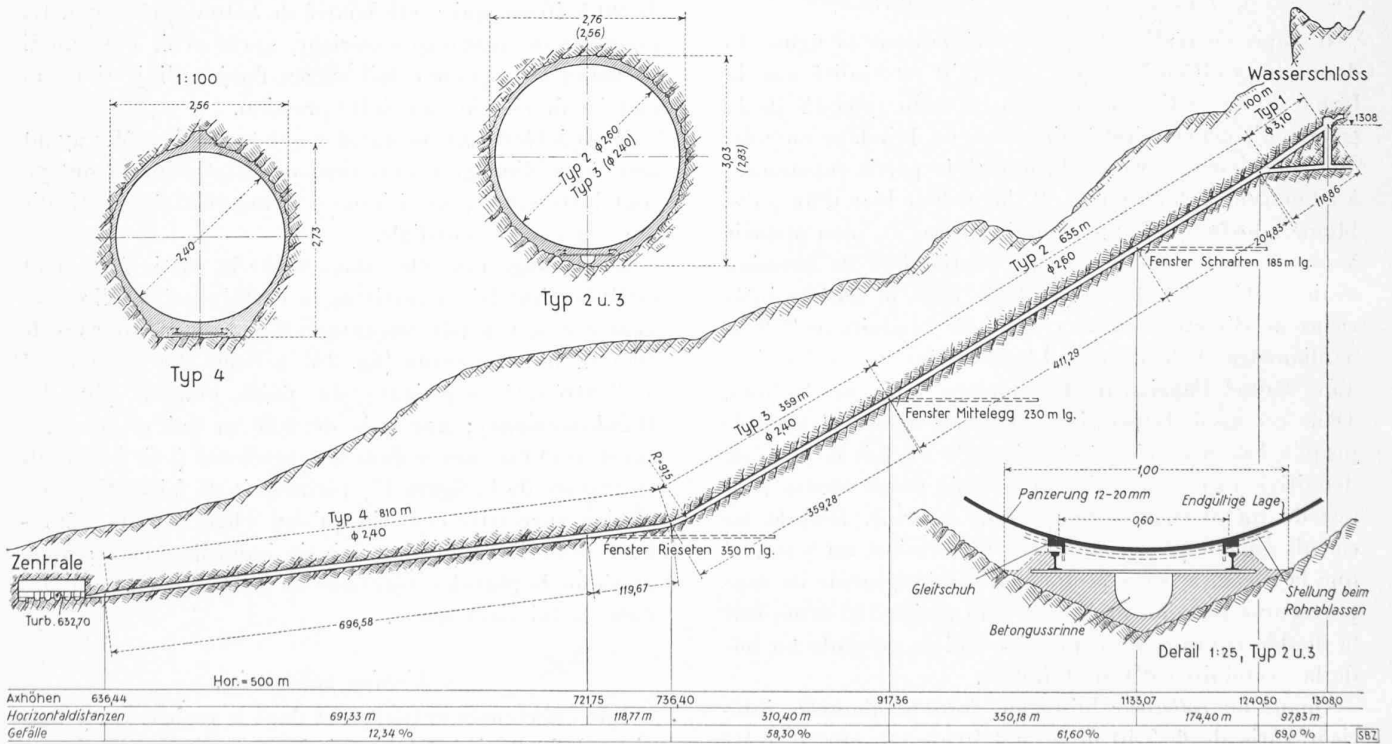


Fig. 13. — Le puits oblique blindé tenant lieu de « conduite forcée ». — Echelle 1 : 10 000.



Fig. 16. — Exécution des revêtements de la salle des machines.

commande des turbines sont situées dans une chambre unique qu'une conduite de vidange relie au besoin au canal de fuite général ; ce dernier, qui reçoit les 5 canaux de fuite individuels des turbines, part parallèlement au grand axe de l'usine, à une distance de 22,50 m de celui-ci. La figure 18 donne les coupes longitudinales de l'usine montrant bien la disposition des 5 groupes identiques, accessibles par le pont roulant de 120 t du même côté de l'entrée ; et, de l'autre côté, les services auxiliaires, répartis sur 5 étages, et comportant une résistance liquide, une batterie d'accumulateurs, l'atelier de réparations, les vestiaires et, tout en haut, un réservoir d'eau de 200 m³ utilisé par les divers dispositifs de refroidissement des machines.

La *salle des machines* proprement dite est fermée vers le haut par une cloison double d'éternit ondulée fixée de part et d'autre de légers cintres métalliques ; l'espace laissé libre entre la grande voûte de la « caverne » et ce toit d'éternit est précieux pour régler la ventilation, reviser l'éclairage de la salle et surveiller l'état de la roche et de son revêtement.

* * *

Chacun des *groupes* constitue une unité de 56 000 ch (fig. 19), la *turbine Pelton* à double injecteur étant construite pour utiliser un débit de 7,5 m³/s sous une chute nette de 650 m à la vitesse de 428 tours/min ; son arbre entraîne par accouplement direct le rotor de l'*alternateur triphasé* 50 pér. de 47 500 kVA, sous une tension aux bornes de 13,5 kV. L'alternateur en marche transmet au couvage de la turbine une charge d'environ 250 t, dont 140 t proviennent des masses tournantes.

Cette disposition, nouvelle en Suisse, est plus poussée encore que celle de l'usine de la Handeck (fig. 12) comportant elle aussi des groupes Pelton à axe vertical, mais dont la turbine et l'alternateur sont encore supportés indépendamment l'un de l'autre. A Innertkirchen, seuls les pivots de suspension et les excitatrices en bout d'arbre apparaissent dans la salle des machines ; les régulateurs

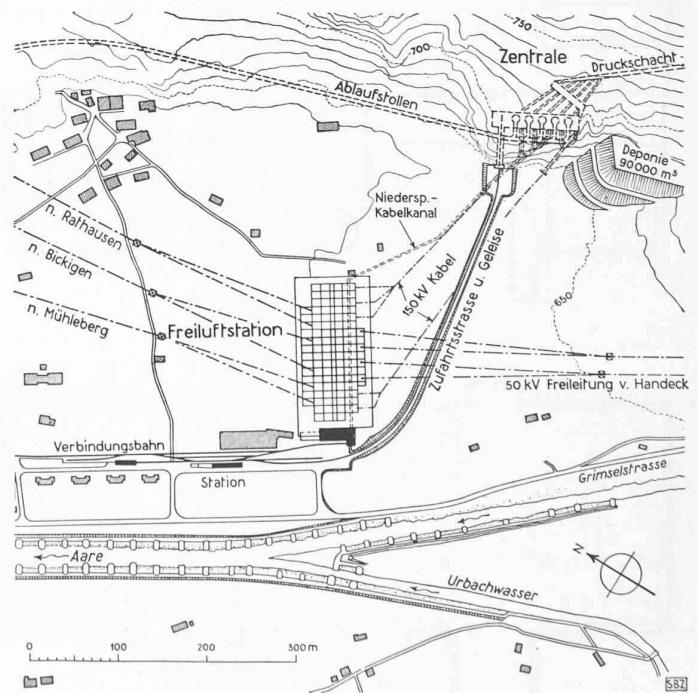


Fig. 15. — Plan de situation 1 : 8000 des installations d'Innertkirchen.

(Zentrale = usine génératrice
Freiluftschaltanlage = poste de distribution en plein air
Zufahrten = voies d'accès).

Autor. C.F. n° 6057 du 3. 10. 39.

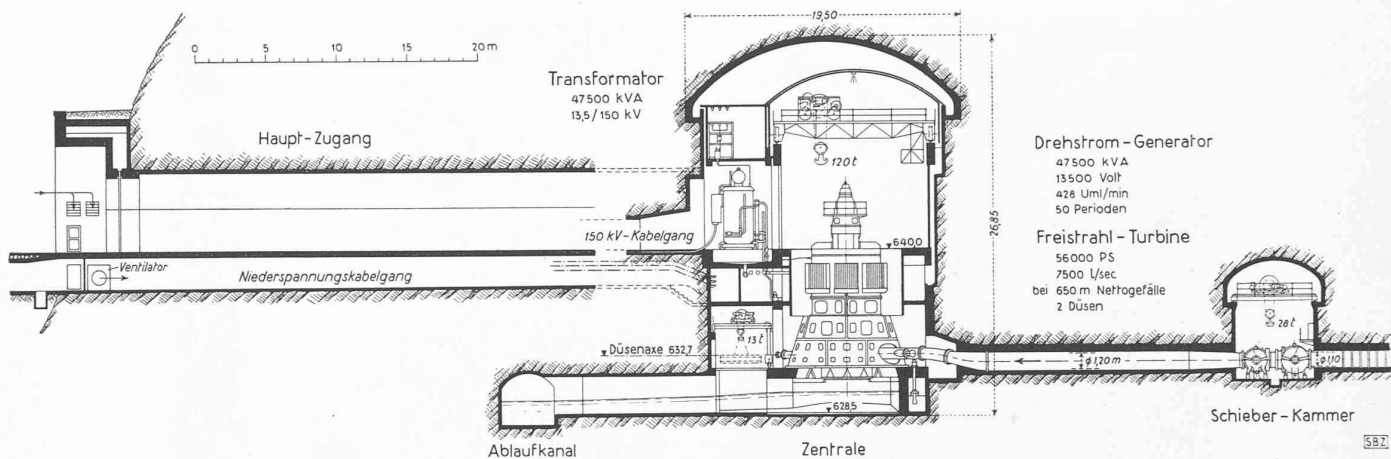


Fig. 17. — Usine d'Innertkirchen. Coupe en travers 1 : 500.

(Haupt-Zugang = galerie d'accès. — Kabelgang = galerie des câbles. — Schieber-Kammer = chambre des vannes. — Ablaufkanal = canal de fuite. Zentrale = usine génératrice.. — Düsenaxe = axe des injecteurs de la roue Pelton).

des turbines sont placés à l'étage inférieur, au niveau même de la tringlerie des injecteurs.

Les figures 20 et 21 donnent une idée de l'ampleur de ces machines, vues pendant le montage dans les ateliers des constructeurs. La figure 22 montre la roue Pelton à axe vertical, venue d'une seule pièce d'environ 12 t en acier coulé avec ses 22 aubes, et l'un des injecteurs pourvu

des organes (pointeau et déflecteur) du double réglage ; la figure 23 fait voir les deux vannes à obturateur sphérique et à piston de commande annulaire équilibré, la première (Φ 1100 mm) servant d'organe de protection, la seconde Φ 882/930 mm) d'organe de fermeture proprement dit. Le court tube conique qui relie la vanne d'amont à celle d'aval est conçu sous la forme d'une jauge Ven-

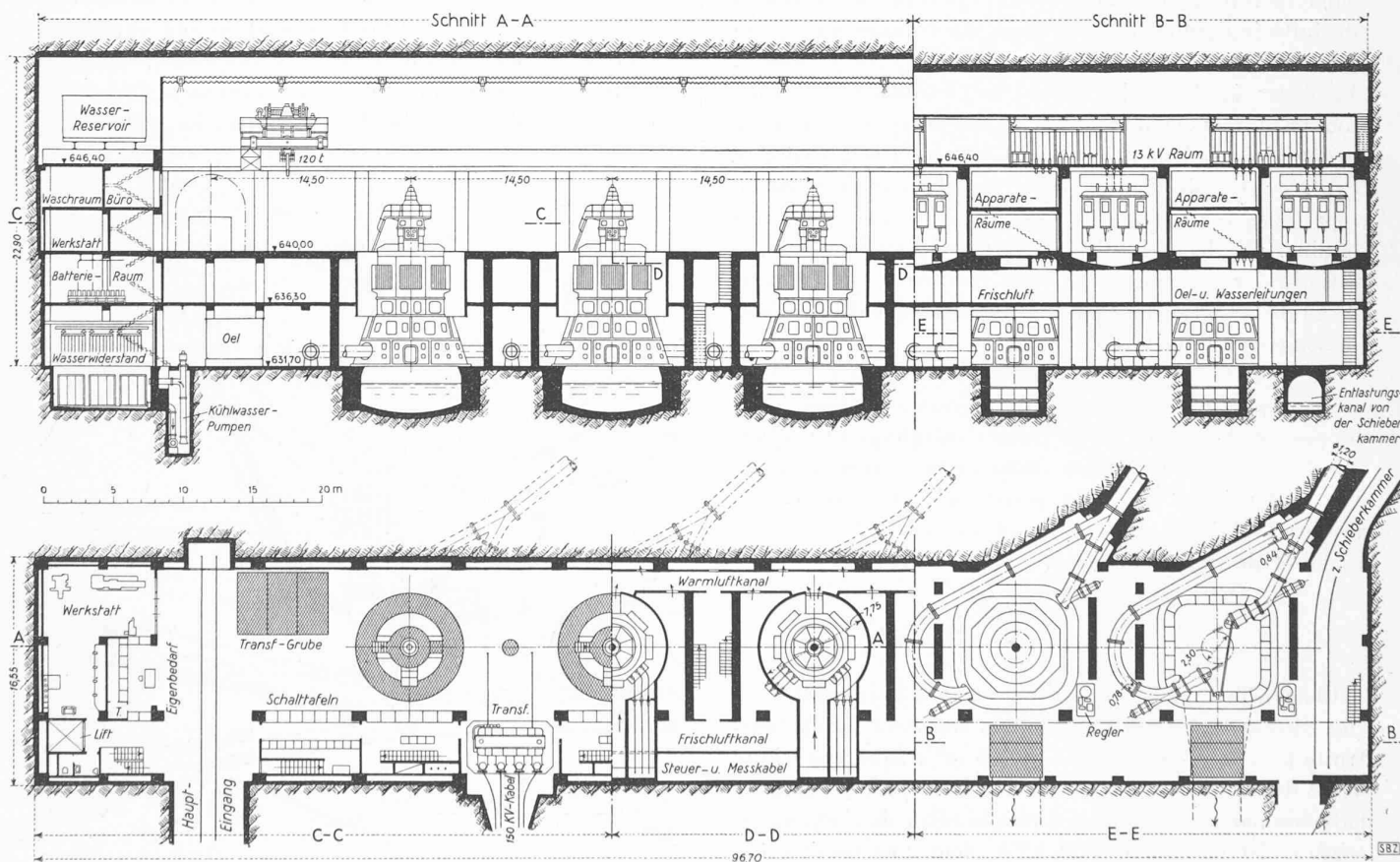


Fig. 18. — Usine d'Innertkirchen. — Coupes longitudinales, verticale A-A/B-B et horizontale C-C/D-D/E-E. Echelle 1 : 500.

(Frischlufkanal = canal d'air frais. — Warmluftkanal = canal d'air chaud — Steuerkabel = canal des câbles de commande et des installations de contrôle. Schalttafeln = tableau individuel de commande d'un groupe. — Eigenbedarf = tableau de distribution des installations auxiliaires).

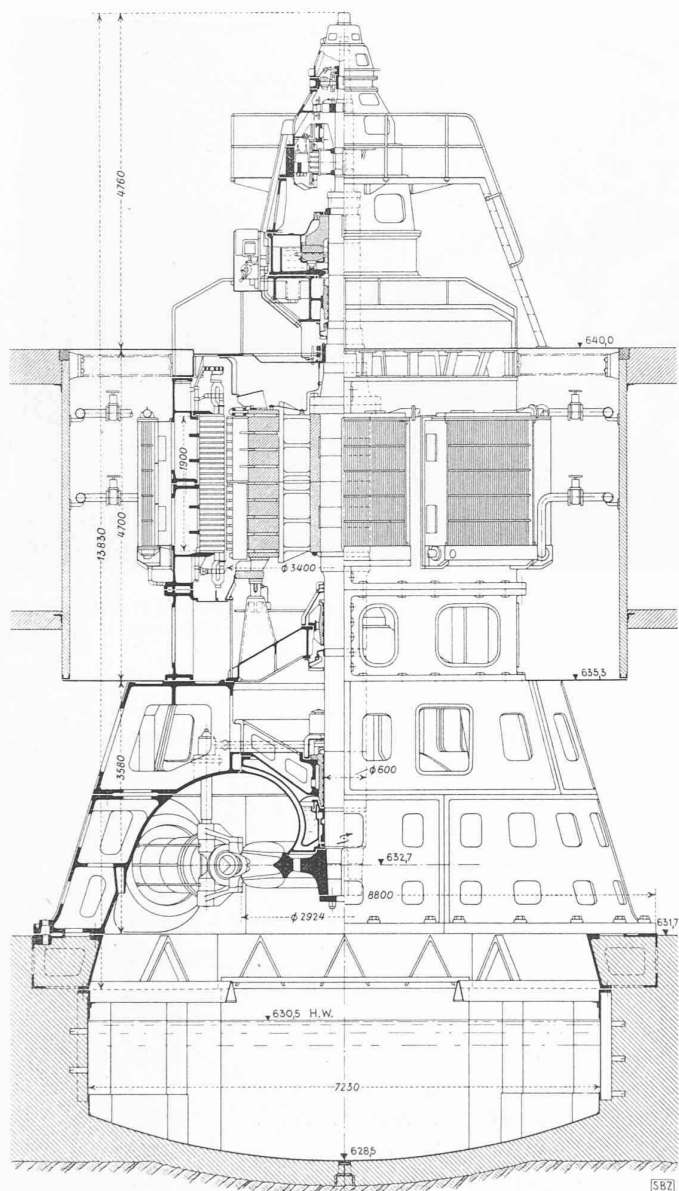


Fig. 19. — Coupe 1 : 100 d'un groupe générateur.
Turbine Escher Wyss de 56 000 ch.
Alternateur Oerlikon de 47 500 kVA.

turi pour estimer le débit ; facile à démonter, il permet aussi une revision des vannes et un changement éventuel des anneaux d'étanchéité.

Les coupes de l'usine (fig. 17 et 18) montrent encore l'emplacement de chaque transformateur B. B. C. de 47 500 kVA, 50 périodes/sec en regard du groupe qui l'alimente normalement. Dans ces appareils d'un poids d'environ 100 t, la tension passe de 13 kV à 150 kV ; ils sont conçus de manière que le poids maximum de transport ne dépasse pas 60 t et puisse ainsi être acheminé de l'usine du constructeur par wagon spécial monté sur un truc de la voie de 1 m ; le poids de l'huile d'un transformateur est estimé à 27,5 t, le débit d'eau de refroidissement de 6,5 l/s.

Le démontage de la roue de turbine se fait par dessous ; amenée latéralement, elle peut être suspendue à une grue

à demi-portique de 13 t et transportée le long de l'usine. Le démontage de l'alternateur et celui du transformateur se pratiquent à l'aide du pont-roulant principal de 120 t ; le démontage des vannes, dans leur chambre, par un pont-roulant de 28 t.

Le refroidissement des alternateurs se fait par une circulation d'air extérieur et le radiateur de chaque unité nécessite un débit d'eau fraîche de 60 l/s refoulé par une pompe de 15 ch. L'air chaud est renvoyé dans le canal de fuite des turbines.

Les transformateurs sont à circulation d'huile et refroidissement d'eau extérieure ; les conduites de départ à 150 kV partent directement des transformateurs dans la galerie des câbles qui rejoint le poste central de distribution en plein air et le poste de commande ; c'est de là que parviennent les ordres à l'usine par le moyen de signaux électriques.

La résistance liquide réglable est construite pour supporter une décharge maximum de 40 000 kW sous une tension de 13 à 14 kV ; elle est reliée aux barres correspondantes par l'intermédiaire d'un disjoncteur pneumatique ; elle peut servir à des essais de réglage ou de coupure, ainsi qu'aux essais de réception des groupes.

L'éclairage de l'usine, enfin, est assuré par un petit groupe Pelton de 650 ch dont l'alternateur fournit du courant à 380/220 V.

6. La galerie de fuite.

Longue de 1,3 km environ, la galerie de fuite conduit à libre écoulement l'eau sortant des turbines. En vue de mesurer le débit qui s'écoule, notamment lors de l'essai d'un groupe, une chambre de jaugeage a été aménagée, qui est visible sur la figure 6 et dont l'accès a lieu depuis la centrale. La galerie elle-même a une section libre de 13,65 m² et une pente de 2,5 ‰ jusqu'à 30 m environ de sa sortie du rocher.

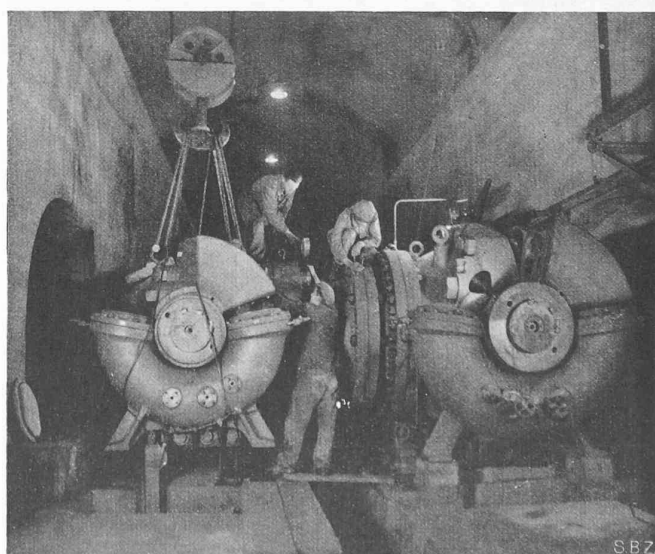


Fig. 23. — Montage sur place des deux vannes sphériques (d'un groupe) des Usines L. de Roll, Clus, avec leurs distributeurs à piston annulaire.

A l'extrémité aval, la galerie se termine par un cône divergent allongé, avec contre-pente de 3,3 % (fig. 24) dont la forme a été soigneusement étudiée sur un modèle d'essai pour assurer l'écoulement dans toutes les conditions possibles, soit que l'usine débite une fraction seulement du maximum de 36 m³/s, soit que les eaux du torrent, qui peut être à sec, s'élèvent subitement lors d'une crue d'orage jusqu'au voisinage de 100 m³/s; pente et contre-pente forment entre elles un point bas et l'on a prévu une petite installation de pompage pour effectuer la vidange du radier à cet endroit, en cas de révision de la galerie.

7. Importance de ces travaux.

Les matériaux mis en œuvre pour l'exécution du palier d'Innertkirchen représentent des quantités impressionnantes qu'on peut résumer dans les chiffres suivants :

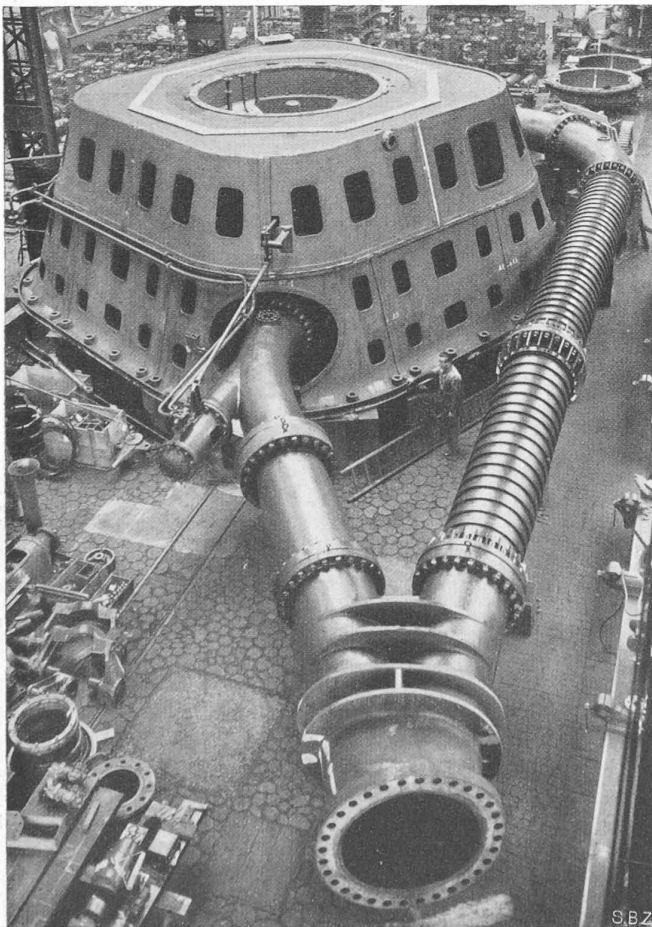


Fig. 20. — Bâti en fonte d'une turbine Pelton de 56 000 ch, tuyau-culotte de Ø 1200/840/840 mm et tuyauterie en acier des deux injecteurs, dans les Ateliers d'Escher, Wyss. Poids de la turbine (sans les tuyauteries) env. 200 t.

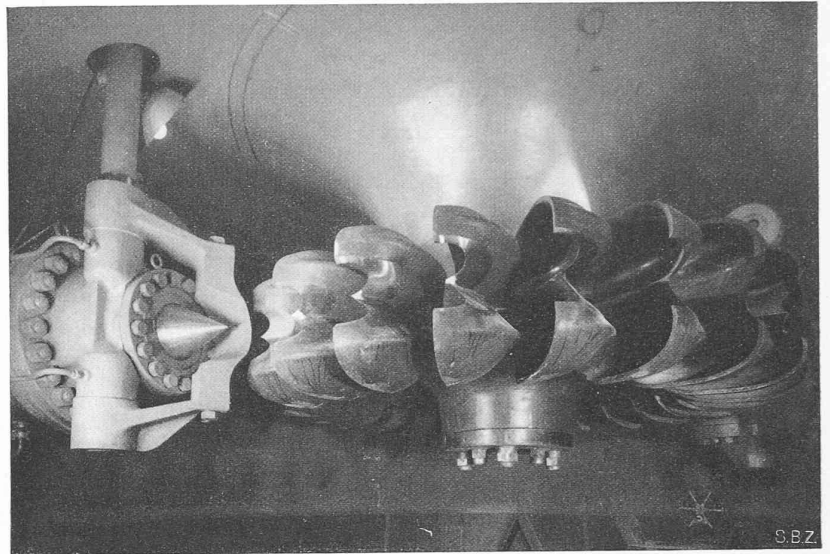


Fig. 22. — Roue Pelton et l'un de ses deux injecteurs (avec pointe et déflecteur); diamètre de la roue (au jet) 2300 mm; diamètre du jet 208 mm.

Cube des travaux exécutés.

Déblais en rochers	230 000 m ³
Béton mis en œuvre	60 000 m ³

Installations de chantier	3 000 t
-------------------------------------	---------

Matériaux utilisés.

Tôles de blindage.	2 650 t
Construction métallique.	380 t
Aciers ronds	1 250 t
Ciment	25 000 t
Sable	40 000 m ³
Gravier et pierre cassée	55 000 m ³
Bitume	500 t

Matériel de forage et d'exploitation.

Explosifs	400 t
Cordeau d'allumage.	1 200 km
Capsules d'allumage.	1 million de pièces
Acier pour outils	100 t
Charbon de forge.	280 t
Carbure.	200 t
Huile lourde.	220 t
Energie électrique	12 millions de kWh
Bois	5 000 m ³

Le devis des installations complètes comprenant les trois premiers groupes de l'usine (sur 5) de 56 000 ch chacun, s'élevait à 45 millions de francs en chiffres ronds, sur la base des prix de 1939, ce qui portait alors à 1,25 ct. environ le prix de revient du kWh du palier inférieur (ou à 2 ct. le prix moyen du kWh de l'ensemble des deux paliers, celui de la Handeck étant passablement plus élevé, par suite de la construction de trois barrages).

Le coût définitif sera évidemment plus élevé, mais placera néanmoins les installations des K. W. O. parmi les plus favorables de Suisse.

L'avancement des travaux s'est poursuivi régulièrement, malgré les difficultés actuelles, sans grand retard par rapport au programme préalablement établi et il est pro-

bable que l'installation pourra fonctionner durant l'hiver 1942-43.

* * *

Les travaux préparatoires, sans parler du projet proprement dit et de l'organisation générale, comportèrent notamment la mise sur pied des installations d'approvisionnement des divers chantiers et le percement des galeries de sondage.

La voie étroite de 1 m avait été déjà, lors des travaux du palier supérieur, prolongée de Meiringen (C. F. F. Brünig) jusqu'à Innertkirchen; c'est là que fut inauguré en 1932 le premier poste central de commande et de distribution des K. W. O. La même voie industrielle fut simplement prolongée et raccordée à la salle des machines de la nouvelle usine en souterrain (fig. 15).

Il fallut ensuite relier au centre d'Innertkirchen les nombreuses fenêtres d'attaque. On réutilisa dans ce but la plupart des installations devenues disponibles du palier supérieur, notamment celles de l'ancien téléphérique d'Innertkirchen au Grimsel qui servit dans la construction des 6 téléphériques de Mittelegg (au milieu du puits oblique), du Kapf (à la chambre d'équilibre) et des 4 fenêtres de la galerie d'amenée; la longueur des câbles varie de l'un à l'autre, entre 290 et 1060 m, la dénivellation entre 58 et 630 m; selon les cas, la charge utile de la benne a été choisie de 0,5 t, 0,8 t ou 1,5 t et la vitesse de parcours, partout de 2,25 m/s.

Vu l'importance du chantier de la chambre d'équilibre au Kapf, on envisagea dès l'abord de le relier en outre à la route du Grimsel par un funiculaire qui permit notam-

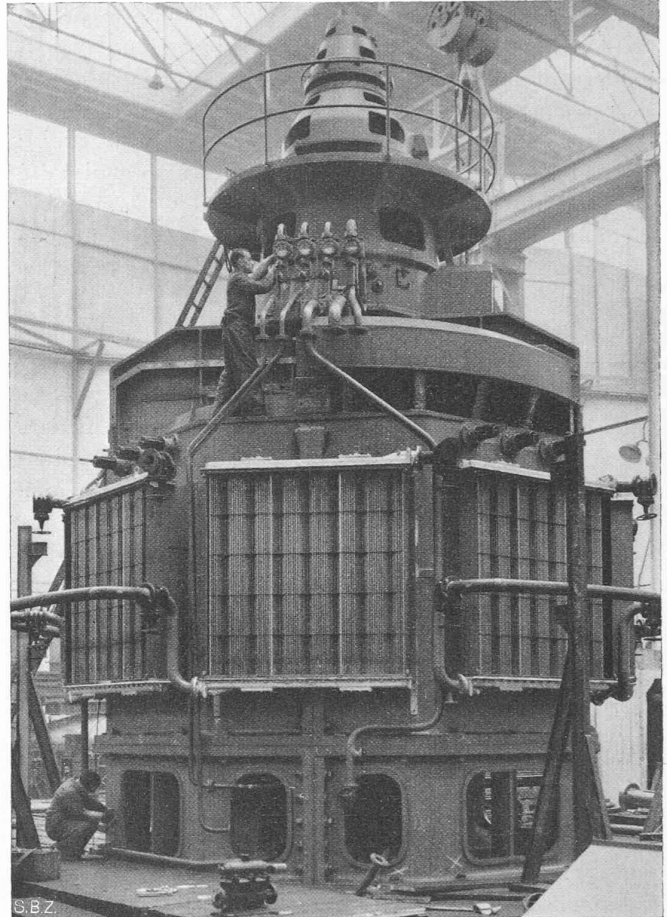


Fig. 21. — Un alternateur de 47 500 kVA, 13,5 kV, 428 tours/min en montage dans les Ateliers de construction Oerlikon. Poids total 250 t. PD² env. 600 tm².

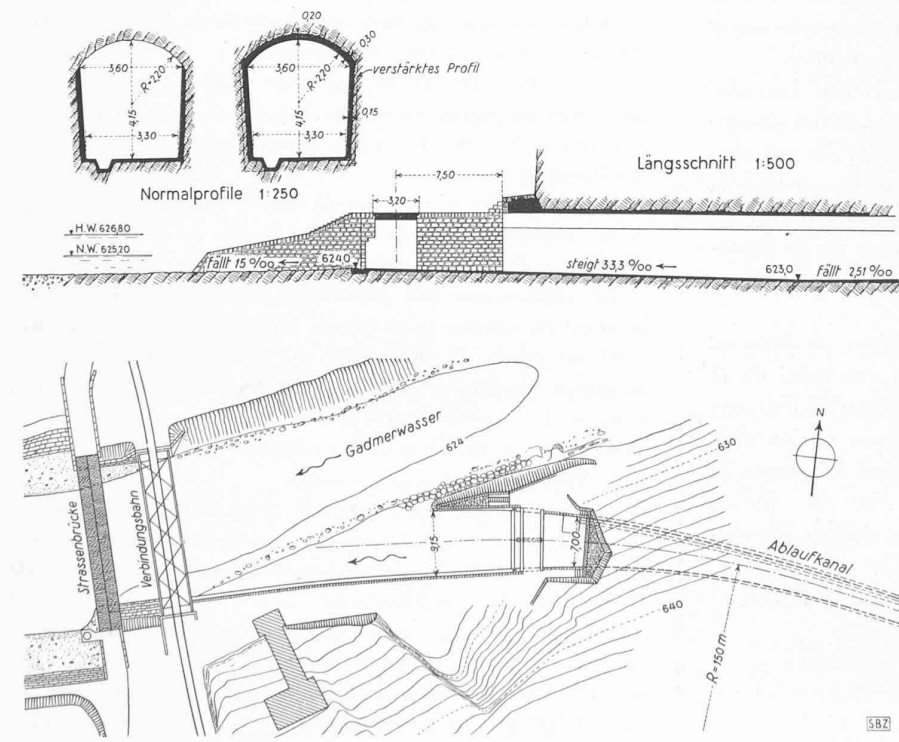


Fig. 24. — La sortie du canal de fuite. — Profils en long 1 : 500 et profils en travers normaux 1 : 250. En bas : l'élargissement final en plan 1 : 1000 et la restitution.

ment de transporter les lourdes charges de 10 t que représentaient les viroles de blindage du puits oblique, de la chambre d'équilibre et du tronçon aval de la galerie d'amenée; ce funiculaire est muni d'un treuil de commande à la station supérieure. La voie inclinée ne repose pas sur le sol, mais elle est conçue sous la forme d'un pont-rail sur appuis pendulaires assez hauts pour éviter que la voie soit envahie par les neiges ou les avalanches; l'une des travées comporte même une portée de 150 m; la longueur de la ligne est de 1030 m et sa dénivellation de 608 m; la pente varie de 12 à 100%; la vitesse du wagon entre 1,10 et 1,85 m/s selon la charge, ce qui porte la durée du trajet à 9 et 15 min; câble Φ 35 mm; puissance du moteur 205 ch. La construction de ce funiculaire a

nécessité 230 t d'aciers profilés et 1240 m³ de béton.

Mais ce sont surtout les *galeries de sondage* qui devaient guider la direction des travaux dans le choix des procédés de percement et de revêtement des nombreuses galeries.

On en pratiqua en six endroits principaux, à savoir :

1. au Kapf, au droit du coin de calcaire dont il a été question plus haut, situé au-dessus même de la chambre d'équilibre (voir fig. 4) ; le sondage révéla que l'étendue des zones de granit était suffisante pour éviter l'excavation dans la roche sédimentaire ;

2. à la fenêtre de Mittelegg, soit au milieu du puits oblique ;

3. à la fenêtre d'attaque de Rieseten, dans la partie inférieure de la « conduite forcée » (fig. 8) ; cette fenêtre a été exécutée suffisamment large pour permettre dans la suite l'introduction des blindages de la partie inférieure ; elle fut exécutée déjà en 1938 ;

4. à l'introduction du ruisseau de Rotloui dans la galerie d'amenée, ce qui permit de choisir l'emplacement le plus favorable, en raison du plissement des couches à cet endroit et après avoir reconnu la roche stable sous les éboulis du ruisseau ;

5. dans la roche de l'usine elle-même, dont on désirait connaître la qualité avant d'entreprendre les déblais considérables de la « caverne » ; la galerie de sondage fut pratiquée au niveau de la grande voûte et donna dès l'abord d'excellents résultats : quelques fissures, mais sans venues d'eau importantes ;

6. enfin les 4 fenêtres d'attaque de la galerie d'amenée, qui furent exécutées durant l'hiver 1939-40 ; elles ont toutes quatre une section libre de 3,7 m² et une pente de 5 ‰ vers l'extérieur ; leur longueur varie entre 152 m et 360 m ; la fenêtre 4 seule obligea à quelques boisages et donna lieu à une venue d'eau d'environ 50 l/s.

C'est la première fois que l'on réalisait une installation complète entièrement dans le rocher et cette conception fait honneur à ceux qui l'ont projetée. Ils ont pu, de cette manière, utiliser dans une forte proportion la résistance même de la roche et économiser des matériaux devenus rares aujourd'hui, en même temps qu'ils protégeaient les installations contre des risques venant de l'extérieur.

En comparant le *coût moyen des usines proprement dites*, la direction des travaux a trouvé que celui de la Handeck était revenu, y compris les travaux d'alentours et la voie d'accès, à 55 fr./m³ ou à 19 fr. par ch installé, tandis que la centrale d'Innertkirchen, une fois toute la puissance installée, reviendrait à 62 fr./m³ de volume construit ou à 13 fr./ch. On voit que ces chiffres demeurent parfaitement comparables entre eux.

JULES CALAME.

Rues larges et mortes ou rues étroites et animées¹

par J. BÉGUIN, architecte, à Neuchâtel.

Ce titre couvre mal ce que j'ai à vous dire ; il a l'air d'être le texte d'un prêche en faveur des ruelles étroites, en somme la négation de tout urbanisme créateur.

Votre congrès a posé et agité de grands principes ; qu'il se soit agi de balayer les obstacles que sont à nos plans les limites des propriétés privées, que vous ayez ensuite examiné quelle est la technique la mieux adaptée d'un plan d'extension ou qu'enfin vous ayez suivi M. Meili dans les grands projets de l'aménagement général du sol national², vous avez travaillé sur le plan supérieur, en définitive, à améliorer sur cette terre les conditions d'habitation des hommes ordinaires que nous sommes tous, vous et moi.

J'aimerais tenter de ramener tous ces grands principes à la mesure humaine, tenter un petit essai sur l'humanité de la rue.

Mon titre est une comparaison et un jugement. En acceptant superficiellement l'une et l'autre, si nous examinons la plupart de nos villes, nous constatons que la « bonne rue » pour le commerce n'est pas une belle avenue droite, tracée par le XIX^e siècle, mais la plupart du temps une ancienne rue, relativement étroite, tortueuse à souhait, de la vieille ville.

A Lausanne qui ne manque pas d'avenues royales c'est la rue de Bourg qui reste la préférée et la vieille rue de l'Ale est étonnement vivante.

A Berne toute la vie se concentre sous les arcades dans un cadre du moyen âge.

A Bâle en dépit de tous les efforts faits, la vieille « Rue Franche » reste la rue commerçante.

A Bienne part de la gare une superbe composition, avec des magasins modernes à profusion ; tout continue à se passer à la rue de Nidau, comme au temps des guerres de Bourgogne.

Dans la ville qui vous reçoit tout le commerce se groupe à la « Boucle », avec la rue du Seyon en plus, dans un cadre que la Renaissance a déterminé.

Le phénomène est général, à l'étranger aussi, assez général en somme pour que le fait en soi paraisse acquis.

Il est facile de dire qu'il en est ainsi parce que les hommes aiment à se sentir les coudes, que mus par l'esprit de société ils recherchent des espaces restreints pleins de vie, facile aussi de rappeler l'exiguïté de l'antique Agora et du Forum romain.

La question me paraît d'ordre plus élevé. Au-dessus de la question des rues larges et étroites plane tout le problème de l'échelle humaine, lequel n'est qu'un chapitre de l'humanité de l'architecture.

En principe tout ce qui se bâtit est de l'architecture : routes, murs, clôtures, plantations et maisons, de telle manière que l'urbanisme est une sorte d'architecture en gros. L'art grec, l'art romain dans la plupart de ses pro-

¹ Causerie donnée le 11 octobre 1942 au château de Neuchâtel au congrès des urbanistes suisses.

² Voir *Bulletin technique* du 14 novembre 1942, p. 271.