

# L'aménagement hydro-électrique du Merezenbach

Autor(en): **Gardet, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **87 (1961)**

Heft 6

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-65020>

## **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.

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

**ORGANE OFFICIEL**

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes  
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (S.V.I.A.)  
de la Section genevoise de la S.I.A.  
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique  
de l'Université de Lausanne)  
et des Groupes romands des anciens élèves de l'E.P.F. (Ecole  
polytechnique fédérale de Zurich)

**COMITÉ DE PATRONAGE**

Président: J. Calame, ing. à Genève  
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne  
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève

**Membres:**

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.  
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Grosgrin, arch.; E. Martin, arch.  
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guye, ing.  
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.  
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;  
M. Renaud, ing.; Ch. Thévenaz, arch.

**CONSEIL D'ADMINISTRATION**

de la Société anonyme du « Bulletin technique »

Président: D. Bonnard, ing.

Membres: M. Bridel; J. Favre, arch.; R. Neeser, ing.; A. Robert, ing.;

J. P. Stucky, ing.

Adresse: Avenue de la Gare 10, Lausanne

**RÉDACTION**

Vacat

Rédaction et Editions de la S. A. du « Bulletin technique »

Tirés à part, renseignements

Avenue de Cour 27, Lausanne

**ABONNEMENTS**

1 an . . . . .	Suisse	Fr. 28.—	Etranger	Fr. 32.—
Sociétaires . . . . .	»	» 23.—	»	» 28.—
Prix du numéro . . . . .	»	» 1.60		

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,  
N° II 57 75, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, changements  
d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29,  
Lausanne

**ANNONCES**

Tarif des annonces:

1/1 page . . . . .	Fr. 290.—
1/2 » . . . . .	» 150.—
1/4 » . . . . .	» 75.—
1/8 » . . . . .	» 37.50

Adresse: Annonces Suisses S. A.

Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. Lausanne et succursales

**SOMMAIRE**

L'aménagement hydro-électrique du Merezenbach, par A. Gardet, ingénieur civil SIA à la Société générale de l'Industrie,  
Genève.

Société vaudoise des ingénieurs et des architectes: Rapport d'activité 1960.

Bibliographie. — Documentation générale.

Nouveautés, informations diverses.

## L'AMÉNAGEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE DU MEREZENBACH

par A. GARDET, ingénieur civil S.I.A. à la Société Générale pour l'Industrie, Genève

**1. Préambule**

Avant la réalisation de l'aménagement hydro-électrique du Merezenbach, mis en service le 13 février 1959, la commune valaisanne de Münster et les localités avoisinantes de Geschinen, Ulrichen, et Obergesteln (vallée de Conches) étaient alimentées en énergie électrique par une petite centrale locale d'une puissance de 180 kW, vieille de quarante-cinq ans environ, utilisant les eaux de la source du Münstertal, et par la ligne 16 kV de la Lonza S.A., aboutissant à Gluringen.

Le réseau de Münster était exposé à de fréquentes coupures, en particulier en hiver, du fait des avalanches. D'autres part, la faible puissance de la petite centrale de Münster était insuffisante pour satisfaire à elle seule aux besoins locaux.

Préoccupés par cette situation, des représentants de la commune, conjointement avec la Lonza, examinèrent la possibilité de parer à ces inconvénients en créant un nouvel aménagement hydro-électrique à proximité immédiate de Münster qui utiliserait les eaux du Merezenbach, affluent rive gauche du Rhône. Cet aménagement, qui fournirait en temps normal un apport d'éner-

gie non négligeable, permettrait d'assurer la continuité de la fourniture de courant aux usagers lors des coupures, en particulier pendant l'hiver.

Les études préliminaires, entreprises par la Société Générale pour l'Industrie, à Genève (SGI), montrèrent qu'un tel aménagement était réalisable dans des conditions techniques et de rentabilité satisfaisantes. Aussi en 1957, était créée à Münster, avec la participation de la commune et de la Lonza S.A., une société pour la construction et l'exploitation du nouvel aménagement: la Kraftwerk Merezenbach AG. Parallèlement, la SGI était chargée, par cette société, des études définitives et de la direction des travaux, équipement compris.

Bien que cet aménagement soit d'importance modeste (1890 kW), nous pensons qu'il peut être intéressant d'en signaler certaines particularités techniques. C'est pourquoi, après avoir donné un aperçu des conditions hydrologiques et avoir précisé les caractéristiques principales, nous examinerons plus en détail les dispositions des principaux ouvrages. Nous terminerons cet exposé par quelques indications sur le déroulement des travaux.

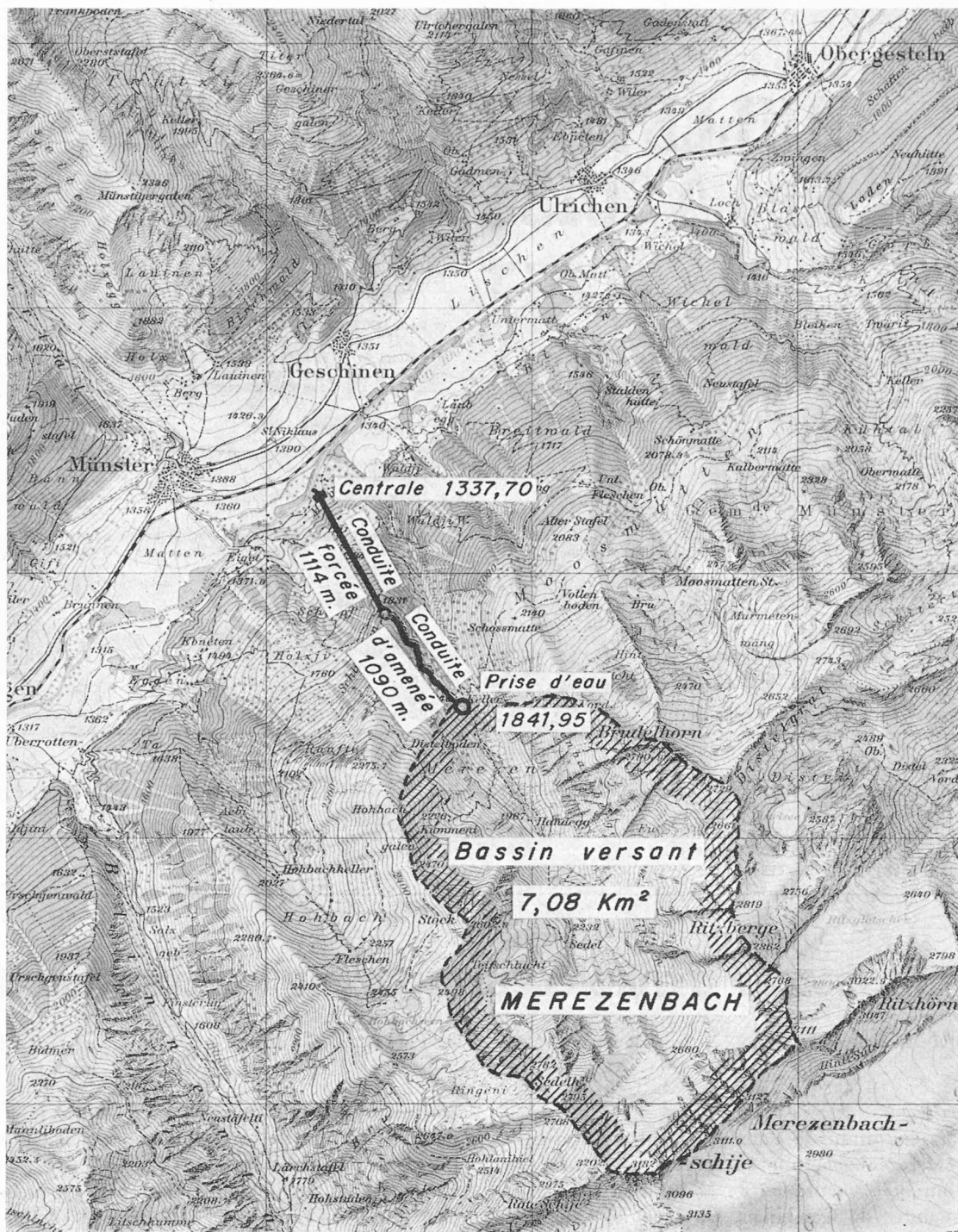


Fig. 1. — Situation générale de l'aménagement.

Reproduit avec autorisation du Service topographique fédéral du 1. 2. 1961.

## 2. Hydrologie

Le niveau de captage, fixé à l'altitude de 1840 msm, fut choisi en tenant compte des conditions géologiques et topographiques de la vallée de Merezenbach.

A cette altitude, le bassin versant présente les caractéristiques suivantes :

Surface . . . . .	7,08 km <sup>2</sup>
Altitude moyenne . . . . .	2460 msm
Glaciation . . . . .	12,50 %

A part quelques jaugeages effectués en 1954 et 1955 sur le Merezenbach, près de son confluent avec le Rhône, les données hydrologiques concernant cette rivière fai-

saient défaut. Aussi, faute de mesures plus complètes, les études furent principalement basées sur les observations des stations limnographiques de cours d'eau voisins, en particulier la Binna à Binn, et sur les hauteurs d'eau enregistrées aux stations pluviométriques d'Oberwald, Reckingen et Binn. Ces éléments rattachés aux mesures effectuées sur le Merezenbach permirent d'établir avec une bonne approximation la courbe des débits pour l'année 1954, considérée comme année hydrologiquement moyenne, et de définir le débit équipé, fixé à 0,5 m<sup>3</sup>/s.

A l'altitude de prise, les débits moyens mensuels du Merezenbach varient entre 0,1 m<sup>3</sup>/s en février et 1,1

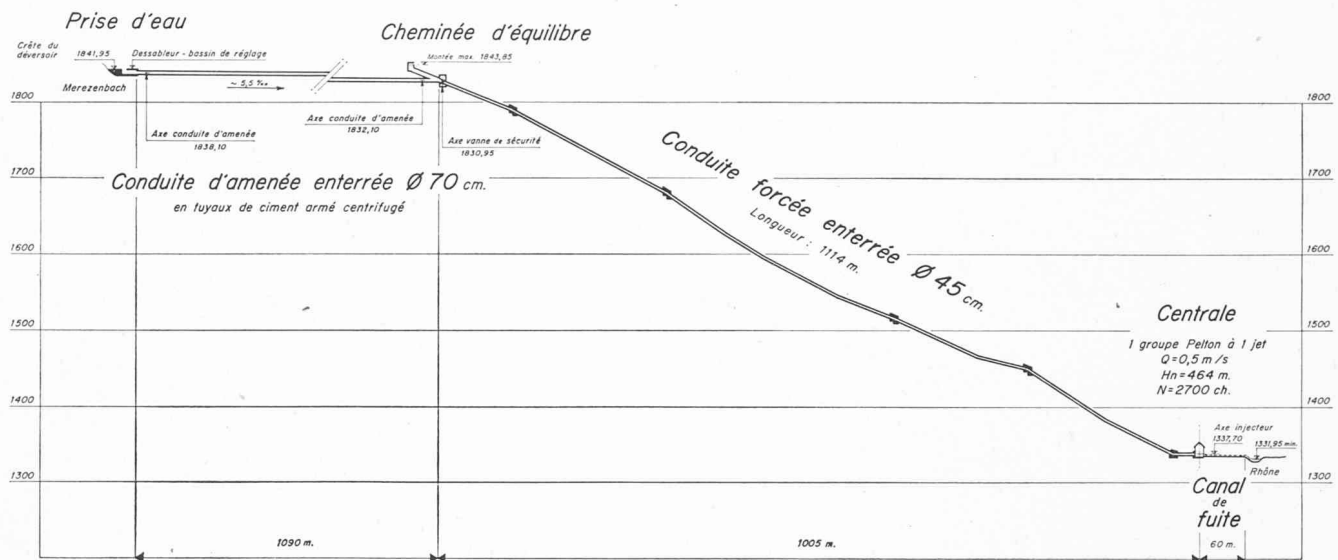


Fig. 2. — Profil en long de l'aménagement.

$m^3/s$  en juillet et août, avec des pointes instantanées de 2,5 à 3,5  $m^3/s$ . Le débit équipé est atteint ou dépassé en moyenne pendant 100 jours par l'année.

Le débit de crue catastrophique a été estimé à 21  $m^3/s$ , soit 3  $m^3/s.km^2$ .

Le volume d'eau captée, en année moyenne, est de 9 200 000  $m^3$  environ.

### 3. Description générale

(fig. 1 et 2)

L'ensemble des ouvrages est situé sur la rive gauche du Merezenbach, entièrement sur le territoire de la commune de Münster.

Les conditions locales et la nécessité de réaliser une construction peu coûteuse, conduisirent à prévoir un aménagement au fil de l'eau, comportant les ouvrages suivants :

- 1° une prise d'eau, à grille « par en dessous », avec dessableur, situé à l'Alpe de Keller, à 1840 m d'altitude ;
- 2° une conduite d'amenée en charge, d'une longueur de 1090 m et d'un diamètre de 0,70 m, implantée sur le flanc gauche de la vallée du Merezenbach ;
- 3° une cheminée d'équilibre inclinée ;
- 4° une conduite forcée métallique d'une longueur de 1114 m et d'un diamètre de 0,45 m, traversant l'Alpe de Bärbel ;
- 5° une centrale extérieure, équipée d'un groupe unique, située au lieu dit Moos, à proximité de la rive gauche du Rhône, en face de Münster ;
- 6° un court canal de fuite restituant l'eau au Rhône.

Il convient de noter que, sauf pour le petit barrage de dérivation et le bâtiment de centrale, tous les ouvrages sont enterrés. Cette disposition est motivée aussi bien par des considérations techniques que par le souci de ne pas porter atteinte à la beauté particulière du site.

Les caractéristiques principales de l'aménagement ressortent du tableau ci-après :

#### Caractéristiques principales de l'aménagement

Débit équipé . . . . .	0,500 $m^3/s$
Cote de captage . . . . .	1840 msm
Cote de l'injecteur . . . . .	1337 msm

Chute brute . . . . .	503 m
Chute nette (0,5 $m^3/s$ ) . . . . .	464 m
Puissance maximum . . . . .	1890 kW
Productivité théorique moyenne :	
Été (avril - septembre) . . . . .	5,80 GWh
Hiver (octobre - mars) . . . . .	2,75 GWh
Année . . . . .	8,55 GWh

### 4. Caractéristiques des ouvrages

#### 1. Prise d'eau (fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9)

A l'Alpe de Keller, la vallée du Merezenbach est soumise presque chaque année à d'importantes avalanches, provenant aussi bien d'un versant que de l'autre. Une expertise, effectuée par le Service fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, montra que, quel que soit l'emplacement prévu, la prise d'eau serait exposée à des pressions d'avalanches considérables pouvant atteindre 12  $t/m^2$  ; aussi les ouvrages furent-ils conçus pour offrir le moins de prise possible à celles-ci et, à l'exception du petit barrage de dérivation, tous les organes de la prise sont enterrés.

L'ensemble, fondé sur un sol alluvionnaire ou détritique, est principalement constitué par un petit barrage-déversoir en béton, susceptible d'évacuer une crue catastrophique de 21  $m^3/s$ , prolongé à l'aval par un bassin d'amortissement. L'extrémité rive gauche du barrage est évidée en fosse de captage, couverte d'une grille fine inclinée vers l'aval, pouvant être mise à sec en tout temps au moyen d'une vanne plane à commande manuelle.

Ayant traversé la grille et pénétré dans la fosse, l'eau dérivée passe par un petit canal couvert à écoulement libre, bordé de deux déversoirs latéraux destinés à éliminer l'excédent d'eau captée lors des crues, avant l'entrée dans le dessableur.

Après un coude, le canal débouche dans le dessableur construit parallèlement à la rive. Le fond de cet ouvrage est de section trapézoïdale et comporte une cunette centrale facilitant le nettoyage, prolongée à l'aval par une conduite de purge enterrée débouchant dans le Merezenbach.

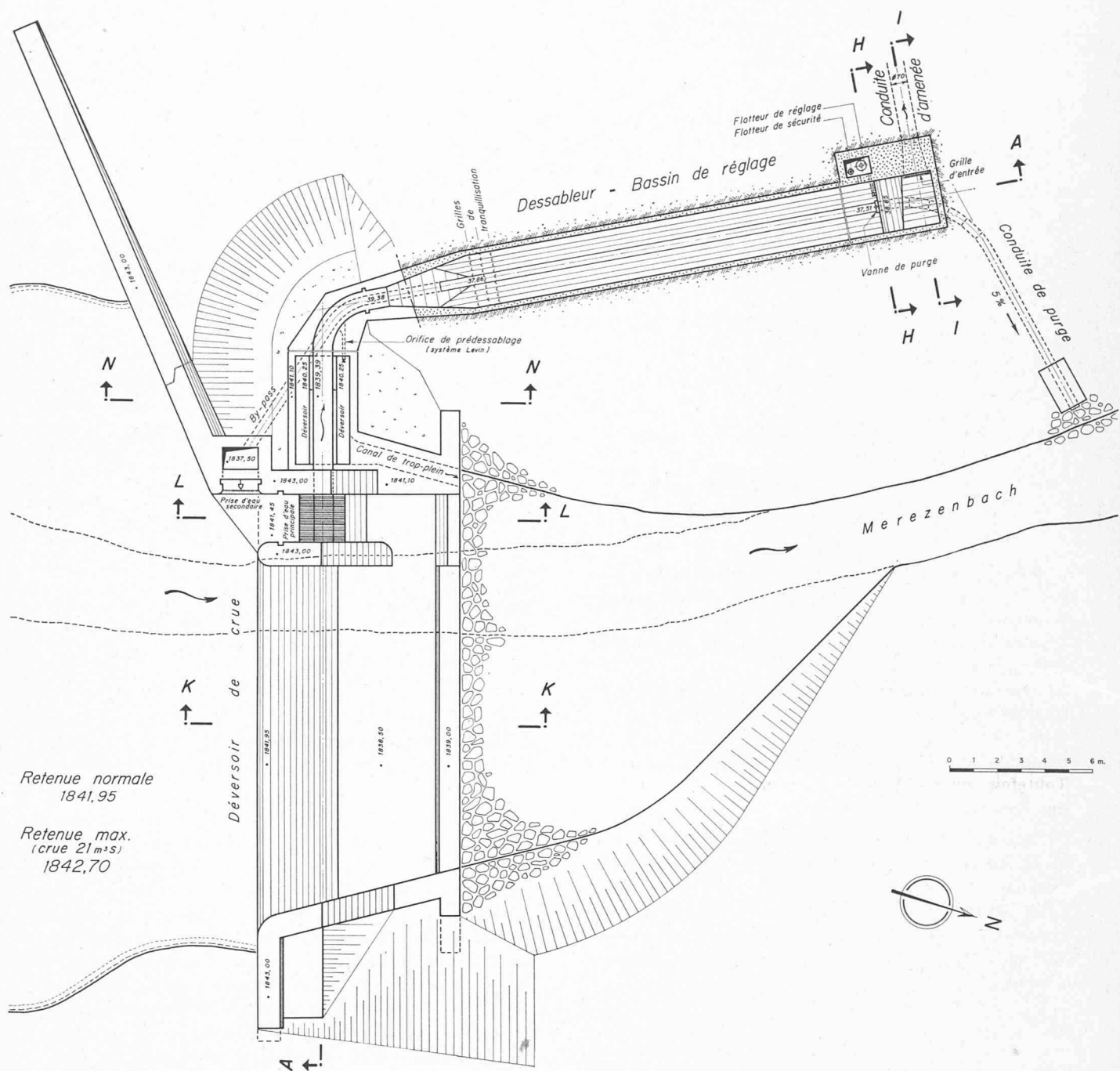


Fig. 3. — Prise d'eau, vue en plan.

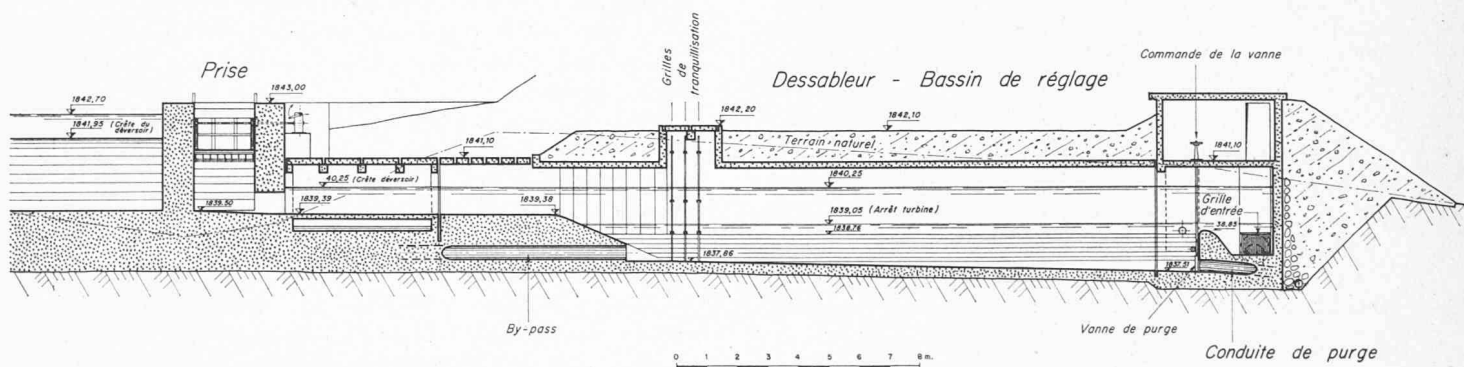


Fig. 4. — Prise d'eau, coupe longitudinale A-A.



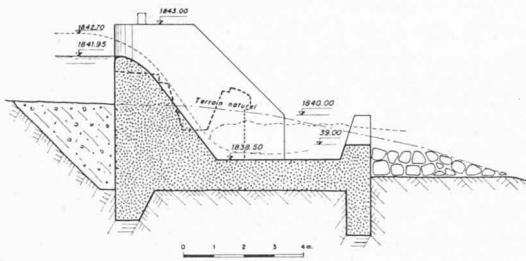


Fig. 5. — Prise d'eau. Coupe transversale K-K.

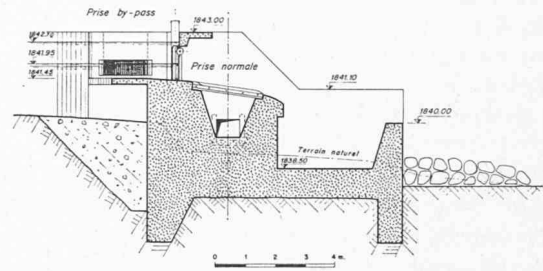


Fig. 6. — Prise d'eau. Coupe transversale L-L.

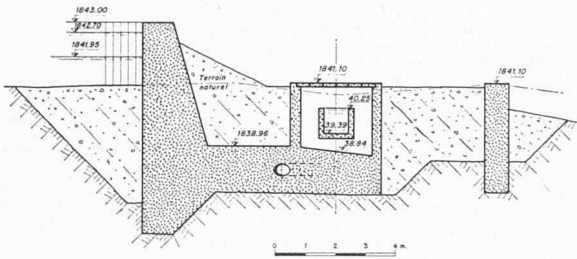


Fig. 7. — Prise d'eau. Coupe transversale N-N.

Pour des raisons d'économie et eu égard au fait que la prise est accessible assez facilement en été, on a renoncé à équiper le dessableur d'une installation de purge automatique. Une vanne plane à commande manuelle permet la vidange et le nettoyage du bassin. Toutefois, pour réduire la fréquence des interventions du personnel d'exploitation, des dispositions spéciales ont été prévues afin d'éliminer une partie importante des apports solides avant leur entrée dans le dessableur. Tout d'abord, grâce au très faible écartement des barreaux de la grille « par en dessous », on élimine les éléments d'un diamètre supérieur à 10 mm. Ensuite, le déversoir bilatéral évacue, avant le dessableur, l'eau excédentaire plus ou moins chargée, pour ne laisser pénétrer dans celui-ci que le débit à turbiner. En troisième lieu, le coude précédant le dessableur est muni d'un orifice spécial de purge continue, inspiré des dispositions proposées il y a quelques années par M. Léon Levin, ingénieur au Laboratoire de l'Ecole des ingénieurs hydrauliciens de Grenoble. Ce système n'étant à notre connaissance encore jamais sorti du stade des études en laboratoire, nous pensons qu'il convient d'en donner une brève description. Pour de plus amples détails, on pourra d'ailleurs se référer aux articles de M. Levin

parus dans la revue *Le Génie civil*, n° 2 de 1937 et n° 11 de 1956.

Le système est essentiellement constitué par un orifice muni d'une vannette, placé dans le coude du canal à la base de la paroi intérieure de celui-ci. Le dévers de l'eau à cet endroit, provoqué par la force centrifuge due à l'écoulement, engendre dans le coude un mouvement hélicoïdal orientant les couches profondes vers la paroi intérieure et les couches supérieures en sens inverse.

Des essais sur modèle réduit ont montré que les trajectoires des filets liquides inférieurs chargés de sable concourent sensiblement vers l'orifice, à condition que celui-ci soit correctement implanté. Le débit nécessaire pour assurer l'évacuation des matériaux parvenant à l'orifice est de l'ordre de 4 % du débit dérivé. Les crues solides du Merezbach se situant approximativement à une période (juillet-août) où les débits disponibles sont excédentaires, cette purge n'occasionne en principe aucune perte à l'exploitation, l'orifice demeurant fermé le reste de l'année.

Selon les résultats d'essai en laboratoire, il semble que l'efficacité de ce système soit considérable, il ne nous a malheureusement pas encore été possible de le contrôler sur place.

Outre sa fonction de décantation, le dessableur principal sert de bassin de réglage pour le fonctionnement au fil de l'eau de la turbine. En effet, l'aménagement ne comportant aucune accumulation, l'ouverture du pointeau doit être constamment ajustée au débit naturel disponible, pour maintenir le niveau de l'eau à la prise entre certaines limites compatibles avec le fonctionnement correct des ouvrages, et éviter des déversements inutiles. Etant donné l'inertie du système en charge et le temps de réponse du dispositif de réglage, un certain volume d'eau de réserve est donc nécessaire. La tranche supérieure du dessableur constitue cette réserve.

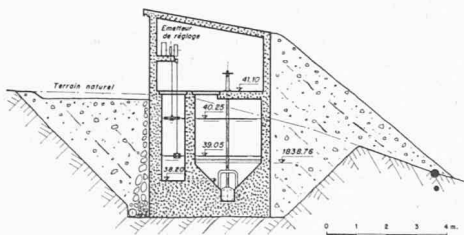


Fig. 8. — Prise d'eau. Coupe transversale H-H.

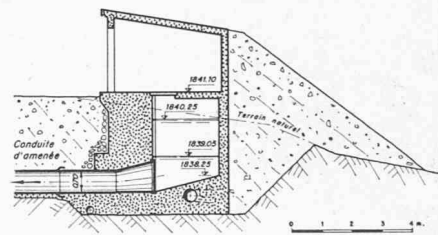


Fig. 9. — Prise d'eau. Coupe transversale I-I.

Le dispositif de réglage est semblable à celui de l'usine d'Aproz ; il consiste essentiellement en un flotteur mesurant le niveau de l'eau dans le dessableur et agissant par l'intermédiaire d'un émetteur sur le limiteur d'ouverture du régulateur de la turbine, obligeant cette dernière à fermer ou ouvrir légèrement. Le volume de réglage du dessableur est divisé en trois tranches. Aussi longtemps que le niveau se maintient dans la tranche centrale, dite « tranche neutre », l'émetteur reste passif ; si le niveau descend et atteint la limite inférieure de cette tranche, l'émetteur donne un ordre de fermeture, puis attend un certain temps. Si alors le niveau continue à descendre, l'émetteur donne une seconde impulsion de fermeture. Ces impulsions, d'une durée fixée une fois pour toutes lors de la mise au point de l'installation, se succèdent régulièrement jusqu'au moment où le niveau commence à remonter.

Le processus est le même en cas d'augmentation du débit disponible, les impulsions commencent alors lorsque l'eau atteint le niveau supérieur de la tranche neutre, mais sont dans ce cas des ordres d'ouverture.

La tranche de réglage, zone neutre comprise, correspond à une différence de niveau de 1,10 m dans le dessableur, représentant un volume de 70 m<sup>3</sup> environ. Cette tranche d'eau ne constitue pas en fait un volume ajouté à celui nécessaire à la décantation ; en effet, pendant les périodes d'apport solide, les débits liquides du Merezenbach sont surabondants et la prise déverse ; le niveau de l'eau dans le dessableur se maintient de ce fait constamment à sa cote maximum et le bassin dispose donc de sa pleine capacité de décantation.

Ainsi, à part l'équipement de mesure et de transmission, le réglage de niveau n'a nécessité nuls frais supplémentaires et n'a eu pratiquement aucune incidence sur le génie civil de l'ouvrage.

La disposition de l'organe de captage avec grille « par en dessous » a permis de réduire les frais d'équipement de la prise grâce à la suppression de la passe de chasse nécessaire pour un ouvrage classique. L'équi-

pement est en fait limité à quelques petites vannes à commande manuelle.

Pour permettre de procéder au nettoyage et à l'entretien de la grille « par en dessous », du petit canal coudé et de son organe de purge, sans interrompre l'exploitation, l'ouvrage comporte une petite prise auxiliaire latérale, aménagée à l'amont de la prise principale dans le bajoyer rive gauche du barrage. Cette ouverture, protégée par une grille, communique avec le dessableur par l'intermédiaire d'une conduite en ciment noyée dans les fondations de l'ouvrage. Cette prise auxiliaire, normalement fermée en été, est maintenue ouverte pendant l'hiver, en même temps que la prise « par en dessous ». On dispose ainsi de deux entrées de prise disposées différemment, ce qui diminue les risques d'interruption de service par obstruction, en cas d'avalanche.

## 2. Conduite d'amenée

La conduite d'amenée à flanc de coteau, exécutée en tuyaux de ciment centrifugé, suit un tracé très sinueux à travers un terrain détritique à forte pente transversale (max. 80 %), coupé par de nombreux ravins.

La présence des multiples coudes nécessités par ce tracé difficile, rendait assez aléatoire le calcul des lignes d'eau dans le cas d'un système à écoulement libre. Le choix d'un tel système aurait donc conduit à prévoir une forte marge de sécurité sur le tirant d'air théorique nécessaire, afin d'éviter tous risques de mises en charges partielles à certains régimes, phénomènes générateurs d'à-coups dangereux pour la stabilité de l'ouvrage. Eu égard au faible débit nominal, cette marge prenait une importance relative exagérée par rapport au tirant d'eau théorique et conduisait à un surdimensionnement prohibitif de la conduite.

Par ailleurs, un système à écoulement libre nécessitait l'aménagement d'une chambre de mise en charge déversante à l'aval. Les conditions locales ne permettant pas de rejeter sans autre les eaux de trop-plein dans le

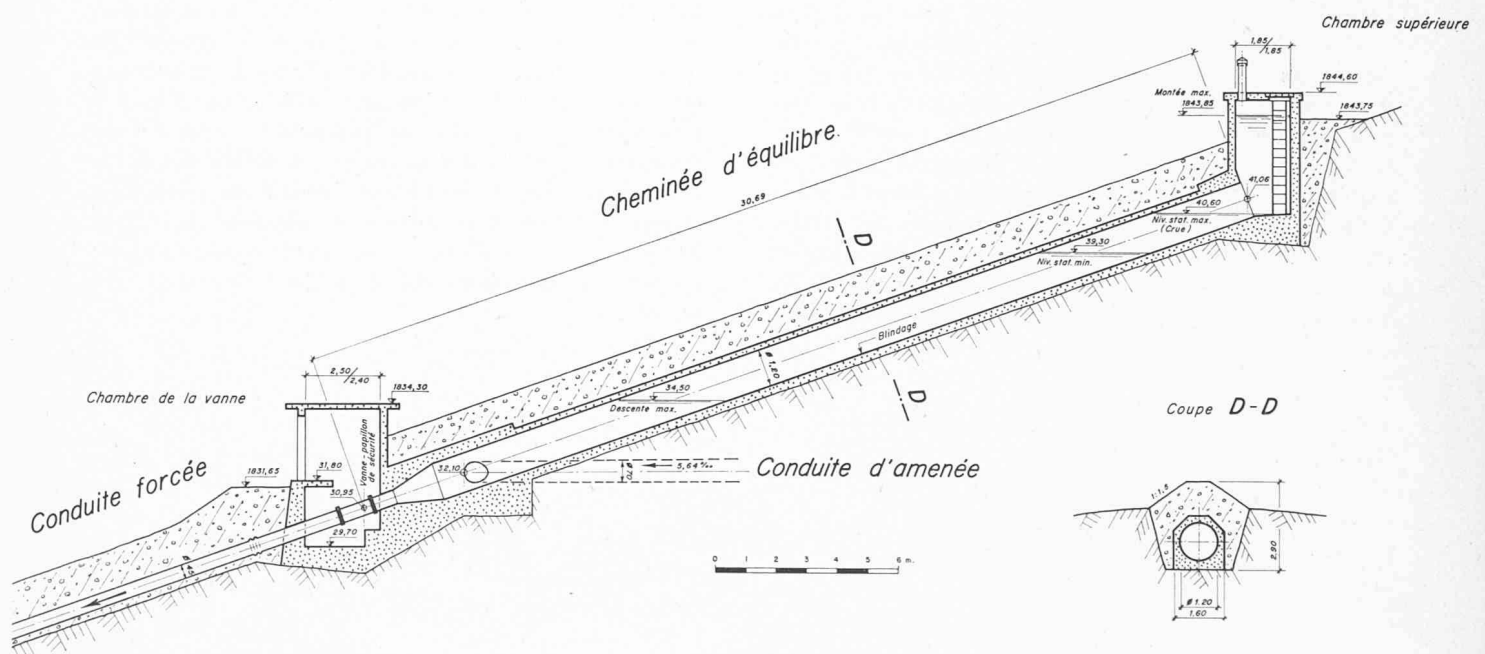


Fig. 10. — Cheminée d'équilibre. Coupes longitudinale et transversale.

terrain, il aurait été nécessaire de les canaliser sur une assez grande longueur. Ces deux motifs nous ont conduit à adopter un système en charge, lequel présentait en outre l'avantage de ne pas nécessiter, comme pour une canalisation à écoulement libre, le réglage rigoureux de la pente longitudinale, difficile à obtenir en terrain très accidenté.

Constructivement, la conduite est réalisée en tuyaux de ciment armé centrifugés, à emboîtement à cloche, enterrés dans une tranchée creusée dans la piste d'accès à la prise d'eau. Cette conduite  $\varnothing$  0,70 m, d'une longueur de 1090 m, ne comporte pas moins de 182 pièces spéciales, dont 132 tuyaux coupés obliquement et 50 pièces coudées. En outre, deux trous d'homme ont été placés respectivement au tiers et aux deux tiers de la longueur pour réduire la distance de visite, visite assez pénible dans une conduite de si faible diamètre.

L'étanchéité entre tuyaux est réalisée par des boudins annulaires bitumeux placés en bout de chaque élément au moment de la pose et comprimés par serrage d'un tuyau sur l'autre ; à l'extérieur cette étanchéité est protégée par un jointoyage au mortier.

À noter encore que pour des raisons d'économie on a renoncé à installer une vanne de sécurité en tête de la conduite, considérant que les conséquences d'une rupture éventuelle seraient sans grande gravité. En effet, l'aménagement ne comporte, à part le faible volume du dessableur, aucune accumulation ; par ailleurs, la conduite qui fonctionne sous faible pression de service (amont : 2,15 m, aval : 11,75 m) traverse des terrains détritiques inhabités, ne comportant ni

culture ni pâturages. En cas d'accident, l'eau de fuite rejoindrait un des nombreux ravins aboutissant au fond de la gorge du Merezenbach. L'organe de sécurité a donc été reporté en tête de la conduite forcée.

### 3. Cheminée d'équilibre (fig. 10)

Après l'étude de différentes variantes, il est apparu que, compte tenu des conditions topographiques et géologiques locales et du faible volume utile nécessaire pour absorber les oscillations, la solution la plus économique et rationnelle consistait à réaliser cet ouvrage sous forme d'un simple prolongement de la conduite forcée, dans l'axe de celle-ci, au-delà de son point de jonction avec la conduite d'amenée ; le diamètre et la longueur de ce tronçon étant dimensionnés pour assurer le volume utile nécessaire ( $d = 1,20$  m,  $l = 27,0$  m).

La cheminée d'équilibre se présente donc comme une conduite métallique de 4 mm d'épaisseur enrobée de béton et enterrée parallèlement à la surface du sol.

Pour limiter la longueur de l'ouvrage, assurer sa ventilation et l'accès à l'intérieur, l'extrémité supérieure est constituée par une petite chambre carrée en béton armé, émergeant du sol, couverte par une dalle munie d'une cheminée d'aération et d'une trappe d'accès.

La partie inférieure de la cheminée d'équilibre comporte un tronçon tronconique de raccordement à la conduite forcée. Ce tronçon, de même que le branchement latéral à la conduite d'amenée, est noyé dans le premier massif d'ancrage de la conduite forcée.

À l'aval, le massif qui contribue à la stabilité de l'ensemble, se prolonge par une cabine en béton

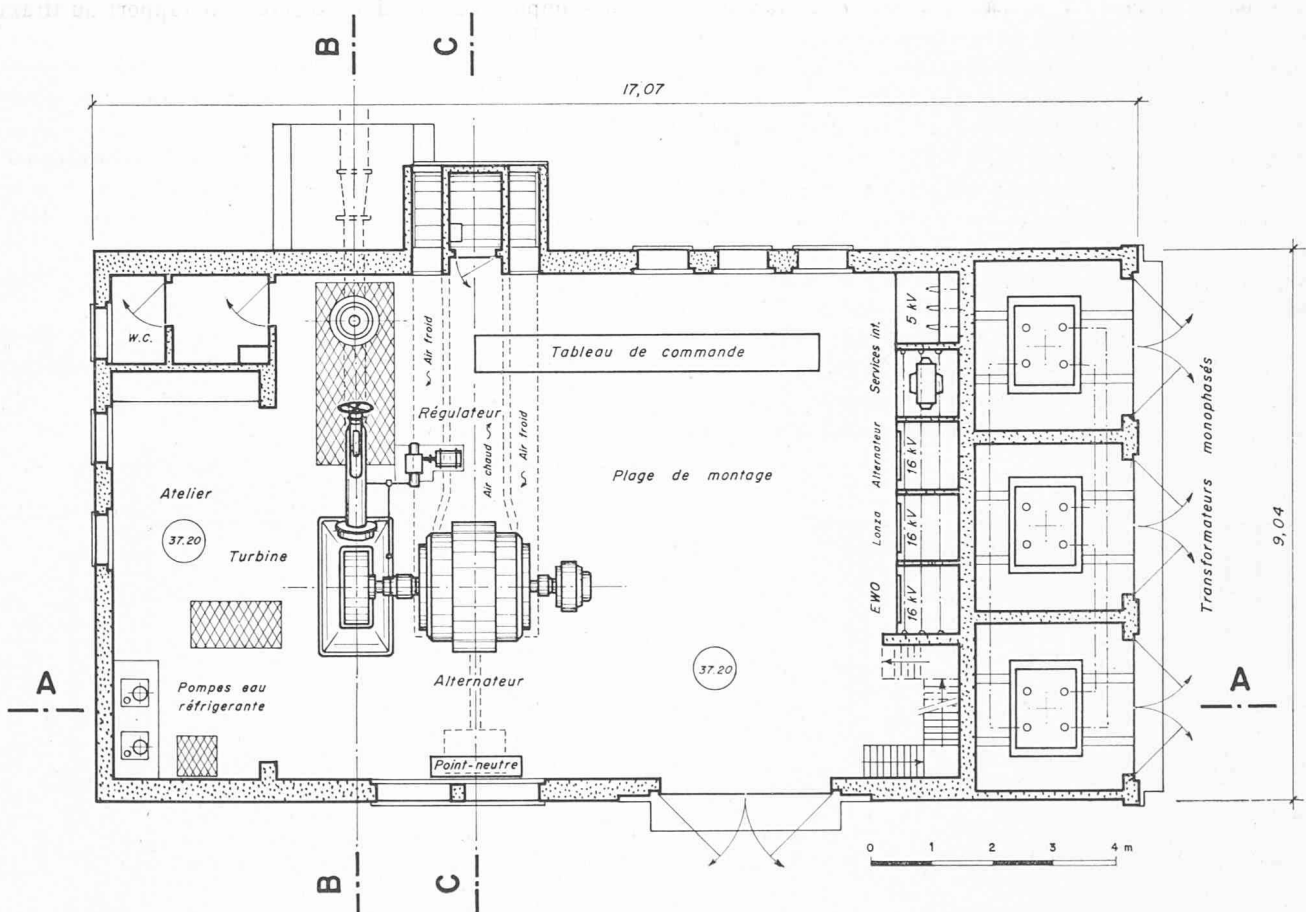


Fig. 11. — Centrale, plan.



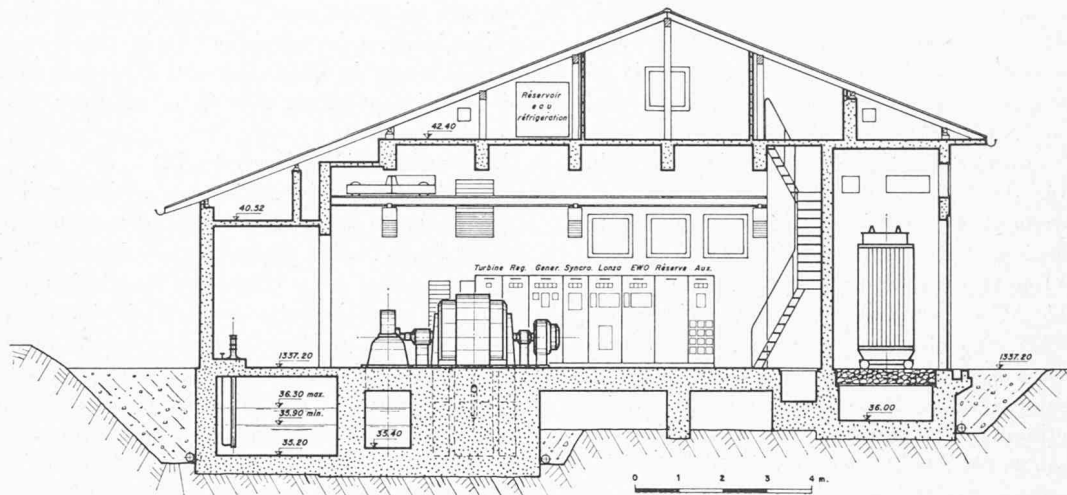


Fig. 12. — Centrale, coupe A-A.

armé, partiellement enterrée, abritant la vanne de sécurité.

#### 4. Conduite forcée

La conduite forcée, dont le tracé en plan est rectiligne, a une longueur totale de 1114 m. Ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, elle est entièrement enterrée, ce qui supprime tous risques de gel, malgré son faible diamètre, et permet de rétablir totalement les surfaces de pâturages traversés.

Cette disposition se révéla en outre économique, malgré les terrassements nécessaires, car outre la suppression totale des sellettes d'appui, elle permet de limiter à cinq le nombre des massifs d'ancrage intermédiaires, soit uniquement aux coudes convexes, les coudes concaves prenant appui directement sur le fond de la fouille. Il convient toutefois de préciser que cette disposition a été rendue possible grâce à la conception particulière de celle-ci, proposée par le constructeur, conception consistant à réaliser un système relativement souple, comportant, tous les trente mètres, un joint à une ou deux ondulations. Ces joints à soufflet permettent des déformations angulaires, de l'ordre de un à deux degrés.

Immédiatement à l'aval de chaque massif d'ancrage, la conduite est munie d'un joint d'expansion, logé dans une chambre accessible accolée au massif. Ces joints

peuvent donc être contrôlés en tout temps sans rouvrir la fouille.

Le tableau ci-après donne quelques caractéristiques des matériaux utilisés :

Tôle :	SM 37.21
Protection anti-rouille	
Intérieur :	décapage au corindon 3 couches Zinga (1200 g/m <sup>2</sup> )
Extérieur enterré :	décapage au corindon 2 couches Zinga (800 g/m <sup>2</sup> ) 2 couches Sapalac 600 g/m <sup>2</sup> carton bitumé Winkler n° 45
Extérieur dans béton :	décapage au corindon 1 couche de lait de ciment (+ 5 % bichromate de potasse)

Le diamètre extérieur de la conduite est constant ( $\varnothing$  465 mm) ; l'épaisseur de la tôle varie entre 6 mm à l'amont et 11 mm à l'aval.

À l'extrémité aval, la conduite pénètre directement dans la centrale ; son diamètre intérieur se réduit alors à 300 mm, correspondant au diamètre d'entrée de la turbine.

La poussée (max. 93 tonnes) est directement reprise par les fondations de la centrale.

La vanne papillon de sécurité, placée en tête de la conduite, est à fermeture automatique commandée par

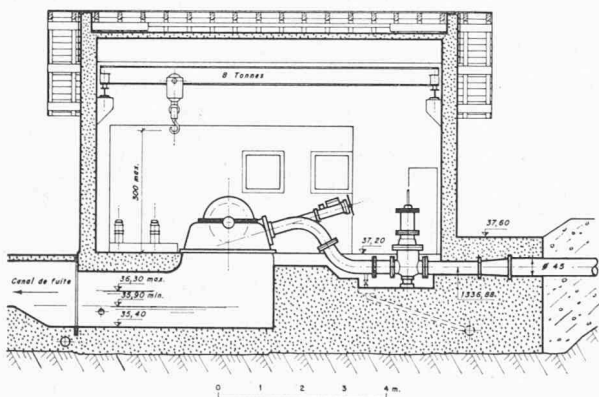


Fig. 13. — Centrale, coupe B-B.

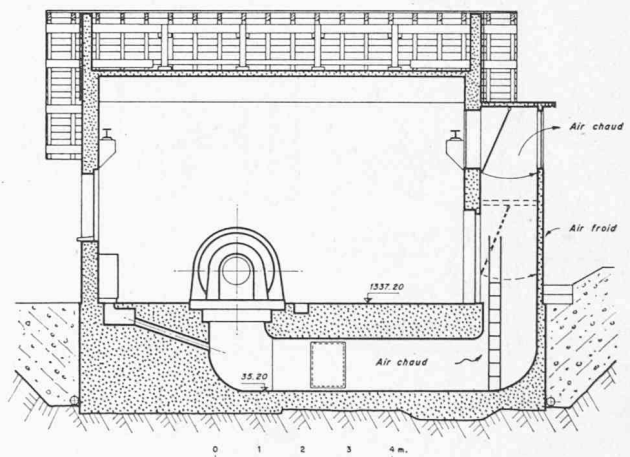


Fig. 14. — Centrale, coupe C-C.

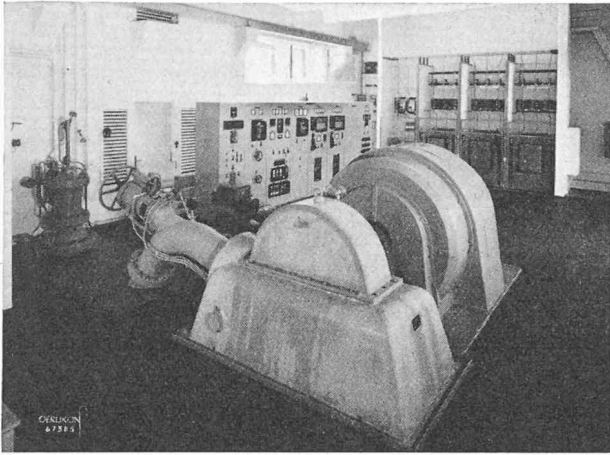


Fig. 15. — Centrale, salle des machines.



Fig. 16. — Centrale, vue d'amont.

palette de survitesse ; l'ouverture est manuelle. On a renoncé pour le moment à équiper cet organe d'un dispositif de télécommande, mais les dispositions prévues permettent de l'installer ultérieurement sans difficulté.

##### 5. Centrale (fig. 11, 12, 13, 14, 15, 16)

De même que pour les autres ouvrages, la centrale a été conçue dans un souci de stricte économie et de simplicité. Une étude détaillée des encombrements et du montage a permis de limiter les dimensions du bâtiment à 17 m en longueur et 9 m en largeur et la hauteur libre de la salle des machines à 4,50 m, tout en logeant la totalité de l'équipement à l'intérieur, y compris les organes de coupure et les trois transformateurs monophasés.

Outre le groupe, la salle des machines abrite encore le tableau de commande, les cellules 5 et 16 kV et le transformateur des services auxiliaires. Face à l'entrée, un espace libre de 5,00 × 6,50 m est réservé à la plage de montage. L'extrémité nord-est du bâtiment abrite un petit atelier, les pompes d'eau de réfrigération et le local sanitaire.

Les trois transformateurs monophasés trouvent place à l'extrémité opposée dans des cellules indépendantes ouvrant directement sur l'extérieur, isolées de la salle des machines par une forte paroi en béton armé. Chaque cellule comporte en sous-sol une fosse de réception d'huile, couverte par un filtre pare-feu en gravier supporté par une grille.

Le sous-sol n'est que partiellement excavé. A part les fosses de la turbine, de l'alternateur et des cellules de transformateur, il ne comprend qu'un petit magasin placé sous l'atelier, auquel est accolée la fosse des pompes d'eau de réfrigération.

Au-dessus de la salle des machines, l'espace disponible situé entre le plafond de celle-ci et la toiture est utilisé comme local réservé au chef d'usine. Les combles attenants servent de magasin et abritent le réservoir d'eau de réfrigération.

L'aspect extérieur du bâtiment a été étudié en vue de créer un ensemble en harmonie avec la beauté naturelle du site et l'architecture locale.

L'équipement de la centrale est conçu pour ne nécessiter qu'un agent non spécialisé, doublé d'un remplaçant et pour que la présence de ce personnel très réduit ne

soit pas requise en permanence. Les dispositions prises doivent donc permettre une exploitation sans surveillance. C'est pourquoi les services principaux sont semi-automatiques ; c'est-à-dire que les opérations de mise en marche et d'arrêt du groupe sont manuelles, mais que la synchronisation sur le réseau, le réglage de la tension, la surveillance et l'arrêt du groupe en cas d'incident, sont automatiques.

La présence du gardien n'étant pas permanente, il doit pouvoir être alerté automatiquement chez lui en cas d'incident. A cet effet, les alarmes ont été enregistrées une fois pour toutes en clair sur bande magnétique ; elles sont transmises téléphoniquement à son domicile ou, en cas d'absence, à celui de son remplaçant, par la ligne de raccordement du poste de la centrale au réseau des PTT. Tant que les intéressés n'ont pas décroché leur appareil, l'appel se poursuit alternativement chez l'un et chez l'autre.

Etant donné que la transmission des multiples signalisations aurait conduit à un dispositif exagérément coûteux et compliqué, elles ont été groupées par catégories, celles-ci étant limitées à trois, soit :

- a) alarme *sans* arrêt du groupe (élévation de la température des paliers 1<sup>er</sup> stade, surcharge de l'alternateur 1<sup>er</sup> stade, mise à terre du rotor, mise à terre d'une ligne, etc.) ;
- b) alarme *avec* arrêt du groupe (élévation de la température des paliers 2<sup>e</sup> stade, surcharge de l'alternateur 2<sup>e</sup> stade, mise à terre du stator, protection différentielle, etc.) ;
- c) alarme *incendie* (par réseau de détecteur de fumée).

Tout l'appareillage de commande signalisation et mesure est monté sur un tableau installé à côté du groupe. Les différents circuits sont alimentés en courant continu 48 V, par un redresseur et une batterie d'accumulateurs au plomb 50 Ah.

La centrale travaille normalement en parallèle sur les réseaux 16,5 kV de la Lonza et de l'Elektrizitätswerk Obergoms (EWO), auxquels elle livre toute l'énergie disponible.

L'alternateur, monté en couplage-bloc avec trois transformateurs monophasés, est raccordé à un transformateur 75 kVA d'alimentation des services internes et aux deux départs 16,5 kV (Lonza, EWO).

Le poste de couplage, adossé à la paroi séparant la salle des machines des cellules des transformateurs,

est équipé de disjoncteurs à faible volume d'huile, de sectionneurs à commande manuelle, de sectionneurs de charge et de transformateurs de mesure isolés à la résine synthétique. Le tableau-figure ci-dessous donne les caractéristiques principales de l'équipement de la centrale.

L'alimentation en eau, pour les locaux sanitaires et pour la réfrigération de l'huile du régulateur et des paliers, se fait par gravité depuis le réservoir placé dans les combles. L'eau est prélevée dans le canal de fuite et refoulée au réservoir par deux petites pompes à enclenchement automatique commandé par flotteur, fonctionnant alternativement.

Il convient encore de noter que le câble de signalisation reliant la centrale à l'émetteur de réglage de la prise d'eau comporte des conducteurs supplémentaires assurant la fourniture de courant à cet ouvrage pour l'éclairage et pour le chauffage infrarouge du puits du flotteur, ainsi que pour l'éclairage de la cabine abritant la vanne de tête de la conduite forcée.

Cette cabine, ainsi que la prise d'eau, comportent en outre chacune un appareil téléphonique branché en parallèle sur un câble indépendant aboutissant à la centrale. Ce câble est relié au réseau des PTT, ce qui permet d'atteindre directement n'importe quel abonné depuis ces ouvrages.

Les deux câbles sont enterrés dans la fouille de la conduite d'amenée et de la conduite forcée.

#### Caractéristiques de l'équipement

##### Turbine Pelton à axe horizontal

Débit nominal . . . . .	0,500 m <sup>3</sup> /s
Chute nette nominale . . . . .	464 m
Puissance . . . . .	2700 ch
Vitesse . . . . .	1000 t/min
Nombre de jets . . . . .	1
Roue . . . . .	en porte-à-faux

##### Régulateur accélérétachimétrique

alimenté par transformateur spécial, branché aux bornes de l'alternateur (économise un alternateur pilote)  
Réfrigération de l'huile . . . . . par circulation d'eau

##### Vanne de garde de la turbine

Robinet vanne à coin Ø 300 mm, à commande hydraulique par servo-moteur à eau, avec by-pass Ø 40 mm à commande manuelle

##### Alternateur synchrone, triphasé

Puissance nominale apparente . . . . .	2700 kVA
Puissance effective sous $\cos \varphi = 0,7$ . . . . .	1890 kW
Tension de sortie . . . . .	4,8 kV
Moment de giration . . . . .	2800 kg/m <sup>2</sup>
Réfrigération des paliers . . . . .	par circulation d'eau
Ventilation . . . . .	en circuit ouvert
Remarque: par un jeu de clapets à commande manuelle, l'air frais peut être pris à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment; de même, l'air chaud peut être rejeté au-dehors ou au-dedans, dans ce cas il contribue au chauffage des locaux.	

##### Transformateurs monophasés

Nombre . . . . .	3 + 1 (réserve)
Puissance unitaire . . . . .	1000 kVA
Refroidissement . . . . .	naturel
Couplage du groupe triphasé . . . . .	$\Delta/\lambda$
Tension primaire du groupe triphasé . . . . .	4,8 kV
Tension secondaire du groupe triphasé . . . . .	16,6 kV
Remarque: appareils anciens revisés et adaptés	

##### Disjoncteurs tripolaires à faible volume d'huile

Nombre . . . . .	3 kV
Tension nominale . . . . .	20 kV
Tension de service . . . . .	16,5 kV
Courant nominal . . . . .	600 A

##### Pouvoir de coupure symétrique

sous 16,5 kV . . . . .	350 MVA
Commande . . . . .	à ressort, à remontage manuel
Montage . . . . .	à broche, sur chariot mobile

##### Pont roulant

Force de levage . . . . .	8 t
Commande (levage et translation) . . . . .	manuelle

#### 6. Canal de fuite

Ce canal, entièrement enterré, a une longueur de 50 m environ. De section rectangulaire, il est construit en béton armé.

L'extrémité aval est aménagée en section de mesure des niveaux d'eau, comportant un déversoir à mince paroi et un dispositif à flotteur. Les indications de celui-ci sont converties en débits par l'intermédiaire d'une came spéciale et transmises par câble à la centrale où elles sont enregistrées sur graphique.

#### 5. Travaux

Ce qui caractérisa principalement les travaux fut leur rapidité d'exécution, malgré la dispersion des ouvrages, les moyens modestes mis en œuvre et les conditions météorologiques défavorables de l'année 1958 (printemps tardif, pluies d'automne, hiver précoce). A part quelques travaux préliminaires effectués en 1957, la construction des ouvrages fut pratiquement réalisée en une saison (mai-décembre 1958). Seuls quelques remblayages, finitions, et mises en état de lieux, arrêtés par les intempéries, durent être reportés au printemps suivant.

Considérant que le coût d'une route d'accès aux ouvrages amont eût été prohibitif en regard de l'importance de l'aménagement, le maître de l'œuvre renonça à la construction de cet ouvrage. Partant de l'emplacement de la centrale, l'approvisionnement des chantiers supérieurs se fit exclusivement au moyen d'un petit téléphérique à va-et-vient, de 1,5 tonnes, implanté dans l'axe de la conduite forcée et aboutissant à la cheminée d'équilibre; de là, une piste à flanc de coteau permettait d'accéder à la prise d'eau.

Outre l'approvisionnement des chantiers supérieurs, le téléphérique assurait l'acheminement et la descente à pied d'œuvre des matériaux et des viroles de la conduite forcée, en tous points de son tracé, grâce au chariot à platine spéciale système Wyssen dont il était équipé.

Pour des raisons d'économie, on renonça à alimenter les chantiers supérieurs en énergie électrique, ce qui conduisit à équiper le téléphérique d'un moteur à explosion.

Notons encore que l'accès à la centrale se fit par le petit chemin existant reliant l'emplacement de ce chantier à la route de la Furka.

C'est dans la construction de la conduite d'amenée que les plus grandes difficultés d'exécution furent rencontrées. La piste étroite et sinueuse où la conduite est enterrée constituait l'unique voie d'accès au chantier de la prise d'eau; il fallut donc attendre que les travaux relatifs à cet ouvrage soient suffisamment avancés pour commencer ceux de la conduite, ces derniers interrompant pratiquement le passage vers la prise. Ce n'est finalement qu'à la fin août 1958 que la creuse de la fouille et la pose des tuyaux purent débiter. Les abon-

dantes pluies de l'automne provoquèrent de nombreux éboulements lors de l'exécution de la tranchée, entravant considérablement le travail. La situation se compliqua encore avec l'apparition, dès mi-octobre, du gel et d'importantes chutes de neige ; la pose des tuyaux, la mise en place et le serrage des bandes d'étanchéité bitumineuses, rendus déjà malaisés par la présence de multiples coudes et pièces spéciales, en furent encore notablement compliqués. Néanmoins, la construction se poursuivit sans désemparer, pour s'achever à mi-décembre.

C'est alors que l'on put se rendre compte des inconvénients d'une exécution faite dans des conditions de travail si défavorables. En effet, lors de la première mise en eau de la conduite, les essais montrèrent que malgré les précautions prises les joints étaient insuffisamment étanches, les fuites atteignant au total 250 l/min. Il fallut procéder de l'intérieur à un rejointoyage complet, ce qui permit de ramener les pertes à 45 l/min environ, puis finalement à 30 l/min après une nouvelle révision effectuée en été 1959.

Les difficultés de mise en service dues à la précocité et à la rigueur de l'hiver se manifestèrent d'ailleurs dans d'autres domaines. Il fallut par exemple renoncer à la pose des câbles téléphoniques et de signalisation définitifs entre la centrale et la prise d'eau et se contenter d'une installation provisoire. Le fonctionnement du réglage de niveau et les liaisons téléphoniques en furent affectés, alors que les possibilités d'accès n'étaient plus praticables que par ski.

Notons encore pour terminer que le montage de l'équipement de la centrale, qui débuta fin octobre, fut achevé à fin décembre 1958.

#### Maitre de l'ouvrage

Kraftwerk Merezzenbach AG. (KWM), Münster

#### Mandataire

Société générale pour l'industrie (SGI), Genève  
chargée de la coordination, des études et de la direction des travaux

Collaborateurs de l'auteur : MM. D. Blondel, J. Lambert  
F. Robert, P. Cousin,  
F. Otten, P. Mächler,  
F. Grünwald, arch., Brigue

#### Entrepreneurs et fournisseurs principaux

Travaux de génie civil	Jules Theler, Rarogne
Fourniture tuyaux conduite d'amenée	Kanderkies, Thoune
Injections à la prise d'eau	S. I. F., Lausanne
Equipement mécanique prise d'eau, conduite forcée, blindage cheminée d'équilibre, pont roulant	Giovanola, Monthey de Roll, Klus
Vannes de tête et de turbine	Ateliers de Vevey
Turbine et réglage du niveau d'eau à la prise	Sulzer, Winterthour
Pompes d'eau de réfrigération	Ateliers Oerlikon
Alternateur et transformateur des services auxiliaires	
Transformateurs monophasés BBC 1925, révision et adaptation	Spälti, Vevey
Disjoncteurs et sectionneurs	Sprecher & Schuh, Aarau
Transformateurs de mesure	Moser-Glaser, Muttentz
Tableaux de commande et cellules HT	Ateliers de constructions Oerlikon, Lausanne
Câbles HT, de signalisation et de téléphone	Câbleries de Cossonay
Accumulateurs	Electrona, Boudry
Eclairage, force, chauffage, mise à terre, téléphone	Wyss-Fux, Brigue
Détection incendie	Cerberus, Männedorf
Téléalarme	Telectronic, Genève
Comptage de l'énergie	Landis & Gyr, Zoug
Mesure des débits	Honeywell, Zurich

## SOCIÉTÉ VAUDOISE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

### Rapport d'activité 1960

Soucieux de présenter l'activité de la SVIA d'une façon plus rationnelle, le comité a décidé de modifier la présentation de son rapport annuel. Les rapports des groupes professionnels et des diverses commissions sont réunis par rubriques. Nous vous donnerons ainsi une meilleure vue d'ensemble des actions menées par la SVIA au cours de l'exercice écoulé.

Une société n'existe que par ses membres. Voici donc l'effectif au 31 décembre 1960 :

	Total	Admissions	Départs
Architectes . . . . .	138	+ 10	— 1
Ingénieurs civils . . . . .	236	+ 10	— 12
Ingénieurs électriciens . . . . .	58	+ 5	— 1
Ingénieurs mécaniciens . . . . .	59	+ 4	— 2
Ingénieurs chimistes . . . . .	10	+ 1	—
Ingénieurs ruraux . . . . .	4	—	—
Ingénieurs forestiers . . . . .	8	—	— 2
Ingénieurs physiciens . . . . .	4	+ 1	—
Géomètres . . . . .	6	—	—
	523	+ 31	— 18

Nous avons eu le regret de perdre cinq membres au cours de 1960. Il s'agit de MM. Robert Bourgeois, Albert Gisberger, Emile Haltmeyer, Edmond van Muyden et Daniel Solioz, tous ingénieurs civils. Notre société en conservera le meilleur des souvenirs.

Nous devons constater à regret que, nonobstant l'augmentation sensible de notre effectif, la situation que nous dénoncions en 1959 ne s'est guère améliorée en 1960. Un effort de recrutement reste particulièrement nécessaire, et cet effort ne peut être le fait que des membres dont c'est le devoir d'amener leurs confrères, leurs collègues de travail, leurs employés à nous rejoindre.

Rappelons encore la composition du comité issu de l'assemblée générale ordinaire annuelle du 1<sup>er</sup> avril 1960 : président : J.-Cl. Piguet, ingénieur civil ; vice-président : R. Willomet, architecte ; secrétaire : A. Décoppet, architecte ; trésorier : P. Baroffio, ingénieur électricien ; membres adjoints : P. Dumartheray, architecte ; J.-J. Morf, ingénieur électricien ; E. Paillex, ingénieur civil.

La composition des groupes professionnels, des commissions, la liste des délégués figurent à la fin de ce rapport.

Deux assemblées générales ont été convoquées au cours de l'exercice écoulé, l'une ordinaire et l'autre extraordinaire.

Le comité s'est réuni régulièrement une fois par mois au cours de l'année.