

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 77 (1951)  
**Heft:** 6

**Artikel:** L'aménagement hydroélectrique de Rossens-Hauterive après deux ans d'expérience  
**Autor:** Bruttin, J.F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58147>

#### 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:** 24.01.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

**Abonnements:**  
 Suisse: 1 an, 24 francs  
 Etranger: 28 francs  
 Pour sociétaires:  
 Suisse: 1 an, 20 francs  
 Etranger: 25 francs  
 Pour les abonnements  
 s'adresser à :  
 Administration  
 du « Bulletin technique  
 de la Suisse romande »,  
 Case postale Riponne 21,  
 Lausanne  
 Compte de chèques pos-  
 taux II. 5775, à Lausanne  
 Prix du numéro: Fr. 1,40

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 polytechnique 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: G. Epitaux, architecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. P. Joye, professeur; E. Latelier, architecte — Vaud: MM. F. Chenaux, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; A. Paris, ingénieur; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. L. Archinard, ingénieur; Cl. Groscurin, architecte; E. Martin, architecte; V. Rochat, ingénieur — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; G. Furter, ingénieur; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. J. Dubuis, ingénieur; D. Burgener, architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration de la Société anonyme du Bulletin Technique: A. Stucky, ingénieur, président; M. Bridel; G. Epitaux, architecte; R. Neeser, ingénieur.

## Tarif des annonces

Le millimètre  
 (larg. 47 mm) 20 cts  
 Réclames: 60 cts le mm  
 (largeur 95 mm)

Rabais pour annonces  
 répétées

Annonces Suisses S.A.



5, Rue Centrale Tél. 22 33 26  
 Lausanne et succursales

**SOMMAIRE:** *L'aménagement hydro-électrique de Rossens-Hauterive après deux ans d'expérience*, par J. F. BRUTTIN, ingénieur. — Société suisse des ingénieurs et des architectes: *Communiqué du secrétariat*. — **BIBLIOGRAPHIE**. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes: *Assemblée générale annuelle*. — **CARNET DES CONCOURS**. — **SERVICE DE PLACEMENT**. — **NOUVEAUTÉS, INFORMATIONS DIVERSES**.

## L'AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE ROSENNS-HAUTERIVE APRÈS DEUX ANS D'EXPÉRIENCE

par J. F. BRUTTIN, ingénieur

L'installation hydroélectrique de Rossens-Hauterive, destinée à remplacer l'ancienne usine au fil de l'eau par une puissante accumulation de chute moyenne, a été mise en service il y a un peu plus de deux ans. Plusieurs articles ont été publiés en cours de travaux sur les dispositions principales de l'aménagement et sur les installations du chantier. Par contre, aucune publication n'a été faite jusqu'ici des plans d'exécution de cet ouvrage. A la demande de la rédaction du *Bulletin technique*, nous mettons bien volontiers ces documents à la disposition de ses lecteurs en les accompagnant de quelques commentaires sur les expériences faites depuis la mise en service.

### Rappel des données générales de l'aménagement (fig. 1 2, et 3)

#### 1. Caractéristiques de la Sarine à Rossens :

Superficie du bassin versant . . . . .	954 km <sup>2</sup>
Débit moyen annuel . . . . .	35 à 36 m <sup>3</sup> /sec
Débits extrêmes momentanés . . . . .	6 et 600 m <sup>3</sup> /sec
Débit total utilisable en une année . . . . .	700 à 1200 millions m <sup>3</sup>

#### 2. Lac de la Gruyère

Côte maximum de la retenue (au-dessus de la mer) . . . . .	677 m
Côte minimum d'exploitation (au-dessus de la mer) . . . . .	642 m
Superficie à la côte 677. . . . .	10 km <sup>2</sup>
Superficie à la côte 642. . . . .	2 km <sup>2</sup>
Pourtour du lac . . . . .	43 km
Volume total du lac . . . . .	200 millions m <sup>3</sup>
Volume utilisable entre 677 et 642 . . . . .	180 millions m <sup>3</sup>

#### 3. Le barrage :

Hauteur maximum . . . . .	83 m
Longueur du couronnement . . . . .	320 m
Epaisseur à la base . . . . .	28 m
Epaisseur à la crête . . . . .	5 m
Largeur de la chaussée : 5,50 m + 2 trottoirs de 1,50 m . . . . .	8,50 m
Cube des fouilles . . . . .	125 000 m <sup>3</sup>
Cube du béton . . . . .	250 000 m <sup>3</sup>

#### 4. Galerie d'amenée Rossens-Hauterive :

Chute brute entre le niveau du lac et le canal de fuite de l'usine . . . . .	75 à 110 m
Débit maximum . . . . .	75 m <sup>3</sup> /sec
Longueur totale du tunnel . . . . .	6040 m
Pente de la partie amont . . . . .	0,06 %
Pente de la partie aval . . . . .	1,80 %
Diamètre de la galerie . . . . .	5,00 mØ

#### 5. Usine de Hauterive :

Equipement hydraulique :	
3 turbines Francis de 20 000 CV	60 000 CV
2 turbines Francis de 10 000 CV	20 000 CV
Puissance totale des 5 turbines . . . . .	80 000 CV
Correspondant à . . . . .	57 500 kW
Equipement électrique :	
2 alternateurs de 20 000 kVA	40 000 kVA
1 alternateur de . . . . .	17 800 "
2 alternateurs de 8750 kVA	17 500 "
D'où puissance apparente totale des 5 alternateurs . . . . .	75 300 kVA

### Hydrologie et production

Le débit moyen de la Sarine à Rossens, pendant les vingt années s'écoulant de 1923 à 1943 qui ont servi de base aux

études, est de 35 à 36 m<sup>3</sup>/sec. Ces 35 m<sup>3</sup>/sec représentent dans l'année 1,1 milliard de m<sup>3</sup> d'eau. Sous la chute brute de 100 m qui est à peu près la moyenne sous laquelle l'eau est utilisée, 1 m<sup>3</sup> d'eau produit 0,225 kWh. La production totale moyenne, sans perte d'eau, serait donc de 1,1 milliard de m<sup>3</sup> × 0,225 kWh = 247,5 millions de kWh. Les calculs préliminaires avaient cependant déjà démontré que malgré les 180 millions de m<sup>3</sup> accumulables, il ne serait pas possible d'utiliser toute l'eau et qu'il fallait compter avec un certain déversement, en particulier à la fin de la période de fonte des neiges. Les quantités déversées dépendent évidemment de la répartition des précipitations atmosphériques au cours de l'année et des conditions d'exploitation. Nous avions tablé sur un déversement de 5 à 10 % en année moyenne, ce qui ramenait la production escomptée à environ 230 millions de kWh, répartis à raison de 100 millions pendant les six mois d'hiver, du 1<sup>er</sup> octobre à fin mars, et 130 millions pendant les six mois d'été.

En fait, les premiers mois d'exploitation se présentèrent d'une façon favorable. Bien que le remplissage du lac n'ait pu commencer qu'à partir du 15 mai 1948 et qu'il ait dû être interrompu du 25 juin au 20 août pour permettre de rentrer les récoltes de la partie amont du lac, les précipitations de cet été 1948 furent si abondantes que le 20 septembre le lac était plein, à 50 cm près. L'année hydrologique 1948-1949 qui suivit fut, par contre, caractérisée par l'extraordinaire sécheresse que chacun a encore en mémoire. Au limnigraphie officiel de Broc, le débit de la Sarine enregistré a été de 13,78 m<sup>3</sup>/sec en regard de 24,45 m<sup>3</sup>/sec pour la moyenne de 1923 à 1949, soit le 56 % de la moyenne multiannuelle. La production de l'usine d'Hauterive fut par contre de 153,4 millions de kWh, soit le 67 % des 230 millions indiqués plus haut. Ceci s'explique, d'une part, par le fait que les pertes d'eau par déversement ont été extrêmement faibles, le lac n'ayant été plein que du 8 au 16 juin 1949, et, d'autre part, par la différence des niveaux entre le 1<sup>er</sup> octobre 1948 (675,875) et le 1<sup>er</sup> octobre 1949 (665,575) qui représente un prélèvement d'énergie de 17,6 millions de kWh sur la réserve. Abstraction faite de ce prélèvement, la production reste de 135,8 millions de kWh, soit le 59 % des 230 millions. La répartition de l'énergie de l'année hydrologique 1948-1949 se présente comme suit : 74,3 millions de kWh en hiver et 79,1 en été.

L'année hydrologique 1949-1950, tout en restant en dessous de la moyenne, fut plus normale. Le débit moyen enregistré à Broc a été de 22,45 m<sup>3</sup>/sec, soit le 92 % de la moyenne

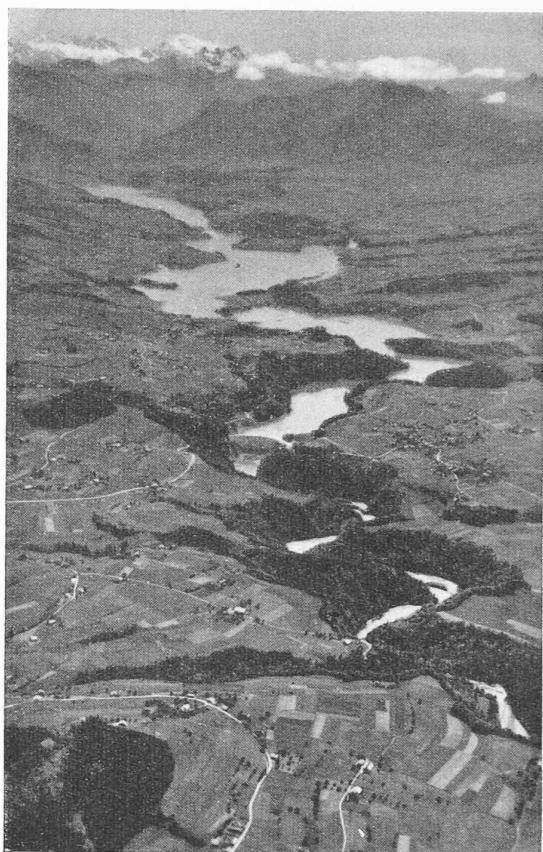


Fig. 1. — Vue aérienne du barrage et du lac de Rossens.  
Photo Perrochet, Lausanne.

multiannuelle. L'hiver a cependant encore été fortement influencé par la sécheresse de l'été et de l'automne 1949 et surtout par le fait que le 1<sup>er</sup> octobre 1949, la réserve du lac était déjà à moitié épuisée. C'est la raison pour laquelle la production n'a été que de 70,3 millions de kWh en hiver et de 96,5 en été, soit 166,8 millions de kWh pour l'année. Si l'on ajoute à la production effective de l'usine l'augmentation de la réserve accumulée entre le 1<sup>er</sup> octobre 1949 et le 1<sup>er</sup> octobre 1950, soit 19 millions de kWh, on atteint une production de 185,8 millions de kWh, soit le 81 % des 230 millions escomptés.

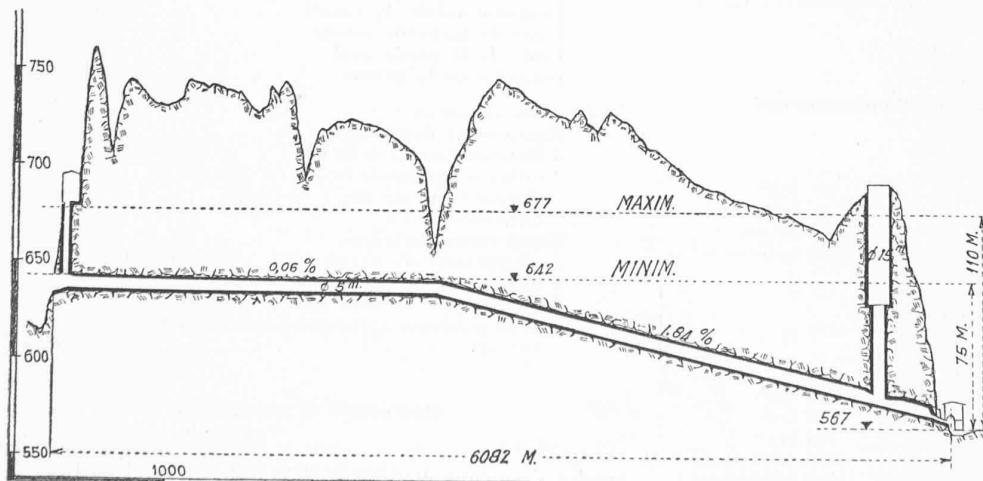


Fig. 3.  
Profil en long général de  
l'aménagement  
Rossens-Hauterive.

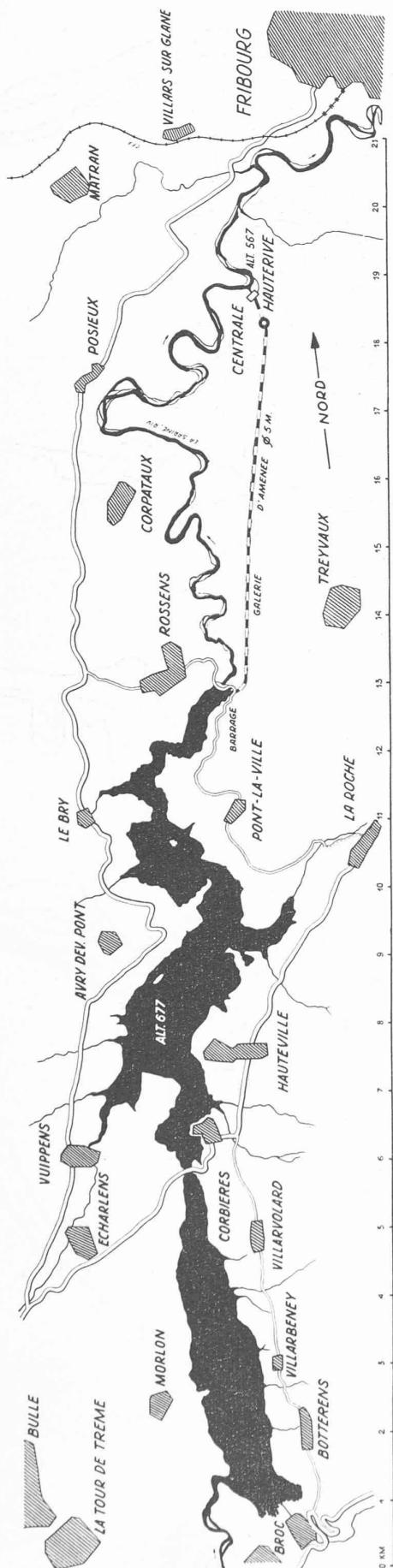


Fig. 2. — Plan général de l'aménagement hydro-électrique Rossens-Hauterive.

Pendant l'année 1950, la production de l'usine d'Hauterive seule a été de 201 millions de kWh, auxquels il convient d'ajouter quelque 7 millions de kWh, représentant la production supplémentaire de l'usine de l'Oelberg, due à la régularisation du débit par le nouveau lac. Enfin, pour les quatre premiers mois de l'hiver 1950-1951, la production atteint déjà 79 millions de kWh, ce qui nous amènera pour l'hiver entier vers 120 millions de kWh, soit une vingtaine de plus que la moyenne escomptée. Ce résultat favorable est dû surtout aux pluies de novembre qui nous ont permis d'aborder décembre avec la réserve complète devant nous.

On peut donc constater que durant ces deux années, le lac de la Gruyère a joué en partie comme compensation interannuelle. Les deux très longues périodes de sécheresse de l'automne et de l'hiver 1948-1949, puis celle de l'été et de l'automne 1949, ont été particulièrement défavorables au jeu de notre accumulation. Pour être utilisé au mieux, le lac de la Gruyère n'a pas besoin de débits moyens extraordinaires, mais d'au moins trois périodes par an de fortes précipitations. Une seule période de fonte des neiges au printemps ne suffit pas pour assurer une production à peu près uniformément répartie sur toute l'année. Les conditions hydrologiques de l'automne sont par contre déterminantes.

#### Le barrage

(fig. 4, 5, 5 a, 6, 7 et 8)

L'idée maîtresse, dans la réalisation du barrage, a été de créer un monolithe de béton aussi homogène que possible et répondant au plus près aux hypothèses du calcul. Tout le corps du barrage a été exécuté avec le même béton, composé de sable et de graviers naturels roulés, dosé à 250 kg C.P./m<sup>3</sup> et d'un pourcentage d'eau minimum compatible avec une mise en place convenable. Les matériaux étaient triés en quatre catégories : 0-3 mm, 3-10 mm, 10-30 mm et 30-80 mm. On s'est limité à 80 mm parce que le ballast de la gravière ne présentait que très peu d'éléments dépassant cette dimension. De plus, en se bornant à ce calibre, il n'a pas été nécessaire de prévoir un béton spécial de parement avec une granulométrie plus fine, le béton de 80 mm à 250 kg s'étant révélé aux essais suffisamment étanche et résistant au gel. Le béton de clavage des joints a été le même que celui des blocs. Aucune adjonction n'a été faite de produits spéciaux d'étanchéité ou autres en vue de faciliter la mise en place du béton. La seule disposition spéciale a été un système de tubes d'injections pour assurer le collage du béton des joints avec celui des blocs. Ces injections ont été faites avec du lait de ciment et complétées, là où il y avait lieu, par du silicate ; les joints verticaux n'ont pas été munis à l'amont d'un dispositif d'étanchéité quelconque, car on a estimé que ces joints provisoires devaient être, après injection, aussi étanches que les joints de reprises horizontaux.

En fait, le béton s'est révélé, à la mise en eau, parfaitement étanche ; tant dans les galeries de visite que sur le parement aval, aucune tache d'humidité n'est apparue dans la masse même du béton. Le débit total des eaux que les drains amènent au puisard central du barrage est insignifiant ; il atteint 0,85 l/min lorsque le lac est à la cote 661 et 6,1 l/min lorsqu'il est plein à 677. Encore faut-il ajouter que la plus grande partie de cette eau provient du rocher et suinte des parois du puisard, dans les derniers vingt mètres en dessous de la cote de fondation (fig. 5). Les seuls défauts d'étanchéité constatés à la première mise en eau provenaient de quelques joints de reprise horizontaux. Ceux-ci avaient été traités de la façon suivante : lavage de la surface du



Fig. 4.  
Plan général du barrage de Rossens et des ouvrages annexes. Echelle 1 : 1500.

Document H. Gicot, ingénieur-conseil, Fribourg.

béton au jet d'eau mélangé d'air, avant que le béton n'ait complètement durci, nettoyage et arrosage de cette surface avant la reprise du bétonnage de la couche supérieure, mise en place d'une couche mince de mortier très gras avec le sable de 3 mm, puis mise en place du béton normal. Les surfaces de reprise, dans la plus grande partie du barrage, étaient horizontales, sans chicane, ni dispositif quelconque de drainage ou d'étanchéité. A la première mise en eau, des

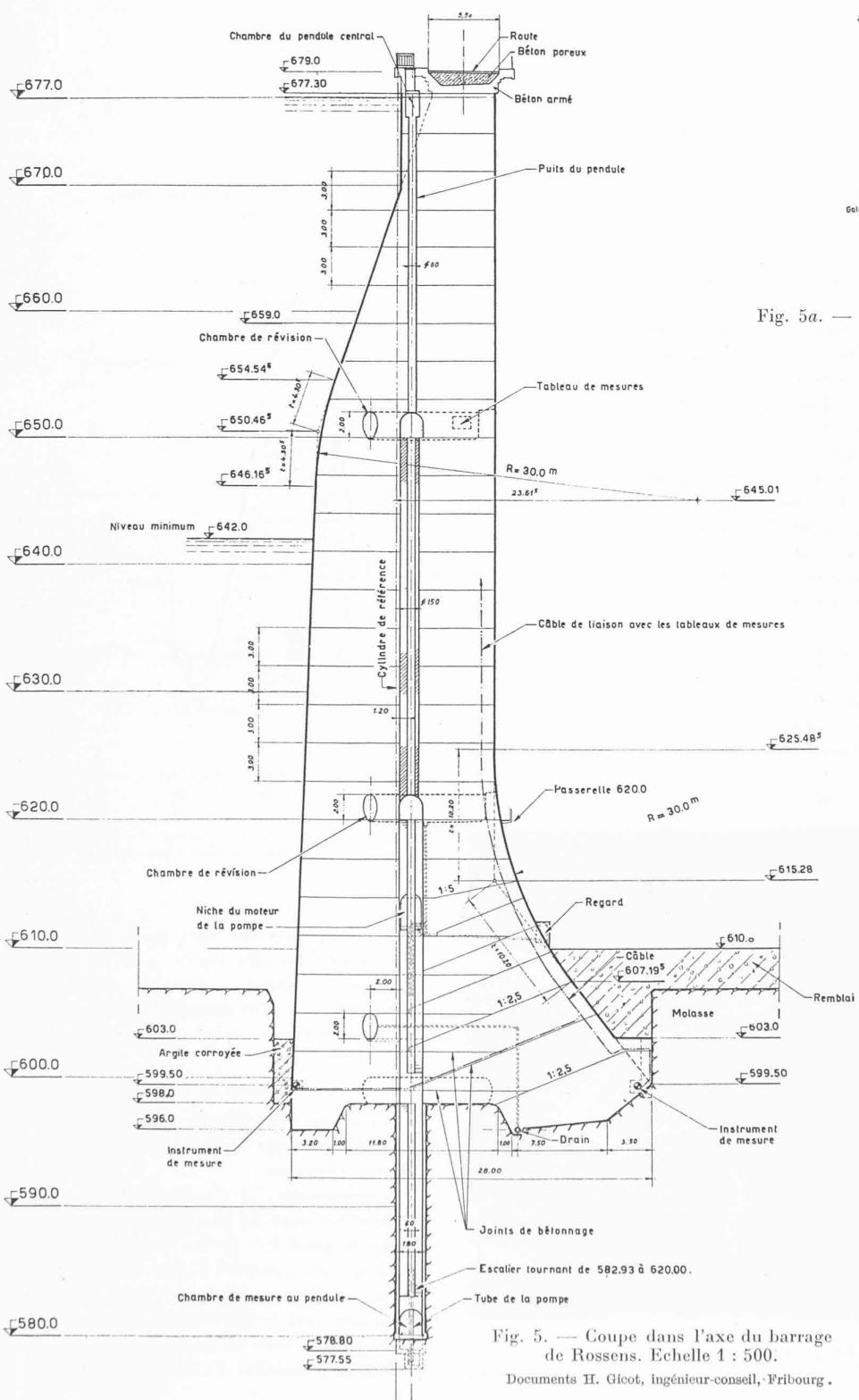


Fig. 5. — Coupe dans l'axe du barrage de Rossens. Echelle 1 : 500.

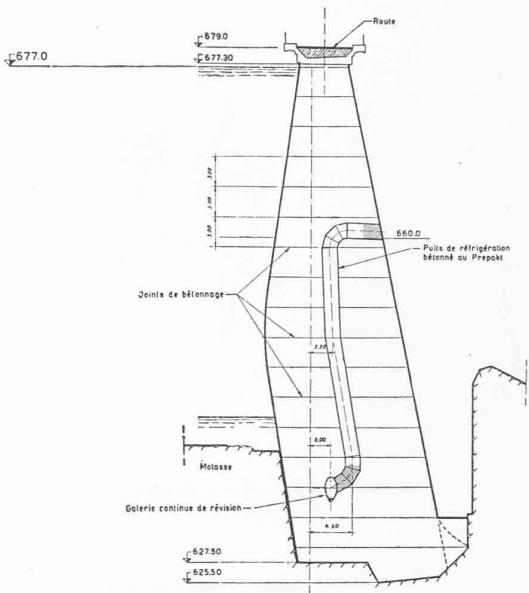


Fig. 5a. — Coupe latérale rive droite du barrage.  
Echelle 1 : 700.

taches d'humidité apparurent le long de quelques-unes de ces reprises. Elles ne présentaient aucun caractère de gravité, leur débit étant pratiquement nul. On a tenu toutefois à éliminer ce défaut d'apparence au cours du premier abaissement du lac et on y est parvenu, en grattant sur le parement amont les joints de reprise défectueux et en les recouvrant ensuite, sur une largeur de 20 cm environ, d'un enduit bitumineux de 2 mm d'épaisseur, mis à chaud. Quelques joints verticaux ont été traités de la même façon. A la seconde montée du lac, les taches d'humidité n'ont pas réapparu.

On peut donc conclure, qu'avec des matériaux roulés, il est possible de construire un barrage voûte homogène, sans recourir à aucun moyen artificiel pour en assurer l'étanchéité, à condition de vouer un soin tout particulier aux surfaces de reprise, tant verticales qu'horizontales.

Pendant ces deux premières années d'exploitation, on a continué à faire dans le barrage toutes les mesures de déformation par triangulation et par des pendules, ainsi que les relevés des températures et des tensions au moyen des instruments noyés dans le béton au moment de la construction. Ces mesures n'ont rien révélé d'anormal ; elles sont, pour l'instant, dans les mains de notre ingénieur-conseil, M. Gicot, qui est chargé de les comparer avec ses

(Le dispositif de serrage est dû à l'Entreprise du Barrage)

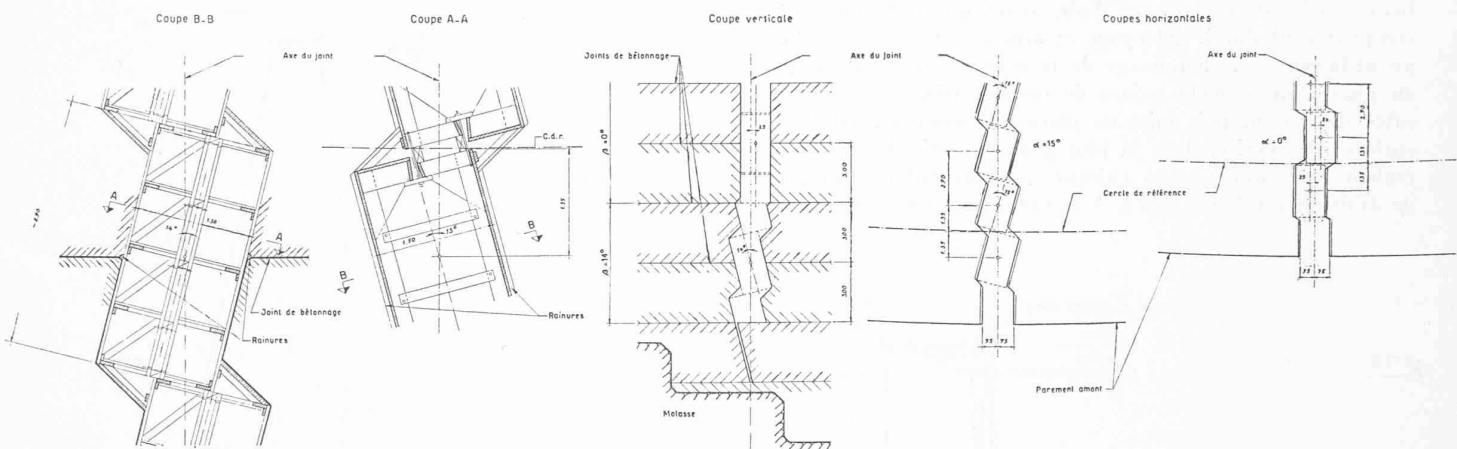


Fig. 6. — Détails des coffrages à caissons.  
Echelle 1 : 87,5.

calculs préliminaires. Nous pensons publier plus tard les résultats de ses comparaisons.

Toutefois, il peut être intéressant de relever dès maintenant que les mesures des sous-pressions faites au voisinage du parement amont au moyen de manomètres placés sur des trous perforés depuis la galerie de visite jusqu'à une profondeur de 5 m dans le rocher, en dessous des fondations, sont assez déconcertantes. Alors que certains manomètres sont constamment à zéro, il y en a trois ou quatre qui suivent presque la variation du plan d'eau. D'autres accusent des valeurs intermédiaires, sans qu'il soit possible d'observer une loi quelconque. Les sous-pressions sont donc locales ; à certains endroits, les forages ont traversé une surface de contact de deux bancs de mollasse qui, malgré les injections, est restée en liaison plus ou moins directe avec l'amont, tandis que d'autres forages n'ont traversé que des bancs parfaitement étanches naturellement ou étanchés par les injections.

Les drains de la fondation mis en aval et aboutissant dans la galerie de visite (fig. 5) sont tous, par contre, parfaitement secs, sauf un dont le débit est cependant très faible.

Fig. 7. — Disposition de joints provisoires.  
Echelle 1 : 350.

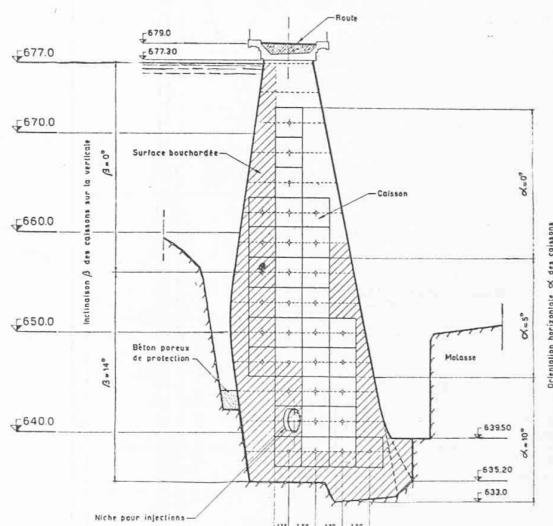


Fig. 8. — Coupe dans l'axe d'un joint.  
Echelle 1 : 700.

Chaque rectangle correspond à l'un des caissons du coffrage. L'orientation des caissons dépendait de la direction des contraintes principales.



Fig. 9. — Vue générale du barrage de Rossens, prise d'avion.

Photo: Ed. Schönbuhl, Berne.

On comprend dès lors qu'il soit bien difficile de fixer des règles pour les souspressions à admettre dans le calcul des barrages et je m'abstiendrai d'en tirer de l'expérience directe faite à Rossens.

## Les organes de vidange

Les organes de vidange du lac ont été dimensionnés pour répondre aux deux conditions suivantes :

Premièrement, il s'agissait de pouvoir évacuer les crues les plus grandes qui pourraient se produire, le lac étant plein. Ces crues ont été estimées à 800 m<sup>3</sup>/sec, bien qu'on n'en ait jamais constaté jusqu'ici dépassant 550 à 600 m<sup>3</sup>/sec.

En second lieu, on nous a demandé de prévoir la possibilité d'abaisser rapidement

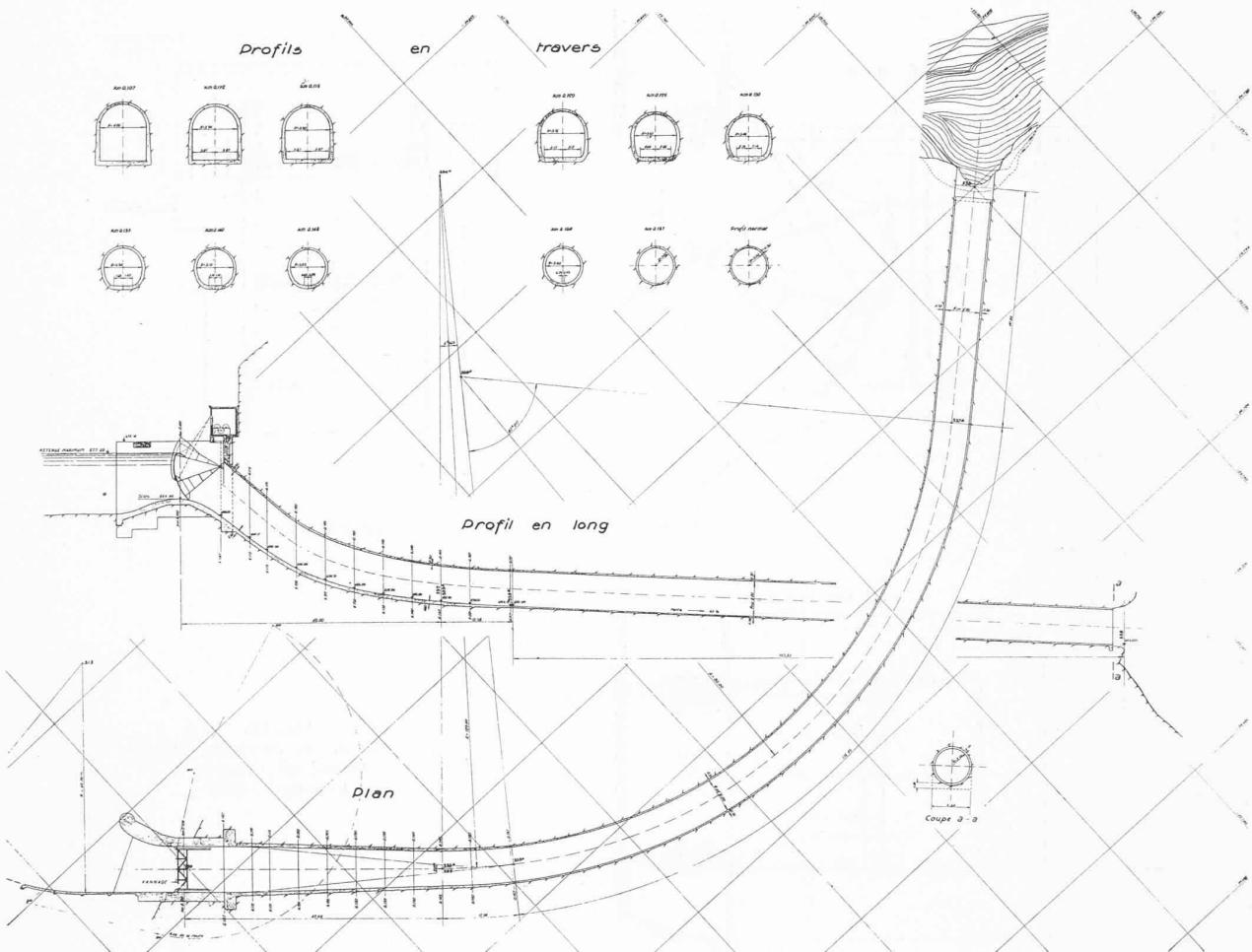


Fig. 10. — Evacuateur de crues de surface. Plans, profil en long, coupes-types. — Echelle 1 : 1200.

le plan d'eau en cas de nécessité, en particulier lors de danger militaire.

Pour répondre à la première condition, il eût été possible de faire passer le plus gros du débit par des évacuateurs de surface et de se contenter de vannes de fond relativement modestes. La seconde condition exigeait, par contre, des vannes de fond très importantes. La solution adoptée est mixte.

Sur la rive droite est disposé un *évacuateur de surface*, pouvant débiter  $355 \text{ m}^3/\text{sec}$  par une vanne secteur double. L'abaissement du vantail supérieur permet d'évacuer  $80 \text{ m}^3/\text{sec}$ ; c'est cet organe qu'on utilise en premier lieu (fig. 10, 11 et 12). La forme de l'entrée de cet évacuateur, celle du seuil et de la trombe de mise en vitesse, ont fait l'objet d'essais sur modèle réduit au Laboratoire de recherches hydrauliques de l'Ecole polytechnique fédérale, à Zurich. La vitesse dans le tunnel peut atteindre  $20 \text{ m/sec}$ . L'emplacement de la sortie a été choisi de telle façon que les affouillements inévitables qui, théoriquement pourraient atteindre  $12 \text{ m}$  de profondeur, se produisent assez loin du barrage pour être sans danger. Aucune protection spéciale n'a été prise contre ces affouillements, étant donné qu'il n'y a aucun organe délicat à la sortie du tunnel. Pour le béton de l'entrée et du tunnel, on a utilisé les mêmes graviers que pour le barrage, mais en limitant la granulation à  $30 \text{ mm}$  et en portant le dosage à  $300 \text{ kg}$  de ciment par  $\text{m}^3$ . Aucun enduit n'a été appliqué sur le béton, laissé brut de décoffrage; on a choisi, par contre, des coffrages rabotés, particulièrement soignés. Malheureuse-

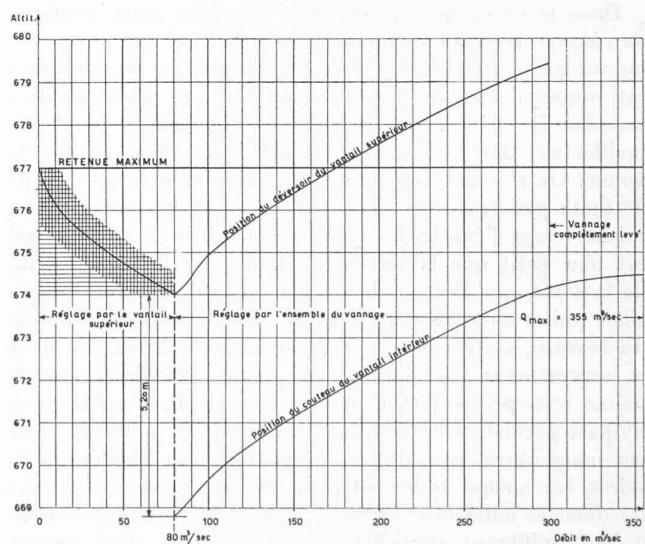


Fig. 11. — Débit de l'évacuateur en fonction de la position du vannage.

ment, il a fallu faire quelques ragréages de surfaces mal venues, en particulier au raccord du radier et des piédroits. Malgré ceux-ci, la surface du béton n'a subi aucun dommage, bien que le débit ait atteint  $250 \text{ m}^3/\text{sec}$  lors de la crue du 17 novembre 1950.

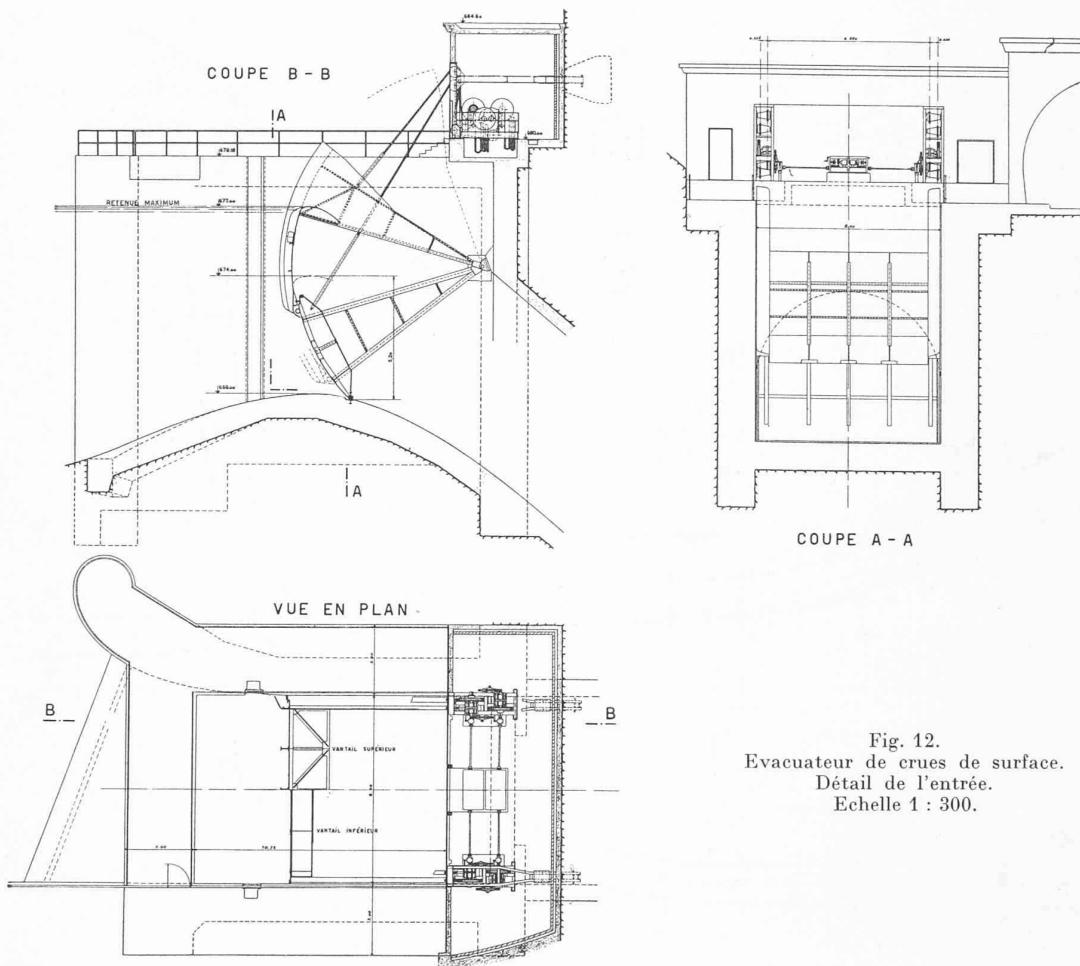


Fig. 12.  
Evacuateur de crues de surface.  
Détail de l'entrée.  
Echelle 1 : 300.

Dans le corps du barrage sont disposées deux *conduites de vidange* pouvant débiter chacune  $150 \text{ m}^3/\text{sec}$ , lorsque le lac est plein (fig. 13). L'entrée de chacune de ces conduites est munie de quatre fortes entretoises en tôles profilées remplies de béton, qui forment un quadrillage dont les mailles ont une section légèrement inférieure à celle de la vanne. On a voulu, par ce moyen, éviter que de gros corps flottants puissent se coincer dans la vanne et permettre en même temps l'évacuation par les conduites de tout ce qui est plus petit que la section de la vanne. Il paraît exclu, de la sorte, que l'entrée de ces conduites de grandes dimensions puisse s'obstruer à la longue. Immédiatement en aval du barrage, se trouve la vanne de garde de  $3,00/2,40$ , dont le servomoteur est dimensionné pour pouvoir ouvrir la vanne sous pression et la fermer sous débit. Toutefois, un by-pass permet, s'il y a lieu, d'équilibrer les pressions pour ces manœuvres. En fait, ces by-pass se sont révélés nécessaires, car lorsque le lac est plein, les frottements dépassent les données admises dans les calculs et la vanne ne s'ouvre qu'en équilibrant partiellement les pressions. Ceci prouve qu'il convient d'être très large dans les hypothèses de départ. En aval de la vanne de garde, une conduite de  $2,80 \text{ m}$  de diamètre conduit l'eau jusqu'à la vanne de réglage placée à quelque  $20 \text{ m}$  en aval du barrage, sur un massif entièrement indépendant. Cette disposition a été adoptée pour éviter que les vibrations éventuelles de ces vannes ne se répercutent sur le barrage et pour en éloigner les affouillements. Pour diminuer ceux-ci, le Laboratoire de recherches hydrauliques

de l'E. P. F. nous a proposé de placer en aval des vannes, des brise-jet dont l'efficacité s'est révélée excellente. Après avoir fonctionné pendant une partie de l'été 1948, puis à plusieurs reprises depuis lors et en particulier à pleine charge lors de la crue du 17 novembre 1950, ces vannes n'ont provoqué à l'aval que des affouillements de peu d'importance, ne revenant même pas jusqu'au pied des massifs et du mur qui les relie. Nous sommes persuadés qu'avec les dispositions prises, on pourrait sans risque, dans un cas analogue, supprimer la conduite reliant les deux vannes et placer celles-ci l'une derrière l'autre sur le pied même du barrage. L'étanchéité de ces vannes à glissières est parfaite et nous les avons utilisées fréquemment pour régler le niveau du lac.

Enfin, pour parfaire aux conditions citées en tête de ce chapitre, il a fallu aménager, en plus de l'évacuateur de surface et des deux vannes de fond, une *galerie de vidange* pouvant débiter  $275 \text{ m}^3/\text{sec}$ , ce qui porte le débit maximum possible de l'ensemble des organes de vidange à  $930 \text{ m}^3/\text{sec}$ , débit qui ne sera jamais atteint volontairement car il provoquerait déjà de grosses inondations en aval. Les dimensions admises permettent donc d'évacuer les plus grandes crues, même dans l'hypothèse que l'une des vannes serait en révision ou hors service, et de satisfaire aux conditions fixées pour l'abaissement du lac. Pour diminuer les frais de cette galerie de vidange et éviter une prise d'eau spéciale, celle-ci a été prise en dérivation de la galerie d'aménée à l'usine (fig. 14). Les vannes de la prise d'eau jouent donc le rôle de vannes de garde et de sécurité pour la galerie de

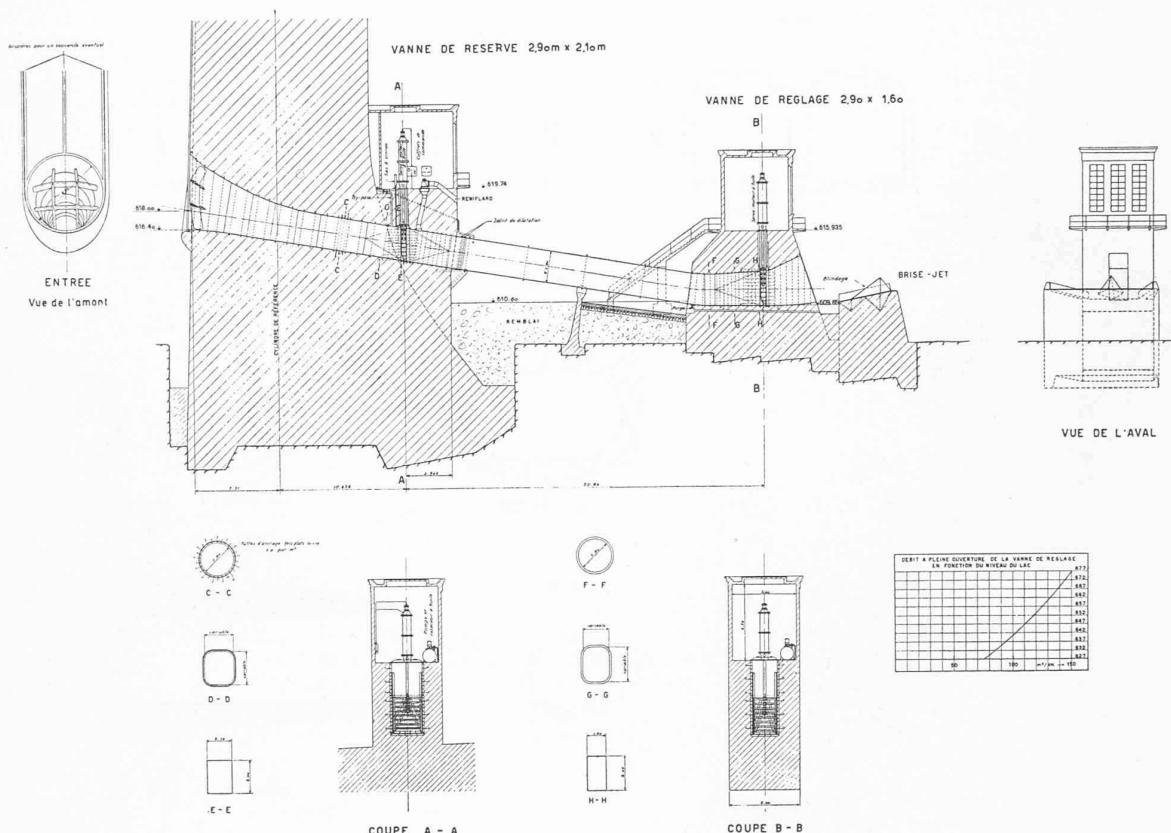


Fig. 13. — Conduites de vidange au travers du barrage. Echelle 1 : 600.

vidange. Le réglage de la vidange se fait, par contre, par une vanne secteur placée à l'extrémité aval de la galerie, comme il convient. Cette galerie est donc normalement sous pression, elle est blindée sur toute sa longueur car elle passe à proximité de la fondation du barrage. De plus, la vitesse de l'eau peut y atteindre 27 m/sec. Les pertes de charge résultant des gros débits qui peuvent passer dans la prise d'eau par suite de l'ouverture de cette vanne de réglage, sont sans influence sur le rendement de l'usine, car cette galerie n'est appelée à fonctionner que dans des cas tout à fait exceptionnels. Ici, comme à la sortie de l'évacuateur de surface, il faut s'attendre à de gros affouillements, qui ont du reste déjà atteint la profondeur d'environ 7 m pendant la période du premier remplissage du lac, en 1948, où l'on a utilisé pendant plusieurs mois cette vanne pour régler la montée du lac. Pour éloigner ces affouillements du support de la vanne, le chenal a été prolongé en porte-à-faux (fig. 15). De plus, le pilier supportant cette vanne a été fondé à 10 m dans le rocher. Jusqu'à maintenant, les affouillements sont restés distants du pilier dont la sécurité des 10 m de fondation reste entière.

Tous les organes de commande des vannes de vidange sont à manœuvres très lentes pour éviter de trop brusques variations de débit à l'aval, et pour diminuer les efforts hydrauliques et le coût.

Dans la nuit du 16 au 17 novembre 1950, pour la première fois depuis la mise en service des ouvrages, une crue rapide a nécessité l'ouverture en quelques heures de la vanne de l'évacuateur à environ 250 m<sup>3</sup>/sec et celle des deux vannes de fond à plein, soit au total environ 550 m<sup>3</sup>/sec. La figure 17 est une photographie prise ce jour-là. Les dispositions adoptées nous ont donné entière satisfaction.

#### Galerie d'aménée

La prise d'eau de la galerie d'aménée (fig. 14) est placée suffisamment au-dessus du fond de la vallée pour qu'elle ne coure aucun risque d'ensablement. La grille est disposée de telle façon qu'il soit possible, si nécessaire, d'aménager ultérieurement un dégrilleur, sans arrêter l'exploitation de l'usine. On y a renoncé pour l'instant, au vu des expériences faites à Montsalvens, où le dégrilleur installé n'a jamais été utilisé depuis près de trente ans qu'existe l'usine de Broc. De plus, à Rossens, la surface de la grille, fixée à 150 m<sup>2</sup> pour le débit exceptionnel de 275 m<sup>3</sup>/sec de la galerie de vidange, est surabondante en exploitation normale, où le débit ne dépasse pas 75 m<sup>3</sup>/sec. La vitesse y est donc de 50 cm/sec et les pertes de charge sont insignifiantes.

A 80 m en aval, se trouve le puits des vannes, entièrement noyé (fig. 16). Malgré les grandes dimensions des vannes (500/3,50), on a renoncé à la formule habituelle de diviser la conduite en deux, solution qui augmente le coût du génie civil sans augmenter la sécurité d'exploitation. La vanne de garde en tête a son étanchéité en amont ; comme elle ne peut pas s'ouvrir sous la pression totale du lac, ni se fermer sous débit, elle est munie d'une petite vanne secteur qui sert de by-pass pour le remplissage de la conduite et l'équilibrage des pressions. Cette vanne secteur est manœuvrée par le même treuil et le même câble qui lèvent ensuite la grande vanne, lorsque les pressions sont équilibrées. Cette vanne de garde se trouve, en exploitation normale, dans le bâtiment au-dessus du plan d'eau. Sur la face aval du puits, se trouve la vanne de sécurité avec son dispositif d'étanchéité à l'aval. Celle-ci est suspendue à une tringlerie composée de huit éléments de 5 m de hauteur, démontables dans le cas où il

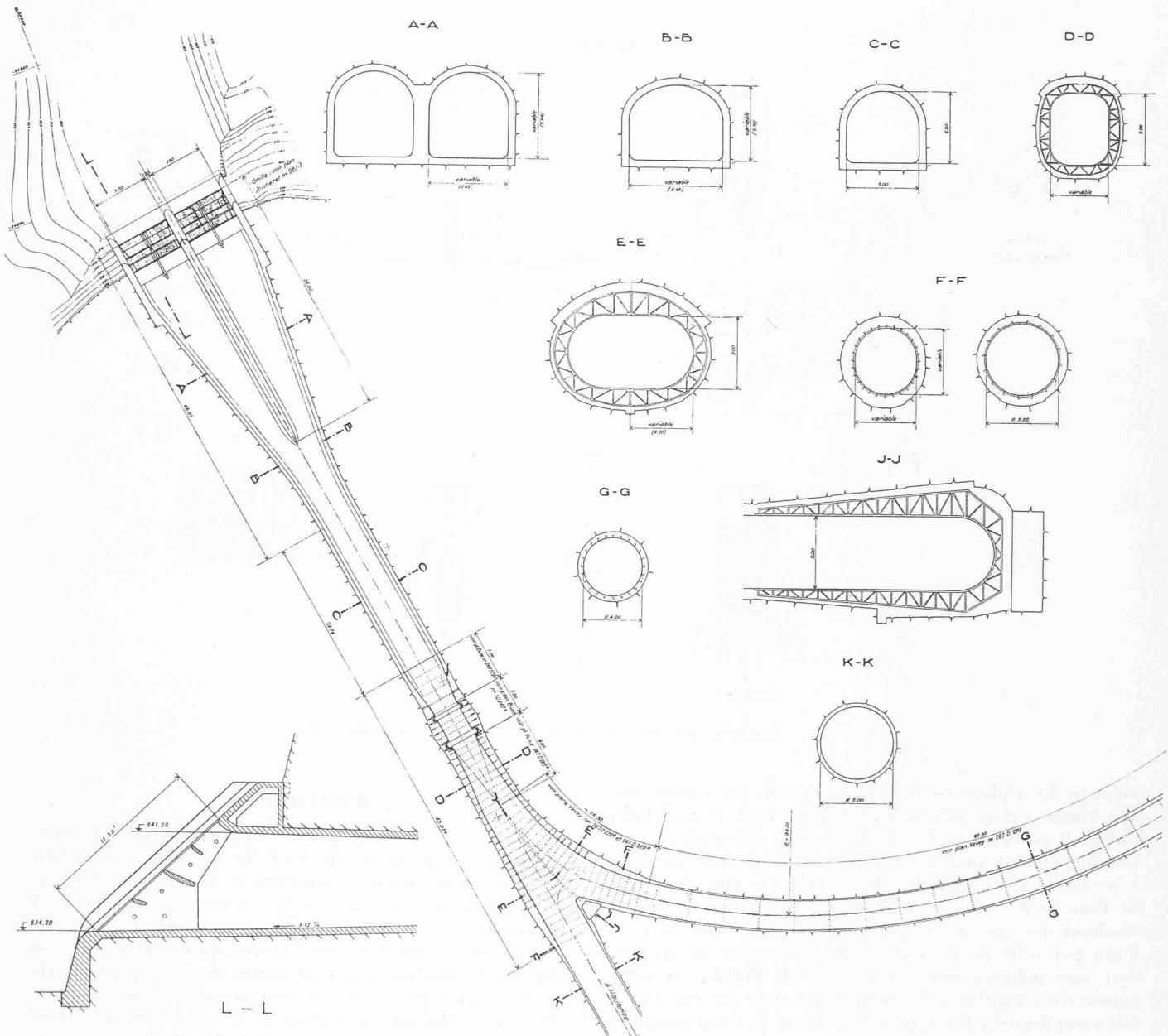


Fig. 14. — Plan et coupes de la prise d'eau et de la galerie de vidange. Echelle 1 : 800 et 1 : 400.

faudrait ramener la vanne pour révision dans le bâtiment supérieur. En exploitation normale, la vanne reste suspendue juste au-dessus de l'ouverture du tunnel, prête à fermer la conduite sous plein débit en 30 secondes. La commande est un servomoteur à huile, freinant la descente de la vanne. Le déclenchement se commande soit automatiquement, en cas de survitesse dans la conduite, soit par bouton depuis le bâtiment des vannes, ou depuis la centrale d'Hauterive. Pourachever la fermeture sous débit, un réservoir à air comprimé permet d'exercer une pression sur la partie supérieure du servomoteur.

La nécessité de cette vanne de sécurité est discutable, du moment qu'elle ne protège qu'un tunnel à la sortie duquel sont placées, à Hauterive, les deux vannes papillon de sécurité de la centrale (fig. 19). Etant donné les 180 millions de m<sup>3</sup> d'eau du lac de la Gruyère, nous nous sommes décidés à

l'installer, pour pouvoir tout de même fermer la prise d'eau en cas d'avarie, soit à la vanne de la galerie de vidange, soit aux deux vannes papillon d'Hauterive.

Le profil en long de la galerie d'aménée (fig. 3) a été conditionné dans la partie amont par l'obligation de passer à Rossens et à la fenêtre du milieu, au-dessus du tunnel de l'ancienne installation qui est restée en service jusqu'en avril 1948. C'est la raison pour laquelle on a dû adopter la pente de 0,6 %, nettement trop faible pour l'exécution, mais sans inconvénient pour l'exploitation.

De la fenêtre de Prassasson, la galerie descend avec une pente uniforme de 1,8 % jusqu'à l'usine. Cette solution a été dictée avant tout par le profil naturel du terrain. En effet, en amont de la chambre d'équilibre, la configuration du terrain présente une dépression comblant un ancien lit de rivière ; à cet endroit, des sondages ont fait découvrir la

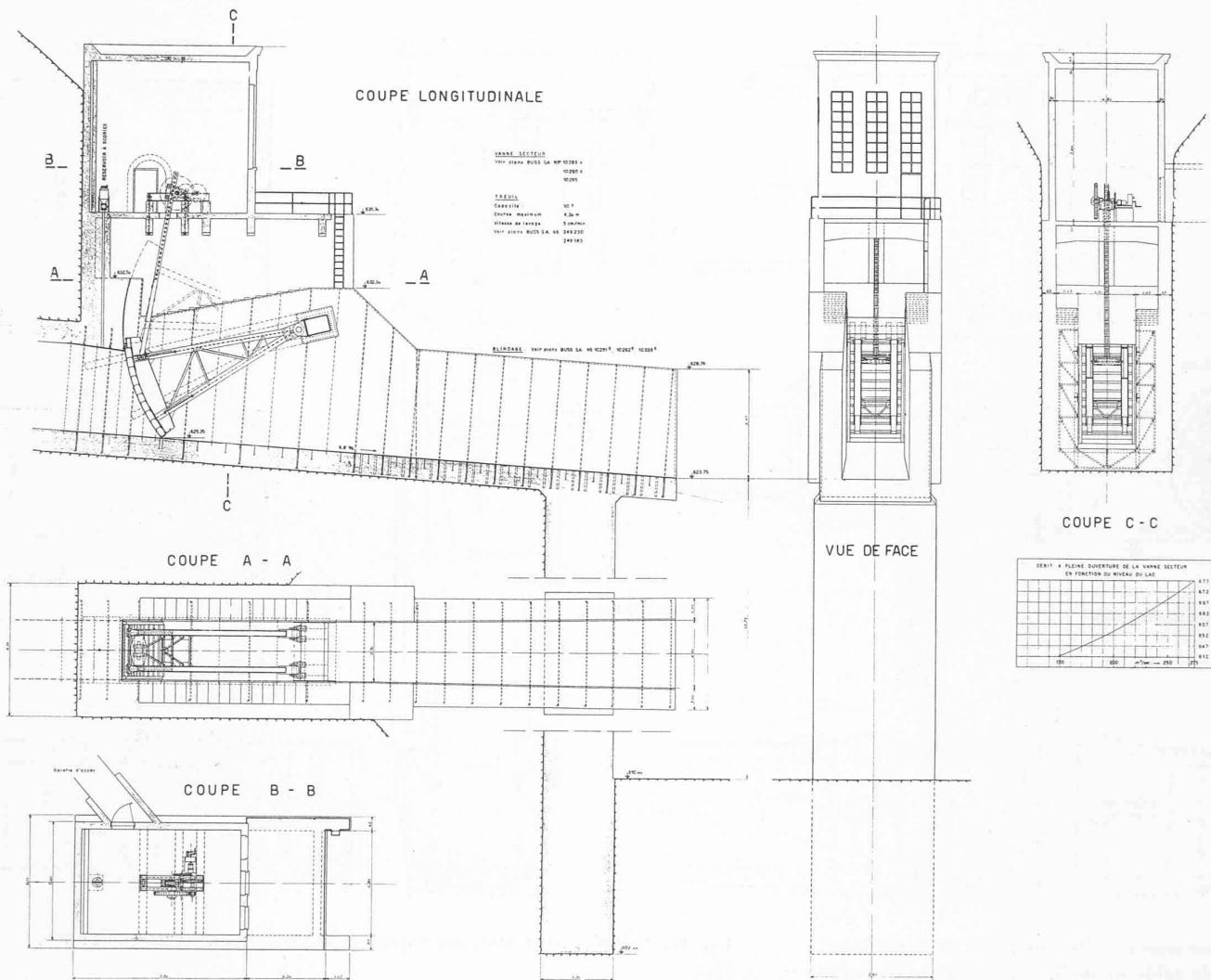


Fig. 15. — Plan et coupes de la vanne de la galerie de vidange. — Echelle 1 : 300.

surface du rocher entre les cotes 648 et 650. Si la galerie d'aménée avait été maintenue à la cote 630 environ, suivant le projet initial, elle se serait trouvée, sur une certaine longueur, dans la partie supérieure de la mollasse toujours délitée, avec un recouvrement de 15 à 20 m, nettement insuffisant pour une pression intérieure de l'ordre de 50 m. Les essais faits en 1944, sur un tronçon de galerie, nous avaient en outre prouvé qu'il était moins risqué de placer la galerie dans la profondeur de la mollasse saine et étanche, avec une pression intérieure de l'ordre de 100 m, que de la laisser dans les bancs délités de la surface, avec une pression moindre. Etant donné l'élasticité de la mollasse, nous savions, par contre, que le revêtement de béton devait se fissurer sous d'aussi grandes pressions ; c'est la raison pour laquelle on a poussé très loin et systématiquement les injections de ciment destinées, non seulement à remplir les vides entre le rocher et le revêtement, mais encore à pénétrer dans les fissures mêmes de la mollasse.

Il nous a été impossible de mesurer pratiquement les pertes de l'ensemble de la galerie d'aménée ; elles sont certainement très faibles et sans importance, par rapport au débit utilisé.

En avril 1950, après deux ans d'exploitation, nous avons

procédé à une vidange et à une visite complète de la galerie avant de procéder à la réception définitive et il est intéressant de relever les constatations que nous avons faites.

Le revêtement est recouvert, sur presque toute sa surface, d'un dépôt noirâtre visqueux, à base d'algues provenant du lac, qui doit déterminer le coefficient de rugosité de la galerie, de sorte que l'on peut se féliciter de n'avoir pas revêtu le tunnel d'un enduit lissé, qui eût été apparemment inutile. Les venues d'eau dans la galerie, immédiatement après la vidange, n'étaient en tous cas pas supérieures à ce qu'elles étaient à la veille de la mise en eau. On en peut conclure qu'il ne s'est pas formé, pendant l'exploitation, de réserve d'eau dans la masse du rocher. Dans la partie aval, où le recouvrement du rocher n'atteint pas la hauteur du lac, on a constaté quelques petites fissures formant des ellipses parallèles aux plans de clivage du rocher. Dans cette partie, il est probable que pendant l'exploitation, il se crée un très faible mouvement d'eau depuis le tunnel dans la roche qui s'imprègne petit à petit. Dans la partie amont, par contre, où le recouvrement dépasse la cote du lac et où l'on avait constaté, pendant la construction, quelques venues d'eau que l'on avait eu de la peine à colmater par des injections, on a relevé la présence d'assez gros champignons, formés

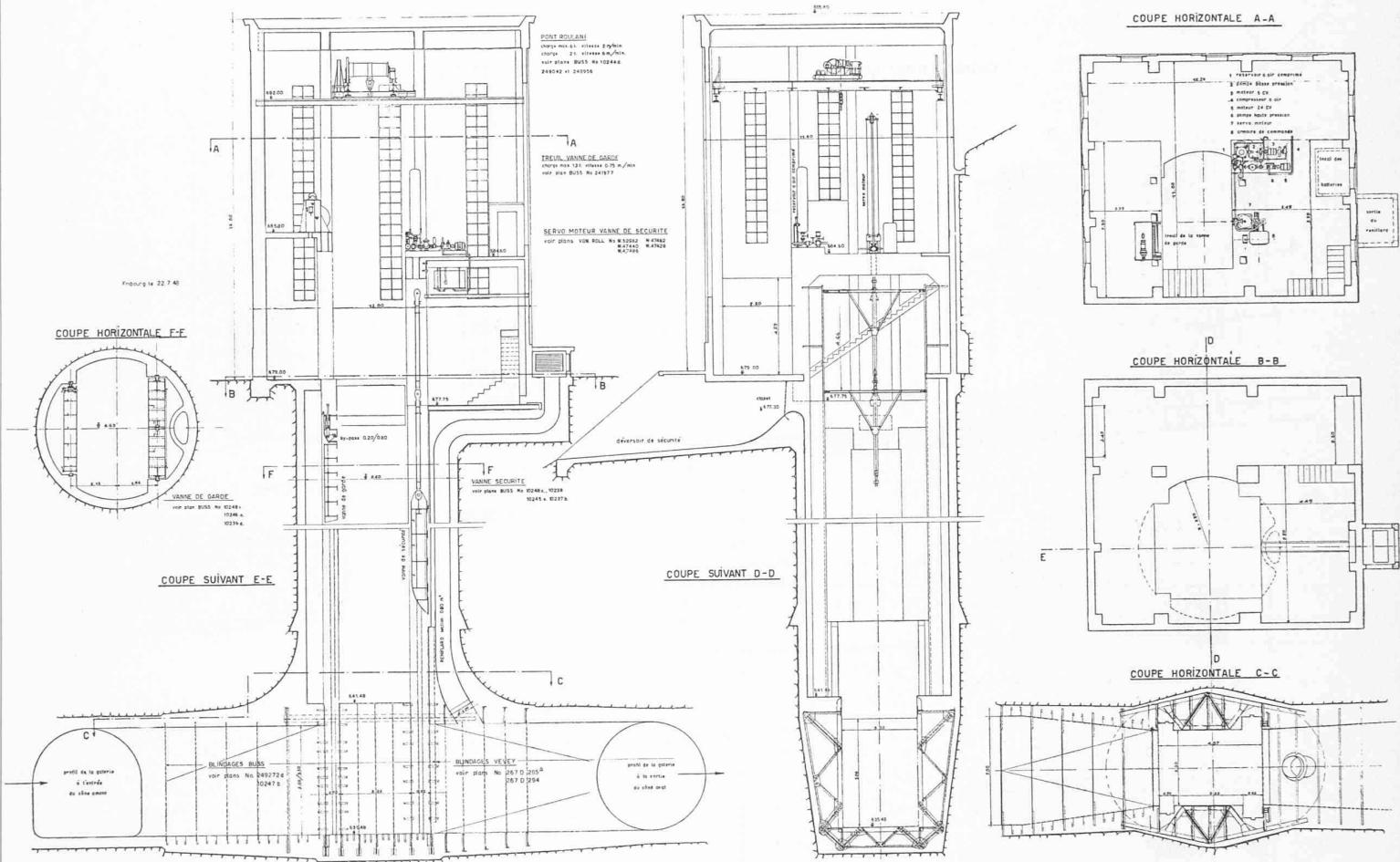


Fig. 16. — Bâtiment et puits des vannes de la prise d'eau. — Echelle 1 : 300.

d'une masse molle, composée de carbonates et de sable de mollasse, provenant de toute évidence du rocher lui-même. En effet, lorsqu'on grattait ces protubérances, on constatait en dessous une petite venue d'eau, parfois sous pression. Ceci prouve que pendant l'exploitation, le mouvement continue à se faire dans le sens rocher-tunnel et que la pression extérieure doit y être supérieure à la pression intérieure. Il ne peut donc y avoir de perte d'eau dans cette partie de la galerie. A la prochaine visite, il faudra probablement qu'une équipe d'ouvriers enlève ces champignons car, à la longue, s'ils devaient se multiplier et grandir, ils pourraient avoir une influence sur le coefficient de frottement.

Tout le revêtement de béton, comme les blindages métalliques de la galerie de vidange à Rossens et des branchements d'Hauterive se sont très bien comportés et aucune retouche n'a dû être faite, lors de cette visite.

Il en a été de même pour la chambre d'équilibre, que l'on a surveillée pendant toute la vidange et où l'on n'a constaté qu'un seul petit retour d'eau sur toute l'immense surface de ce revêtement.

Il me paraît intéressant, pour les constructeurs de galeries sous pression, de

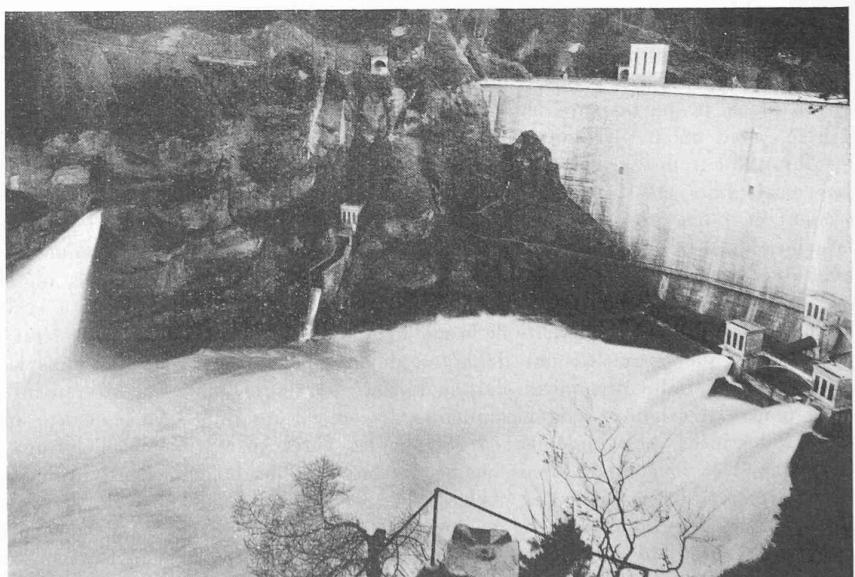
Fig. 17. — Evacuation d'une crue d'environ 550 m<sup>3</sup>/sec.

Photo Mülhauser, Fribourg, ainsi que les vues des figures 20, 22 et 24.

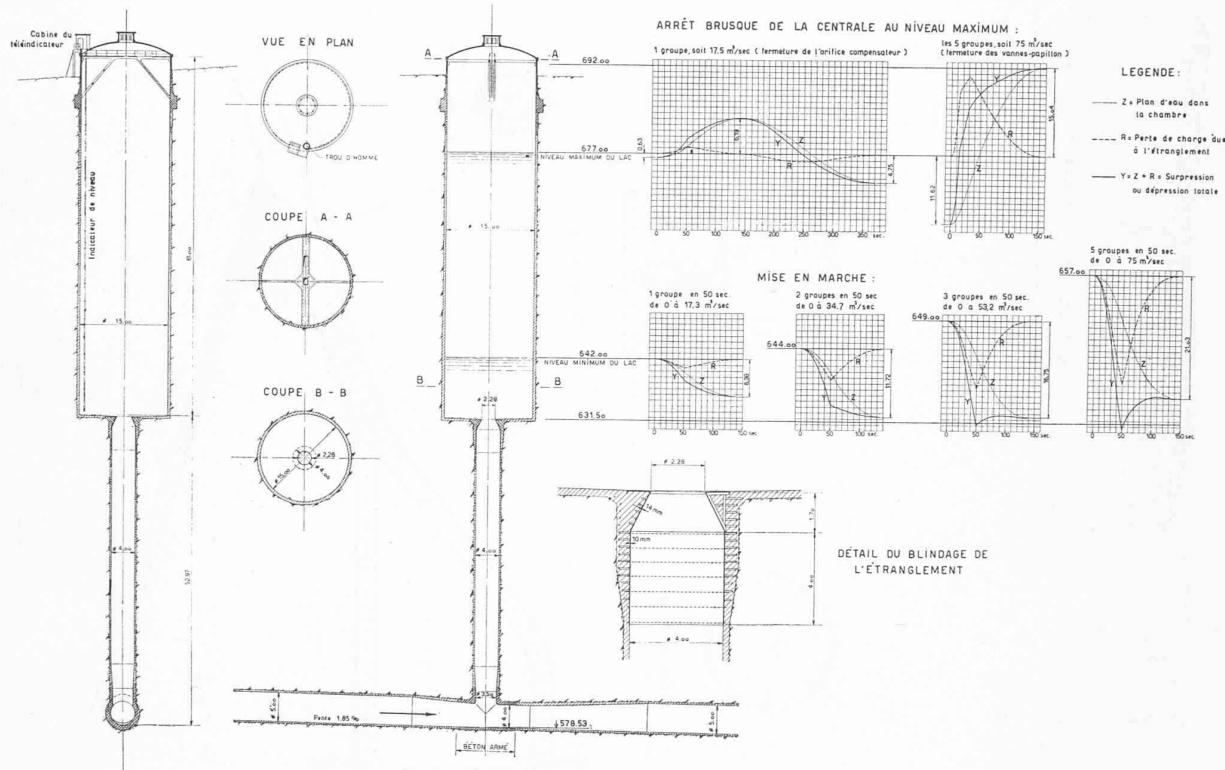


Fig. 18. — Coupes et détails de la chambre d'équilibre. Diagrammes-types d'oscillations.

conclure qu'il est possible de construire, dans un rocher aussi déformable que la mollasse, une galerie de 5 m de diamètre sous 100 m de pression, avec un simple revêtement de béton de 25 cm d'épaisseur, renforcé par des injections de ciment assurant sa parfaite liaison avec le rocher et colmatant, là où il y a lieu, les fissures de ce dernier.

#### Chambre d'équilibre

(fig. 18)

La chambre d'équilibre est du type à étranglement, sans chambre d'expansion supérieure, ni inférieure, avec un raccord vertical à la galerie d'aménée. Les pertes de charge, dans l'étranglement, comme celles du raccord inférieur, ont été déterminées par des essais sur modèle réduit, au Laboratoire d'hydraulique de l'Ecole polytechnique de Lausanne. Étant donné l'extrême sensibilité de la forme et du diamètre de l'étranglement, on a jugé utile de pouvoir contrôler l'exactitude de ces essais et des hypothèses de calcul, en installant dans la chambre d'équilibre un limnigraphie enregistreur. À cause de la rapidité des oscillations et de leur amplitude, les impulsions de l'enregistreur n'ont lieu que tous les 25 cm. Pour de faibles variations de plan d'eau, l'exactitude est donc insuffisante. Par contre, pour les plus gros débits et pour des variations de charge importantes, les données sont suffisamment exactes. Les essais effectués coïncident extraordinairement bien avec les calculs, tant en ce qui concerne la période des oscillations, ce qui va de soi, que leur amplitude. À la montée, où l'on avait adopté pour la galerie un coefficient de Strickler  $K = 80$ , les courbes réelles recouvrent presque exactement les courbes calculées. À la descente, en revanche, où l'on avait adopté un coefficient  $K = 75$ , l'amplitude réelle est un peu moins forte que celle calculée. Des mesures faites pour contrôler le coefficient de rugosité ont toutes donné, pour des débits dépassant 45 m<sup>3</sup>/sec, des résultats compris entre 74 et 81, la valeur de  $K$  ayant tendance à augmenter lorsque le débit diminue.

#### Conduites forcées

(fig. 19)

La galerie de 5 m de diamètre se sépare en deux branchements de 2,90 m, à 60 m de la sortie du rocher. Ces deux branchements sont entièrement blindés, ainsi que la pièce de bifurcation, en amont. La longueur des blindages a été réduite au minimum qui nous a paru compatible avec la hauteur de recouvrement du rocher et la distance, à la falaise d'où sortent les conduites. L'épaisseur des tôles, qui atteint 22 mm à l'extérieur, diminue très rapidement jusqu'à 9 mm vers l'intérieur ; le tonnage des blindages en est ainsi fortement réduit et l'on a réalisé le maximum d'économie par la solution adoptée. La galerie d'accès, qui rejoint la galerie



Fig. 20. — Conduites forcées.

Au centre : conduites désaffectées de l'ancienne usine.

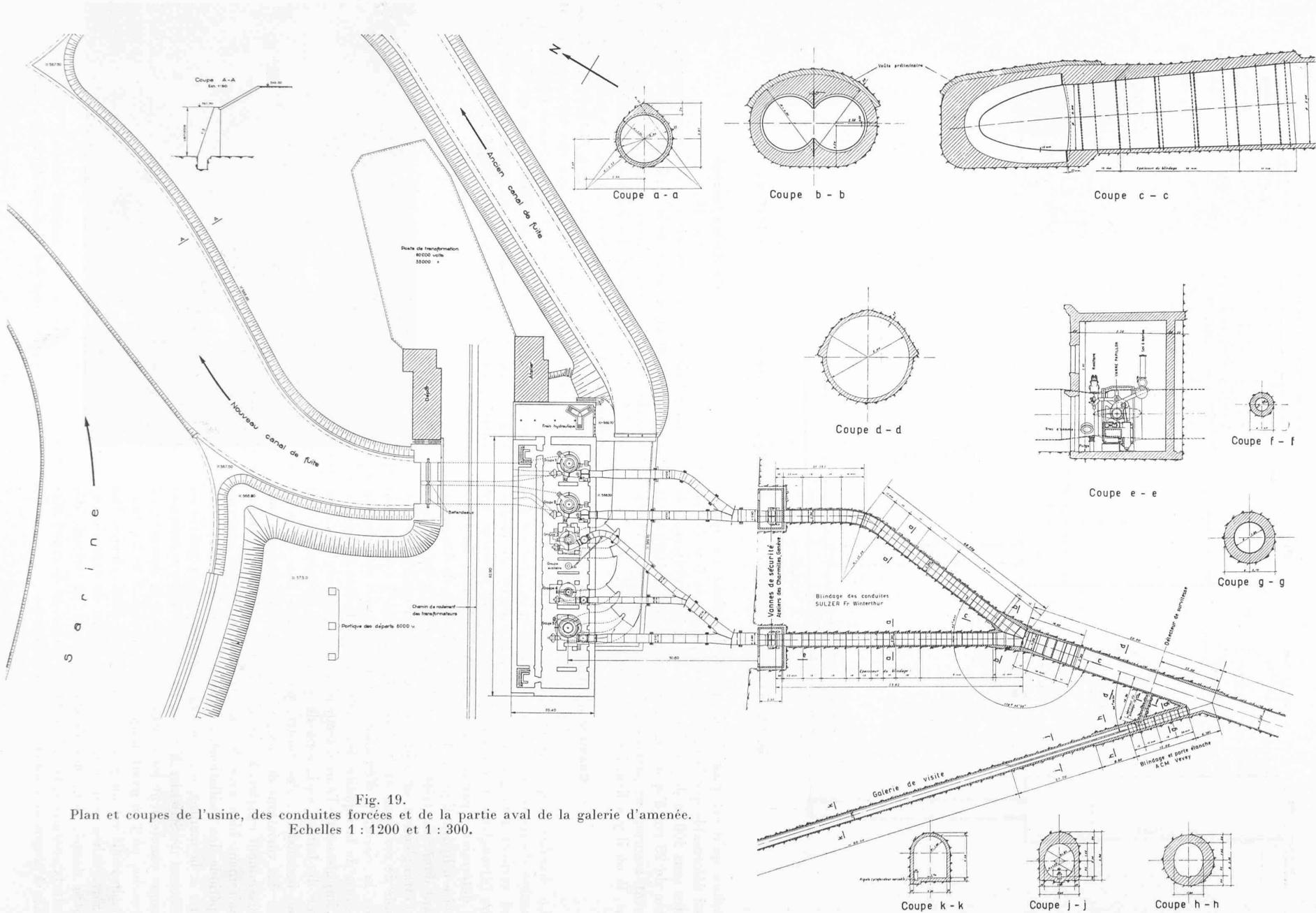
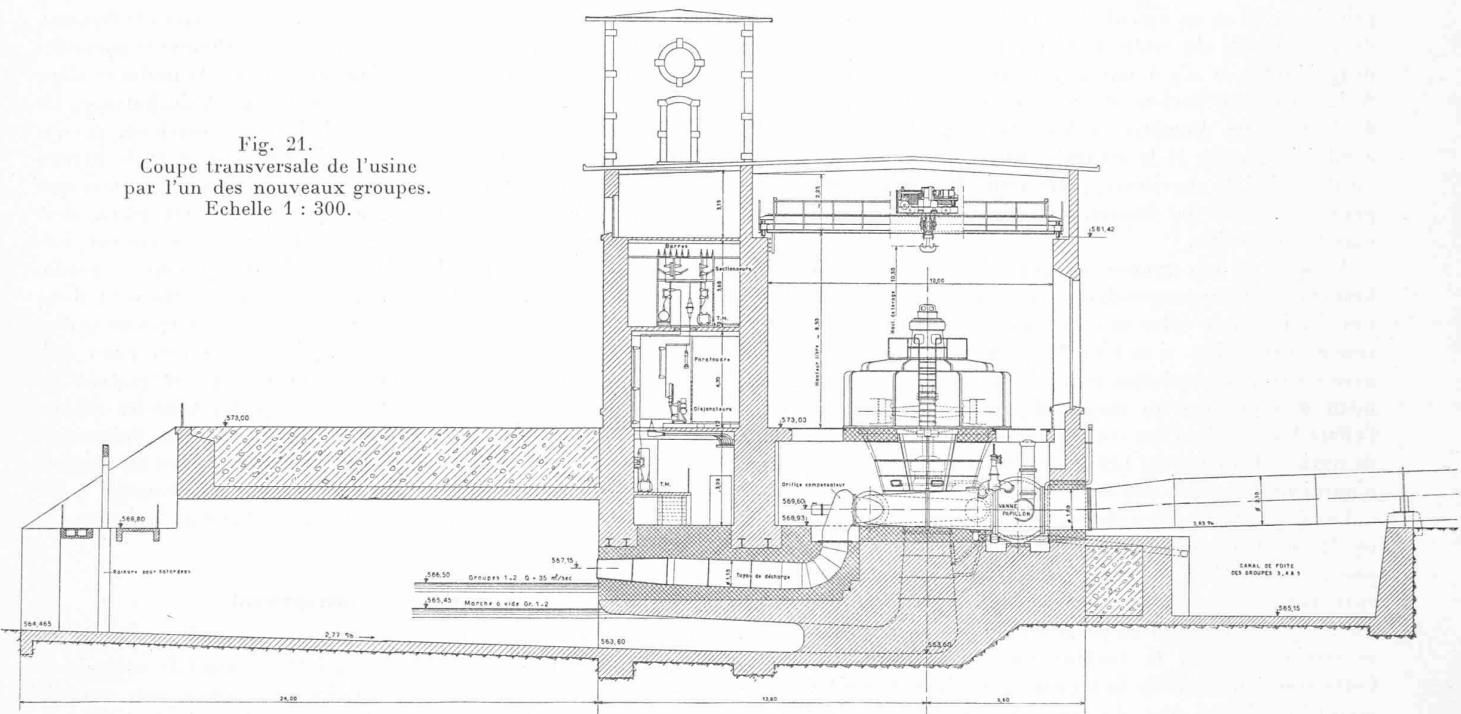


Fig. 21.  
Coupe transversale de l'usine  
par l'un des nouveaux groupes.  
Echelle 1 : 300.



PONT-ROULANT

A. C. M. Vevey

Force 40 T. Portée . . . . .	12,34 m
Hauteur de levage . . . . .	10,50 m
Vitesse de levage, de 0 à 40 T. . . . .	1 m/min
» » » de 0 à 6 T. . . . .	8 m/min
Vitesse de translation chariot . . . . .	12 m/min
» » » pont . . . . .	20 m/min

## GROUPES 1 ET 2

## ALTERNATEUR

Brown Boveri & Cie

Puissance utile apparente . . . . .	20 000 KWA
» » réelle pour $\cos \phi = 0,8$ :	16 000 KW
Tension normale aux bornes . . . . .	8500 ou 17 000 V
Fréquence . . . . .	50 per/sec
Vitesse normale . . . . .	300 t/min
Vitesse d'emballage . . . . .	570 t/min
PD <sup>2</sup> . . . . .	500 m <sup>2</sup>

## TURBINE

*Ateliers des Charmilles, Genève*

Chute nette :  
 max. 107,50 m, Débit limité à 18,75 m<sup>3</sup>/sec, Puiss. 23 750 CV  
 92 m, " " 18,75 m<sup>3</sup>/sec, " 20 000 CV  
 min. 70 m, " " 17,05 m<sup>3</sup>/sec, " 13 600 CV

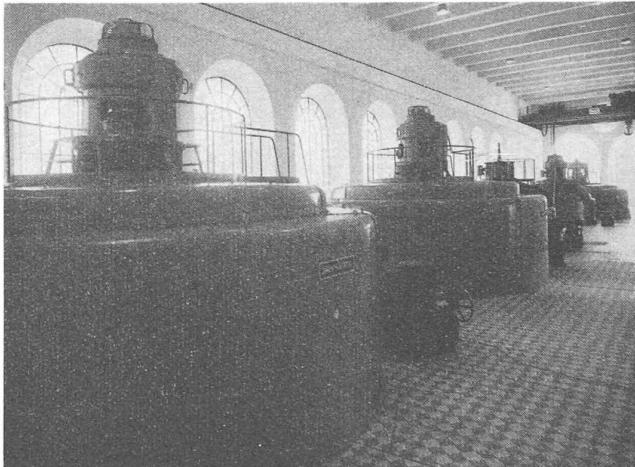


Fig. 22. — Vue intérieure de l'usine.

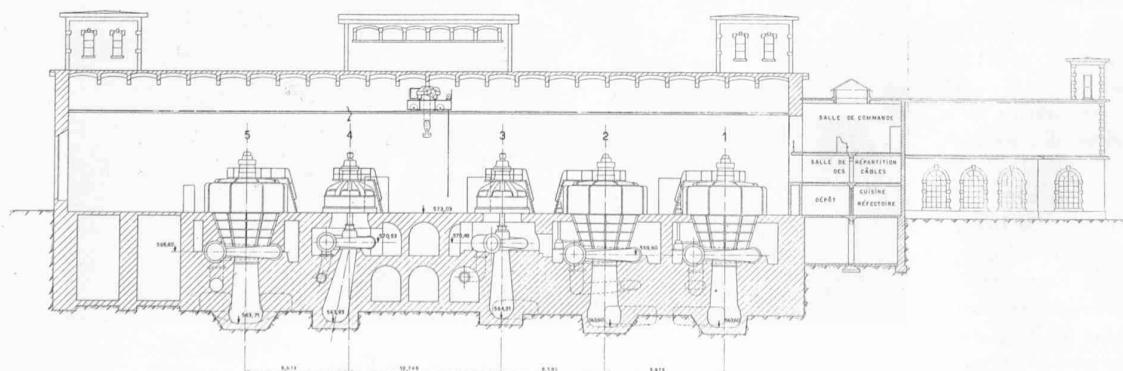


Fig. 23.  
Coupe longitudinale  
de l'usine.  
Echelle 1 : 600.

principale 36 m en amont des blindages, permet un contrôle de l'étanchéité de cette dernière. Les venues d'eau y sont insignifiantes et n'ont pas augmenté depuis la mise en eau. A la sortie du rocher, deux vannes-papillon automatiques de 2,90 m de diamètre, à fermeture rapide, protègent les conduites forcées et la centrale. Elles sont commandées par un dispositif de survitesse, placé immédiatement en aval des papillons ou par un bouton-poussoir depuis la salle de commande de l'usine.

A l'aval de ces vannes, les conduites se divisent en cinq branchements, correspondant aux cinq groupes de la centrale. Ces conduites en tôles soudées électriquement ne présentent rien de particulier, si ce n'est les grandes pièces de dérivation avec les collarlettes Sulzer et un dispositif spécial de raccordement aux groupes au moyen de ressorts qui transmettent l'effort longitudinal des conduites, mais non pas les moments de flexion. En effet, les brides des vannes des anciens groupes n'auraient pas été à même de supporter ces moments.

Les deux nouveaux groupes 1) et 2) de la centrale (fig. 21 et 22) se distinguent de l'ancienne machine 5) uniquement par le fait qu'on a supprimé la construction de béton entre la turbine et l'alternateur. Le poids de ce dernier, ainsi qu'une partie de celui du plancher de la salle des machines, se transmettent à la turbine par le cuvelage en fonte. Cette solution simplifie le montage, diminue le coût de l'ensemble et donne plus d'espace autour de la turbine pour l'exploitation. Les deux nouveaux groupes ont leur canal de fuite à l'aval, car l'ancien canal de fuite, sorti en amont, était insuffisant pour le débit total de  $75 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Le raccordement de ce nouveau canal de fuite à la Sarine a fait l'objet d'importants travaux de correction et de dragage de la rivière, qui ont permis, en outre, d'abaisser d'environ 1 m le plan d'eau aval (fig. 24).

#### Les fuites du lac

Au moment de la mise en eau du lac, la presse a largement fait état de fuites et de pertes du lac de la Gruyère. Nous profitons de l'occasion qui nous est offerte pour préciser ce qu'il en est. Quelques semaines après le premier remplissage du lac, en automne 1948, nous étions informés que de nouvelles sources apparaissaient au-dessus de la falaise de la Sarine, près de Corpataux, à environ 3 km en aval du barrage. Les renseignements les plus contradictoires ayant été recueillis sur le débit de ces sources, avant la création du lac, nous avons jugé utile de jauger leur débit et nous avons installé, dans ce but, deux déversoirs sur la Sarine, en amont et en aval de la zone en question. Les mesures que nous y avons faites régulièrement, tant que le lac ne déverse pas à Rossens, montrent que le débit de ces sources dépend des précipitations, mais aussi du niveau du lac, avec un décalage d'environ dix semaines. Les débits totaux de ces sources, depuis la mise en eau jusqu'en septembre 1950, oscillent entre 30 et 130 l/sec. Elles proviennent d'une nappe phréatique, s'étendant dans la région de Corpataux, Rossens, Farvagny ; cette nappe souterraine était, jusqu'à la création du lac, alimentée uniquement par les pluies et son

débit variait certainement avec les saisons. Depuis la création du lac, il est probable que cette nappe est alimentée partiellement par ce dernier dont le niveau dépasse la mollasse dans le vallon du Bry, à quelque 2 km en amont du barrage. Le niveau de la nappe en est probablement surélevé, ce qui explique la relation entre le débit des sources et le niveau du lac. On peut toutefois conclure, des mesures faites, que le débit provenant du lac, lorsque celui-ci est plein, doit être inférieur à 100 l/sec. Dès que le niveau du lac est descendu d'une dizaine de mètres, le débit des sources tombe à son minimum, si le temps est sec. Ces pertes sont donc sans grande importance, par rapport au débit moyen utilisé de 30 à 35  $\text{m}^3/\text{sec}$ . Elles correspondent, à peu près, aux pertes admises pour les vannes du barrage et restent en dessous des valeurs admises pour les pertes dans les calculs de la production de l'usine. De plus, elles ne présentent aucun danger pour les ouvrages. Les Entreprises électriques fribourgeoises n'ont donc pas l'intention de chercher à les éliminer, ce qui serait du reste fort difficile et coûteux.

#### Coût de l'aménagement

Le devis présenté dans le message au Grand Conseil du canton de Fribourg, en décembre 1943, fixait le coût de la nouvelle installation à 58,8 millions de francs, non compris la valeur des installations existantes, qui seraient réutilisées. En fait, dans cette session déjà du Grand Conseil, il fut admis que le coût d'achat des terrains avait été sous-estimé, et les crédits furent votés pour 60 millions de francs.

Le coût total des ouvrages s'élève, dans les comptes au 31 décembre 1950, aux chiffres ci-dessous :	
Charges financières et intérêts intercalaires	Fr. 4 654 947
Etudes, direction des travaux et frais généraux des E. E. F., imputés directement à Rossens. . . . .	» 1 571 149
Achats de terrains, indemnités et dommages . . . . .	» 5 578 577
Routes et chemins, travaux divers en bordure du lac . . . . .	» 2 528 372



Fig. 24. — Vue générale de l'usine.

Galeries de dérivation, digues de protection amont et aval, chalet du gardien et autres ouvrages annexes du barrage . . .	Fr. 1 813 685
Génie civil du barrage . . . . .	» 22 888 051
Génie civil de l'évacuateur de crues . . .	» 856 510
Génie civil de la prise d'eau, galerie de vidange, galerie d'aménée, chambre d'équilibre et conduites forcées . . . .	» 12 670 951
Equipement mécanique du barrage . . . .	» 913 143
Vanne de l'évacuateur de crues . . . .	» 210 614
Equipement mécanique de la prise d'eau, blindage et vanne de la galerie de vidange	» 1 254 487
Conduites forcées et vannes de sécurité à Hauterive . . . . .	» 1 330 615

Equipement électrique fourni par les E.E.F.	
pour les ouvrages ci-dessus . . . . .	» 195 114
Génie civil pour la transformation et l'agrandissement de l'usine d'Hauterive	» 853 080
Nouveau canal de fuite et correction de la Sarine . . . . .	» 591 921
Les deux nouveaux groupes de la centrale et modification des trois anciens . . . .	» 3 202 833
Total . . . . .	Fr. 61 114 049

Ces chiffres comprennent toutes les augmentations de prix intervenues au cours des travaux, entre 1944 et 1948. Il y manque une centaine de mille francs, qui restent à payer au 31 décembre 1950.

## SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

### Communiqué du Secrétariat

#### Prix international Jules Boulvin

L'Association des ingénieurs sortis des écoles spéciales de Gand a fondé, sous la dénomination de *Prix international Jules Boulvin*, un prix qui sera décerné à l'auteur du meilleur mémoire relatif à la Mécanique appliquée aux machines.

Le prix, qui est triennal, a été décerné pour la première fois en février 1925, et ensuite, à la même époque, en 1928, 1931, 1934, 1937 et 1949.

Le montant du prix à décerner est 5000 fr. belges.

Peuvent concourir les savants de tous les pays avec lesquels la classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique entretient des relations scientifiques.

Les mémoires seront examinés par une commission de trois membres nommés par l'A. I. G. Ils seront rédigés en langue française ou en langue néerlandaise ou seront accompagnés d'une traduction en l'une de ces deux langues, signée par l'auteur.

Ils seront adressés à M. le président de l'A. I. G., rue de la Victoire 32, Bruxelles, au plus tard le 1<sup>er</sup> novembre 1951.

Le résultat du concours sera proclamé à l'Assemblée générale statutaire de l'A. I. G., le 3 février 1952. Le mémoire couronné sera publié dans les Annales de l'Association des ingénieurs sortis de Gand ; cinquante exemplaires de celui-ci seront remis à l'auteur.

## BIBLIOGRAPHIE

**Utilisation du tube électronique dans les appareils récepteurs et amplificateurs (Tome I)**, par B. G. Dammers, J. Haantjes, J. Otte et H. van Suchtelen. Publié par N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, Pays-Bas, 1950. — Un volume 16 × 23 cm, XXVI + 450 pages, 256 figures.

Cet ouvrage (qui constitue le volume IV de la série « Tubes électroniques ») s'adresse en premier lieu aux ingénieurs et aux techniciens qui s'occupent de l'étude des appareils récepteurs et amplificateurs. La matière est traitée de façon à être accessible tant aux élèves des cours d'écoles techniques moyennes et supérieures qu'à ceux de cours supérieurs de radiotéchnique. Comme les divers sujets sont étudiés en détail, l'ouvrage est scindé en trois tomes. Le tome premier, dont il est question ici, traite des sujets suivants : amplification H. F. et amplification M. F., changement de fréquence, détermination de la courbe padding, phénomènes perturbateurs et distorsion provoqués par la courbure de la caractéristique des tubes récepteurs, détection.

Citons quelques extraits de l'avant-propos dû à M. G.-A. Boutry, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers de Paris :

Il y a beaucoup de livres conçus pour l'enseignement de la radioélectricité : cela ne veut pas dire qu'il y en a beaucoup de bons. En voici un.

C'est le premier d'une série de trois volumes consacrés à l'étude de la construction et du fonctionnement des récepteurs de radiodiffusion et de télécommunications classiques (ondes modulées en amplitude) : il en décrit les étages H. F. et M. F., jusque et y compris l'étage détecteur ; les étages fonctionnant à fréquence audible font l'objet du tome suivant. C'est, bien entendu, du superhétérodyne qu'il s'agit à peu près uniquement dans ces pages : cette invention française, publique depuis de longues années, a pratiquement éliminé du domaine classique toutes les autres solutions. Les auteurs étudient la théorie de ce récepteur avec un soin et une méthode tout à fait remarquables, car ils n'excluent pas la simplicité d'un exposé qui, sans rien repousser d'essentiel, ne fait partout appel qu'à des connaissances mathématiques possédées aujourd'hui par tous nos jeunes ingénieurs, même non spécialisés. Particulièrement remarquable est aussi la préoccupation de fournir des exemples concrets, établis à l'aide de tubes existants et de circuits qui furent effectivement réalisés.

Jamais l'enseignement de la radioélectricité ne pourra se contenter de l'exposé mathématique décharné auquel on le réduit trop souvent. Les auteurs de ce livre, qui sont du métier, qui l'exercent au laboratoire et à l'usine, le savent : leur préoccupation de comparer les résultats expérimentaux et les conclusions théoriques apparaît à chaque page. L'exemple le plus frappant et sans doute le meilleur de tout le livre est constitué par l'ensemble du chapitre relatif au changement de fréquence.

Méthodique, clair, bien imprimé, bien édité, l'ouvrage qui paraît aujourd'hui mérite un accueil empressé du public spécialisé français : il en est peu de cette valeur qui aient paru dans notre langue.

**Mécanique théorique des sols (Theoretical soil mechanics)**, par K. Terzaghi. Traduit par M. Buisson, ingénieur-docteur E. P. Edition Dunod, Paris. — xxix + 474 pages 16 × 25, avec 152 figures. 1951. Prix : relié toile, 41 fr. 30 + Icha.

Cet ouvrage, qui paraît aujourd'hui sous sa traduction française, est connu dans le monde entier par tous les ingénieurs qui, à un titre quelconque, s'occupent de la mécanique des sols et de ses applications les plus diverses. Dans ce domaine, il peut être considéré comme une véritable somme des connaissances acquises, limitées aux théories qui ont reçu les sanctions de l'expérience, et qui peuvent, moyennant certaines conditions et sous certaines restrictions, s'appliquer à une solution approximative du problème pratique. L'observation seule, en effet, permet d'évaluer l'écart entre le comportement naturel du sol réel et le comportement prévu sur les bases de la théorie.

Ce traité ne pouvait être publié sous cette forme parfaite que par le maître et fondateur de la mécanique moderne des sols et les ingénieurs y trouveront une source unique de renseignements, permettant la résolution des problèmes les plus divers, par des méthodes éprouvées.

### Extrait de la table des matières

*Principes généraux appliqués dans les théories de la mécanique des sols. Introduction. Conditions de rupture des sols. Equilibre plastique dans une masse semi-infinie limitée par un plan. Appli-*