

La nouvelle usine de Lavey du service de l'électricité de la ville de Lausanne

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **37 (1945)**

Heft 12

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920798>

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.

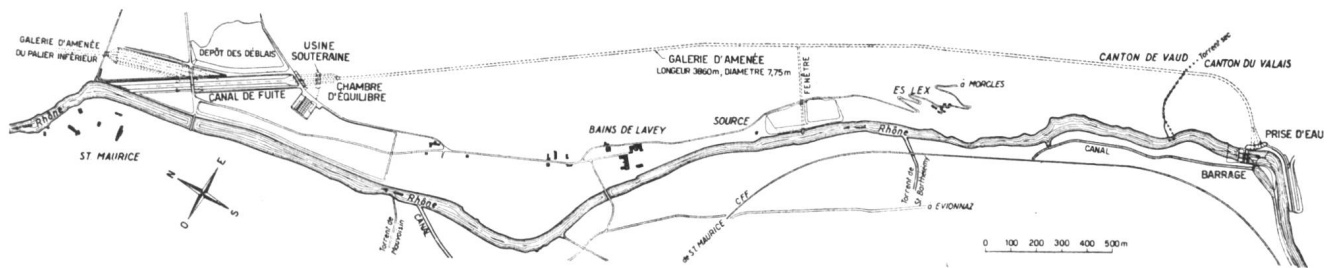


Fig. 5 Usine de Lavey. Plan d'ensemble. Echelle 1 : 30 000.

La nouvelle usine de Lavey du Service de l'Electricité de la ville de Lausanne

Par P. Meystre, ingénieur-chef du Service de l'Electricité de la ville de Lausanne.

La centrale hydroélectrique actuelle du Bois Noir, près de St-Maurice, sur le Rhône, date du début de ce siècle; elle a été, en effet, mise en service en 1902. Equipée pour un débit de 40 m³/s, soit en fait au-dessous du débit d'étiage, cette usine est devenue rapidement insuffisante. Un équipement hydromécanique et électrique complètement renouvelé en 1920 augmenta ses possibilités de production et la mit à la hauteur des exigences modernes de l'exploitation; mais le maintien inchangé des travaux hydrauliques (barrage, prise d'eau, canal d'aménée, etc.) limita la capacité annuelle de production à 70 millions de kWh. environ. Peu après 1930, la consommation atteint puis dépasse de plus en plus fortement la production et démontre la nécessité de nouvelles sources d'énergie. Des études sont entreprises où les différentes possibilités sont examinées pour aboutir à un rapport présenté par les auteurs du projet à la Municipalité de Lausanne en 1942. (Notre revue, dans son N° 1/2 de 1943, page 17, en a donné un bref aperçu.) Il était nécessaire, à la suite de divers faits nouveaux sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir, de compléter les premières données par un examen complémentaire tenant compte d'essais, de travaux préliminaires, etc. Il en est résulté le projet 1945 adopté par le Conseil communal de Lausanne dans sa séance du 3 juillet 1945.

Le Rhône, s'il constitue à sa sortie de la Suisse un fleuve déjà majestueux et régularisé par le gros bassin du lac Léman, a, dans sa partie supérieure, les caractéristiques d'un torrent. De sa source à Brigue, sa pente est forte, ce qui a permis son utilisation, notamment dans la dernière usine construite par l'AIAG à Mörel. De Brigue, il coule corrigé, dans cette plaine magnifique qu'il a constituée et qu'il fertilise. Successivement de nombreuses vallées latérales, plus particulièrement du sud, viennent y déverser des apports importants en le grossissant considérablement. Mais la pente très faible ne se prête pas

à une utilisation énergétique. Et cela se maintient ainsi jusqu'en aval de Martigny, avec des pentes variant de 0,5 à 2 ‰. La situation change complètement quand on arrive dans la région d'Evionnaz; la zone des *rapides du Rhône* est atteinte. Sur une distance de 5 à 6 km. le Rhône passe de la cote 443 à la cote 400, constituant une dénivellation de 43 m. environ. Cette caractéristique éminemment favorable avait attiré l'attention des ingénieurs, il y a longtemps déjà, puisqu'en 1896, la concession pour la construction d'une centrale hydroélectrique était demandée à l'Etat du Valais et qu'il en est résulté la création de l'usine du Bois Noir à St-Maurice, propriété de la ville de Lausanne. Le meilleur tronçon du Rhône est ainsi déjà utilisé, mais utilisé, il est vrai, selon les conceptions de l'époque. La notion d'utilisation rationnelle du cours d'eau, qui a pris corps dans la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques du 22 décembre 1916, n'existait pas encore. Le problème posé était de couvrir les besoins nouveaux, et totalement inconnus à ce moment là, en énergie de Lausanne. Les prévisions «optimistes» de l'époque n'allaient pas loin et rencontraient des oppositions farouches. Nos connaissances en matière

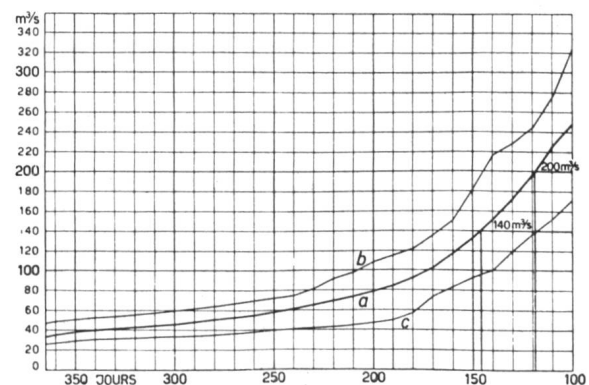


Fig. 2 Courbe des débits classés du Rhône à Evionnaz.
 a) Moyenne des ordonnées des courbes des débits classés établies pour les années 1917 à 1938.
 b) Enveloppe des maxima de ces ordonnées (1917—1938).
 c) Enveloppe des minima.

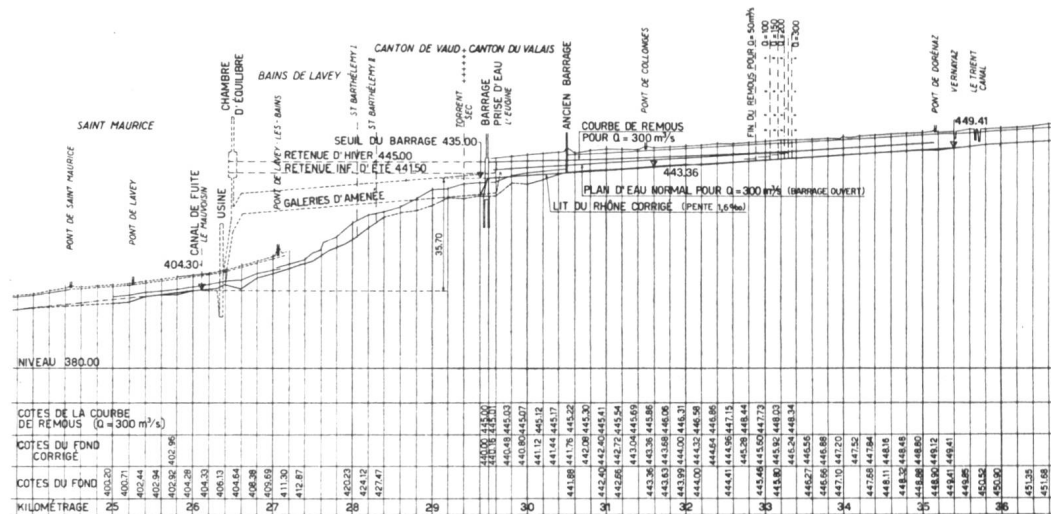


Fig. 1 Profil en long du Rhône entre le pont de Brançon et le pont de Collombey. Echelle des longueurs 1 : 100 000. Echelle des hauteurs 1 : 2500.

d'hydraulique ne pouvaient s'appuyer que sur les expériences acquises dans les installations purement mécaniques, telles les roues à eau des moulins; ce n'était pas beaucoup. Tous les travaux hydrauliques de l'époque s'en ressentent et au Bois Noir tout est étrié et deviendra rapidement insuffisant. L'ensemble des installations est construit dans le cône d'alluvion du St-Barthélemy et il faudra la catastrophe de 1927 pour rappeler que les rapides du Rhône ont pour origines des débordements et des obstructions de la vallée du Rhône dans les temps préhistoriques, et que de semblables risques continuent à exister.

L'examen d'une augmentation massive de la production en reprenant le problème à la base a donc comporté un examen détaillé de l'utilisation du Rhône, et il en résulte rapidement que le tronçon déjà concédé est bien le meilleur, tel qu'il apparaît à la fig. 1. Le projet 1942 se limitait à la concession actuelle, c'est-à-dire avec la restitution au Mauvoisin. Avec l'approbation du Service fédéral des eaux, le projet 1945 reporte la restitution au Courset, en aval du Pont de Lavey, ce qui entraîne un gain de chute appréciable. La prise d'eau se trouve ainsi en amont du Torrent Sec, seuil du barrage à la cote 435 et niveau normal d'hiver à la cote 445 et la restitution comme mentionné plus haut. Le gain de chute brute est de l'ordre de 4 m.

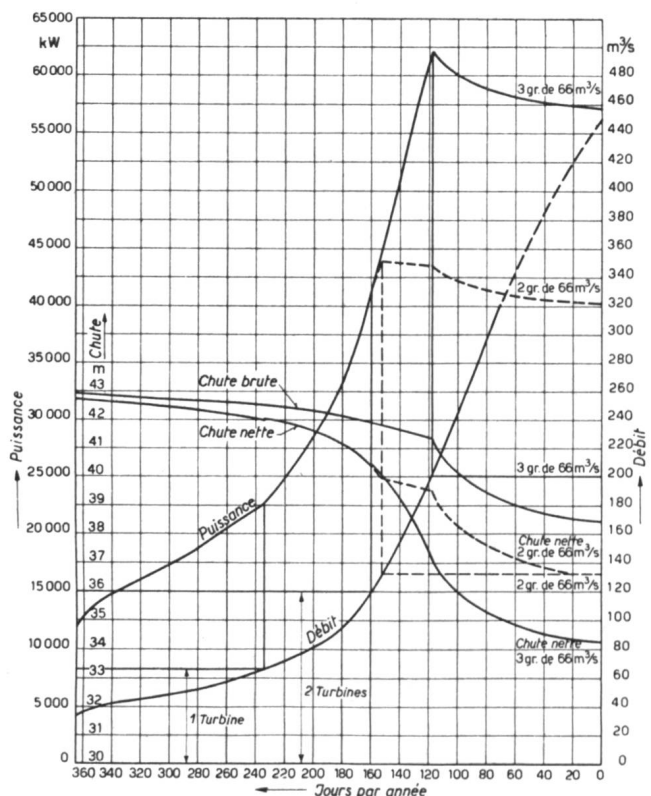


Fig. 3 Energie annuelle en année moyenne.

La question du *débit dérivé* constituait la partie la plus importante du problème; c'est là que l'on pouvait escompter des gains les plus marqués. L'ancienne usine avait été construite pour couvrir des besoins limités et son équipement ne correspondait pas même au débit d'étiage, ce qui ressort facilement de la fig. 2. Le débit de 200 m³/s est disponible en année moyenne pendant 120 jours environ. En année humide, il pourra atteindre 145 jours. Il n'est pas besoin d'insister sur le fait qu'un tel choix rentre dans le cadre des conceptions actuelles. Il vaut la peine de signaler que les statistiques sont basées sur une période pendant laquelle nombre d'usines, existant actuellement en amont (Barberine, Dixence), n'étaient pas encore construites. Il en résulte une certaine augmentation du débit d'étiage et de la production d'hiver qui sera encore accentuée par tout bassin construit ultérieurement en amont.

Nous aurons l'occasion de voir plus loin les caractéristiques essentielles du projet et verrons que deux étapes de construction sont prévues. Les résultats essentiels peuvent aisément être tirés des fig. 3 et 4. La première de ces figures donne les puis-

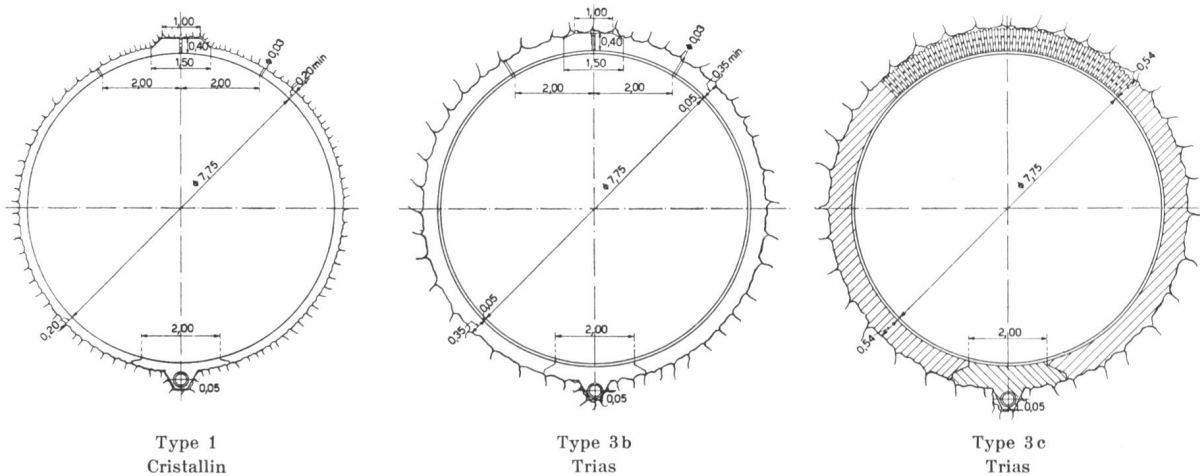


Fig. 7 Galerie d'amenée. Profils types. Echelle 1 : 200.

de dispositifs de dessablage extrêmement importants. Il n'en est heureusement rien, bien que le Rhône charrie à certaines époques de l'année des grandes quantités de matériaux. Il était cependant essentiel, étant donné le gros débit dérivé, d'éviter des dispositifs dessableurs importants, coûteux et impossibles à établir entre la prise d'eau et l'entrée dans la galerie. Cette particularité dépend précisément de l'emplacement particulièrement heureux de la prise et de sa construction elle-même. Des essais de laboratoire ont permis d'obtenir toute certitude sur ce point. La prise d'eau comporte deux entrées de 4,0 m. de haut et 30 m. de large qui se raccordent progressivement à la galerie d'amenée unique.

La construction du barrage contribue grandement aux bonnes caractéristiques de la prise d'eau. Il comporte trois passes égales de 13 mètres d'ouverture et une hauteur de 10 mètres entre la cote de retenue maximum (445) et la cote du radier (435). Les vannes sont du type Stoney en deux parties pouvant être manœuvrées de manière à obtenir à volonté un déversement supérieur, un écoulement inférieur, les deux simultanés ou encore un relèvement total assurant un passage absolument libre. La pile rive droite est prolongée côté amont par un mur guide d'une importance très grande pour la déviation des matériaux charriés.

Le règlement du barrage prévoit un niveau élevé de retenue d'hiver à la cote 445 et un niveau de prise d'été par ouverture complète du barrage dès que le débit du Rhône dépasse 300 m³/s.

Un dispositif amortisseur avec radier à contre pente prolongera le barrage côté aval et le protégera de tout affouillement. Les fondations, à l'exclusion de l'appui sur le rocher côté rive droite, seront établies sur un sol de sable et gravier; il en résultera des travaux d'exécution très spéciaux sous caissons.

Le tracé de la galerie d'amenée (fig. 5) est le plus court possible tout en tenant compte que la distance

de la galerie sous pression à la surface doit donner toute sécurité, ceci conformément aux données du professeur Lugeon. Avec un diamètre de 7,75 m., cela constitue un ouvrage de grandes dimensions. Cependant, étant donné les roches traversées, des difficultés sont peu probables, le type de revêtement variant suivant le genre de roches traversées (fig. 7). Une fenêtre, constituée au km. 2, permettra l'exécution de la galerie en plusieurs chantiers. En outre, si nous avons vu plus haut que la prise assurait un dégravage sérieux, un dispositif de dégravage de sécurité sera cependant installé dans la galerie, à la hauteur de la fenêtre du km. 2, qui sera utilisée pour la purge. Cette installation peut être établie avec des moyens acceptables et des dimensions très restreintes eu égard aux gros débits de la galerie. La longueur totale de la galerie est de 3860 m. environ de la prise d'eau à la chambre d'équilibre.

La chambre d'équilibre est située complètement dans le rocher, comme c'est le cas pour la galerie d'amenée. La longue galerie sous pression, comme les conditions d'exploitation telles les conditions de stabilité, de réglage, de coups de bélier, etc., en font un ouvrage de très grande importance et constituant une excavation d'un cube très élevé. Des différents types envisagés, le modèle à adopter ne pourra être choisi que sur la base d'essais de laboratoire actuellement en cours.

Les conduites forcées sont très courtes et relient la chambre d'équilibre aux turbines situées dans la

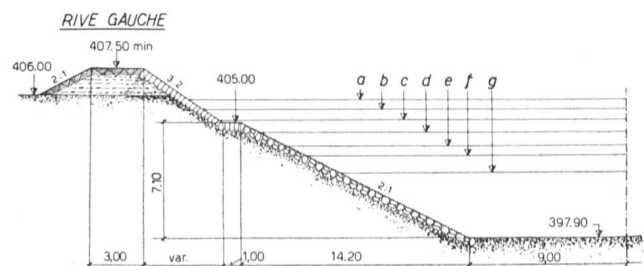
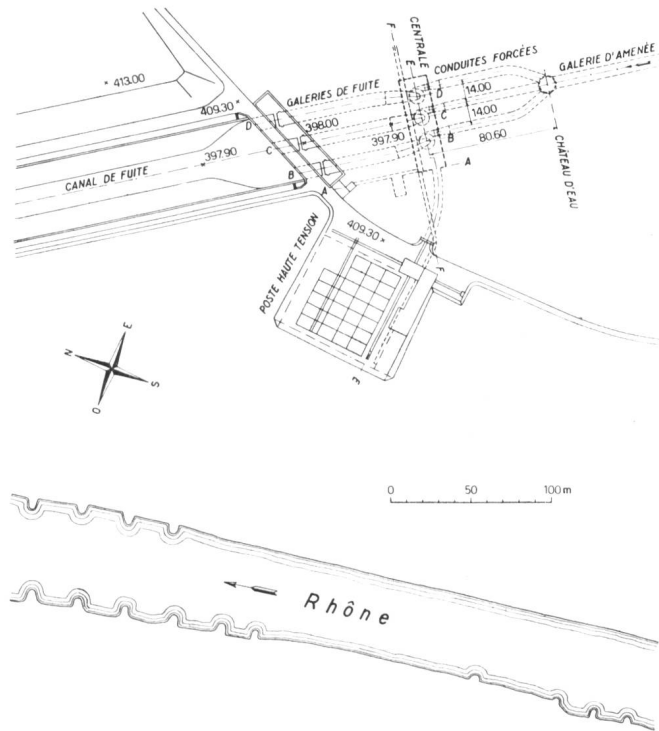


Fig. 8 Canal de fuite. Coupe transversale. Echelle 1 : 450.

Plan d'ensemble. Echelle 1 : 5000.



Coupe longitudinale. Echelle 1 : 2500.

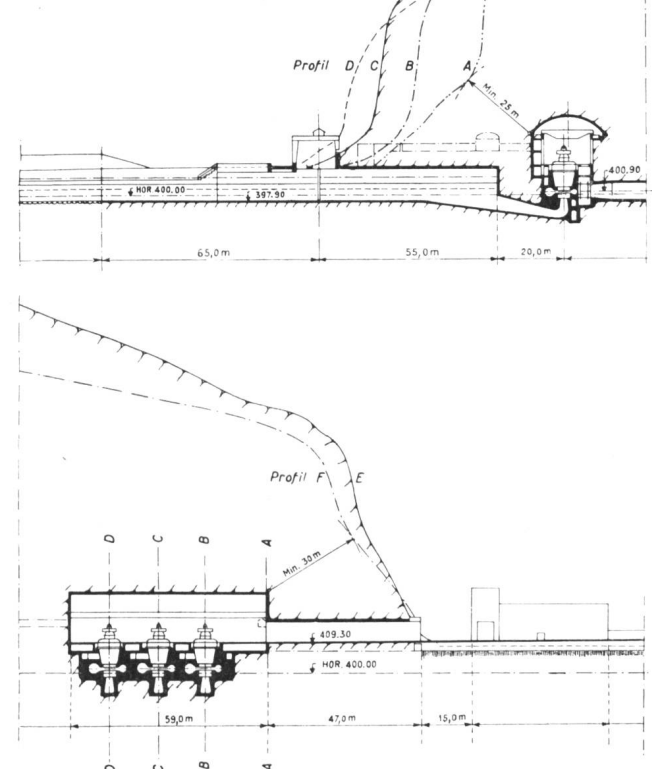


Fig. 9 Centrale souterraine.

salle des machines. Tous ces éléments sont souterrains. Les conduites seront en béton muni de blindages. Des vannes de garde à la sortie de la chambre d'équilibre et des vannes papillons à l'arrivée à la turbine permettront d'isoler les conduites forcées dont la longueur est d'environ de 75 m.

L'eau, des conduites forcées, a passé dans les turbines, puis dans les coudes aspirateurs; de là un court tunnel en ligne droite la conduit au canal de fuite aboutissant lui-même au Rhône à la hauteur de l'embouchure du Courset. La longueur de ce canal est d'environ 700 m. La fig. 8 permet de se rendre compte de la grande section résultant des faibles pentes et vitesses admises. Les talus, peu inclinés, seront recouverts d'enrochements.

La centrale est complètement sous rocher. Elle entraînera la création d'une excavation importante de 56 mètres de long, 17,5 m. de large et d'une hauteur totale de 25,5 m. La fig. 9 donne toutes les données utiles sur la disposition générale tant pour le matériel électrique que mécanique. L'adoption d'une centrale souterraine pose nombre de problèmes spéciaux tant pour ce qui a trait au montage que pour l'exploitation.

La partie mécanique comprendra trois turbines Kaplan à axe vertical de $66 \text{ m}^3/\text{s}$ chacune tournant à 214 t/min. (fig. 10 et 11). La puissance de chaque

groupe est ainsi de 33 000 ch. sur l'axe des turbines. Une petite turbine à axe horizontal de 1500 ch. entraînera une génératrice auxiliaire. La partie électrique comprend dans la salle des machines les trois générateurs triphasés de 29 000 kVA entraînés par les turbines principales. L'appareillage strictement nécessaire au réglage et à la protection de ces machines y trouvera également place. Enfin un alternateur de 1500 kVA pourra assurer, s'il y a lieu, certains services spéciaux. Tout le reste de l'appareillage se trouve reporté à l'extérieur dans un bâtiment du poste de commande qui comprendra tout ce qui a trait au contrôle, à la mesure, la signalisation et la commande; tout appareillage à basse tension, ainsi que l'appareillage à tension moyenne. Un poste extérieur à très haute tension assurera la liaison de l'usine avec les grandes lignes de transport.

La mise sur pied d'un projet de cette envergure n'a pas été effectuée sans des travaux importants. Aux études et au rapport de 1942 ont succédé des essais de laboratoire qui ont élucidé toutes les questions relatives au charriage et aux conditions d'exécution de la prise d'eau. Des relevés aérophoto-grammétriques à grande échelle ont donné tous les éléments indispensables à la poursuite des travaux. Des études géologiques ont été effectuées par Mon-

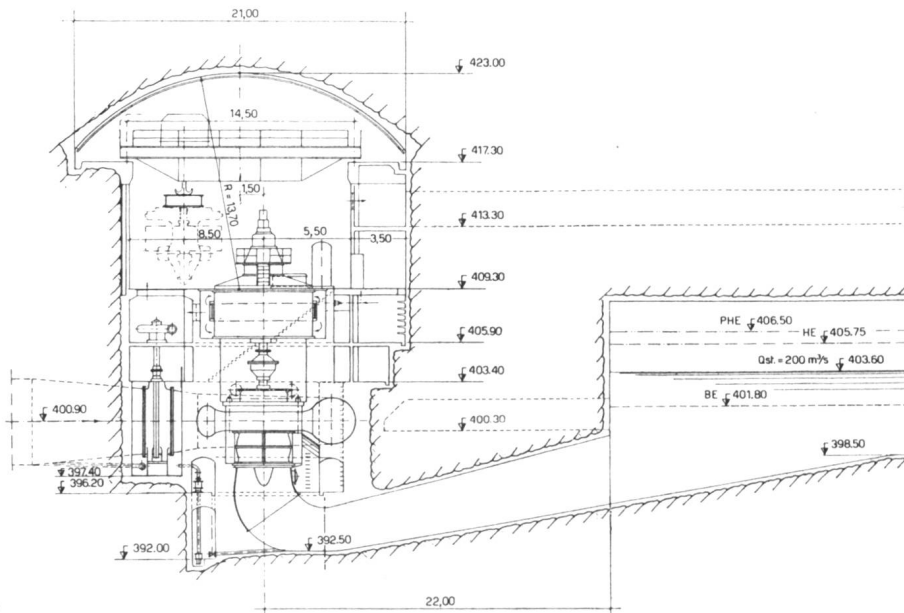


Fig. 10 Centrale souterraine. Solution 1. Coupe. Echelle 1 : 500.

sieur le professeur Maurice Lugeon. Une connaissance détaillée du sous-sol était également nécessaire; on procéda donc à des travaux de sondage dans la région du barrage, de la centrale et du canal de fuite. Une galerie de sondage fut également forée.

Des experts ont examiné de façon approfondie le projet avant qu'il soit soumis aux autorités compétentes tant cantonales que fédérales.

Le projet d'exécution 1945 a été adopté par le Conseil communal de Lausanne le 3 juillet 1945. Il comporte l'exécution en deux étapes. Les ouvrages de génie civil doivent être d'emblée construits pour le débit de 200 m³/s, ainsi que l'usine. On aurait donc ainsi la première étape comprenant l'ensemble des installations, y compris deux groupes générateurs complets, le groupe auxiliaire avec l'appareillage et le matériel correspondant; le blindage et la bache du 3^{me} groupe permettront l'achèvement de la partie béton armé, la deuxième étape comporterait l'installation du 3^{me} groupe, partie mécanique et électrique au complet. Elle n'interviendra qu'au moment où l'énergie essentiellement d'été produite par ce groupe, aura trouvé son utilisation.

Les temps nécessaires au percement et à l'achèvement de la galerie d'amenée, à l'exécution du canal de fuite, à la construction de la centrale et à l'équipement mécanique et électrique sont tous inférieurs à celui qu'il faut prévoir pour l'exécution du barrage et des ouvrages annexes. Le programme du chantier «Barrage et prise d'eau» dépend du régime du Rhône et des conditions météorologiques. Il comprend l'exécution des fondations dans le lit du fleuve pendant les périodes d'étiages; les parties hors de l'eau pourront être poursuivies pendant les crues. En tenant compte de ces différents éléments il est possible d'établir un tableau d'échelonnement

comportant la mise en eau vers la fin de 1949. Il importe pour cela que les travaux puissent commencer au cours de l'hiver 1945—1946 et que le ciment nécessaire puisse être mis à disposition, ce qui n'est point encore assuré.

Les calculs établis sur les prix du premier semestre 1945 donnent un montant total de 61 millions de francs environ, y compris les intérêts intercalaires. Les frais d'exploitation, compte tenu des frais de capitaux, peuvent être, à la suite d'un examen précis, admis au 7 % environ du capital d'établissement. Il en résulte que les prix de revient du kWh, tenu compte des différentes qualités de l'énergie (hiver, été et déchet) se tiennent dans des limites très basses.

Il est d'autant plus indiqué de passer à l'exécution de cette grande œuvre qu'elle s'intégrera harmonieusement dans le réseau général de la Suisse romande en complément des usines existantes telles la Dixence et Verbois et Rossens actuellement en construction.

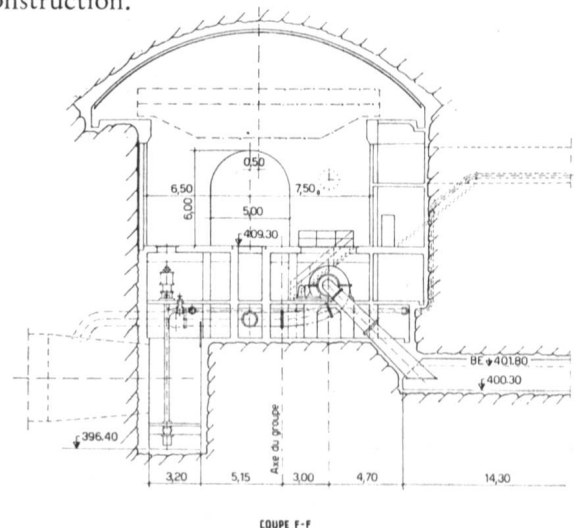


Fig. 11 Centrale souterraine. Solution 1. Coupe. Echelle 1 : 500.