

# Augmentation de la puissance d'hiver de l'usine hydro-électrique d'Orsières

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **69 (1943)**

Heft 26

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-52539>

## **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.

C'est ainsi qu'il est interdit par exemple à tout employé ou retraité communal de s'installer ailleurs.

Un autre frein à cette émigration est constitué, en période de crise tout particulièrement, par les avantages sociaux qu'accorde la grande ville : assurance-chômage, assistance, possibilités de commandes diverses. Enfin, le prix élevé des transports en commun paralyse, lui aussi, cet établissement périphérique.

La commune suburbaine, de son côté, tout en sachant reconnaître l'intérêt de la proximité de la métropole, est, par tradition, jalouse de son indépendance et ne désire rien faire qui puisse hâter le jour de sa déchéance au rang de simple quartier extérieur... Certes, l'indépendance de cette commune vaut ce que vaut l'état de ses finances. Elle n'en constitue pas moins par sa seule autonomie un obstacle au développement normal de la métropole. La chose est flagrante dans un cas comme celui de Lausanne et de Pully où des crédits communs devraient être engagés pour réaliser des artères coûteuses qui ne serviraient en définitive pas à grand'chose puisque nombre d'habitants de la métropole sont entravés dans leur désir de résider sur le territoire de la banlieue.

On voit que rien ne sert de projeter une extension quelconque hors des limites communales avant d'avoir résolu ces points de politique administrative.

Or leur solution peut être trouvée partout sans envisager une annexion. Des arrangements d'ordre financier doivent permettre un *modus vivendi* admissible pour les deux parties. Les règles trop rigides qui interdisent l'émigration doivent être assouplies, les clauses qui réservent certains droits aux seuls habitants de la métropole doivent être supprimées. En compensation, des concessions d'un autre ordre doivent être faites par les petites communes : abandon d'une partie des impôts perçus sur diverses catégories de contribuables (en complément des dispositions déjà existantes), facilités accordées à d'autres catégories d'habitants, mise en commun de quelques services municipaux, etc. De pareils accords sont réalisés au sujet de l'établissement d'industries. Il semble urgent de les étendre aux habitants eux-mêmes.

Quel que soit leur désir de rester à l'écart du mouvement de Lausanne, les communes de Prilly, de Renens, de Pully, de Lutry sont dans sa zone d'extension. Les avantages qu'elles en retirent entraînent des obligations impossibles à éluder. Il y va de l'avenir de Lausanne.

## Augmentation de la puissance d'hiver de l'usine hydro-électrique d'Orsières

Par la Société Suisse d'Electricité et de Traction, Bâle<sup>1</sup>,

*Les usines hydro-électriques à haute chute ne disposant pas d'accumulation suffisante peuvent, dans certains cas, améliorer sensiblement leur production d'énergie électrique*

<sup>1</sup> Cette étude a paru au n° du 1<sup>er</sup> décembre 1943 du *Bulletin de l'Association suisse des électriciens* qui a bien voulu mettre à notre disposition les clichés des figures. (Réd.).

*d'étiage en hiver, par des installations nouvelles bien conçues d'adduction d'eau ou de pompage d'hiver, sans engager de trop grands capitaux et dans un délai relativement court. L'auteur cite le cas de la Compagnie des Forces Motrices d'Orsières qui a fait exécuter des travaux de ce genre. Ceux-ci, commencés fin avril 1942, ont permis de mettre les nouvelles installations en service avant la fin de la même année. L'augmentation obtenue de la production d'énergie électrique a été de 8 millions de kWh, dont 2/3 d'énergie constante d'hiver. Le prix de revient de cette énergie est très favorable et montre que, dans les circonstances actuelles, il est intéressant de chercher à améliorer la production des usines existantes avant de passer à la construction de nouvelles centrales trop coûteuses, comme le recommandent d'ailleurs les organes officiels de l'économie de guerre.*

### I. Généralités.

L'usine hydro-électrique d'Orsières ne disposant pas d'accumulation, présente, comme toutes les centrales au fil de l'eau dans les Alpes, une courbe de production d'énergie diminuant très fortement en hiver pour atteindre généralement son point le plus bas vers le milieu de mars. En été par contre, les débits disponibles ne peuvent pas être entièrement utilisés.

La Société Suisse d'Electricité et de Traction, à Bâle, qui avait été chargée en son temps de la construction de cette usine, proposa à la Compagnie des Forces Motrices d'Orsières d'étudier et d'exécuter les travaux nécessaires en vue d'augmenter sa production d'énergie électrique en hiver, dont la diminution était particulièrement gênante dans les circonstances actuelles, en faisant en sorte de pouvoir bénéficier de l'amélioration projetée le plus vite possible.

La présente publication a pour but de montrer qu'il a été possible d'obtenir une augmentation intéressante, de l'ordre de 20 % de la puissance d'étiage, dans le temps prescrit et au moyen de travaux simples et peu coûteux, sans avoir besoin de matériel et de machines nécessitant des délais de livraison trop longs.

Les mêmes solutions sont certainement réalisables dans de nombreux autres cas, permettant sans frais anormaux d'améliorer sensiblement la production d'hiver de petites et moyennes usines hydro-électriques en évitant d'avoir recours à des fournitures trop considérables et coûteuses, rendues difficiles par le manque actuel de matières premières. Il est d'ailleurs dans l'intérêt bien compris de l'économie nationale de tirer le meilleur parti possible des installations existantes avant de passer à l'exécution de nouvelles constructions d'un prix spécialement élevé dans les circonstances actuelles, et dont on ne pourrait pas bénéficier immédiatement par suite des délais de livraison et du temps nécessité par les travaux.

### II. Installations exécutées.

L'usine d'Orsières<sup>1</sup>, mise en service en 1931 avec deux groupes électrogènes de 6000 kW chacun, est placée au

<sup>1</sup> Le *Bulletin technique de la Suisse romande*, 1934, p. 49, a donné une description complète de cet aménagement.

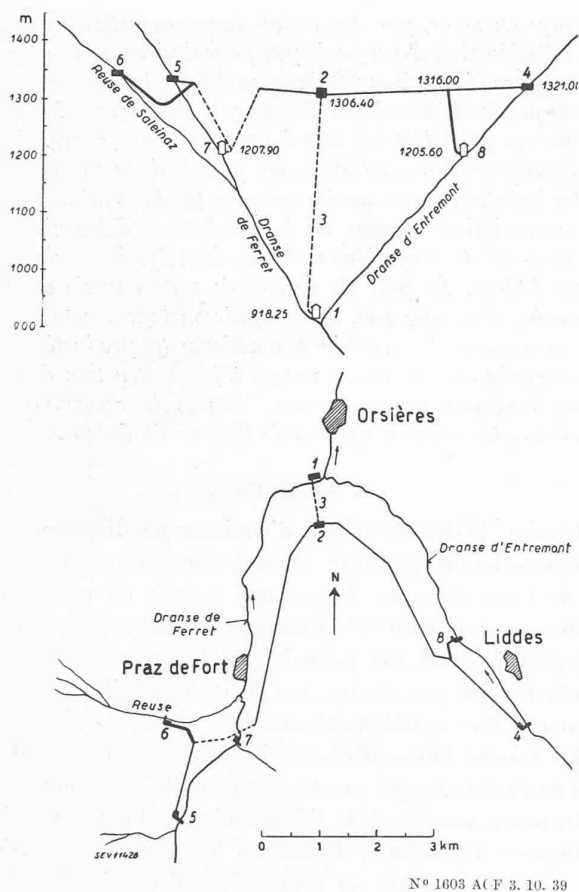


Fig. 1. — Usine d'Orsières.

Situation et profil en long des installations hydrauliques.

- |                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| 1 Usine d'Orsières. | 6 Prise de la Reuse de Saleinaz. |
| 2 Mise en charge.   | 7 Station de pompage de Branche. |
| 3 Conduite forcée.  | 8 Station de pompage de la Tsi.  |
| 4 Prise de Liddes.  |                                  |
| 5 Prise de Branche. |                                  |

confluent de la Dranse d'Entremont et de celle de Ferret (fig. 1). Un troisième groupe de même puissance est actuellement en montage. Elle utilise, sous une chute nette de 386 m, l'eau de ces deux cours d'eau, amenée par deux galeries à écoulement libre. Les prises d'eau se trouvent, l'une près de Liddes, dans le Val d'Entremont, l'autre à Branche, dans le Val Ferret.

Pour augmenter les débits d'hiver utilisables, les ouvrages suivants ont été exécutés :

a) *Adduction de la Reuse de Saleinaz.*

Ce cours d'eau à caractère torrentiel, d'un bassin versant de 25 km<sup>2</sup>, se jette dans la Dranse de Ferret 2,8 km en aval de la prise d'eau de Branche. Il a été possible, au moyen d'une canalisation sous pression en forme de siphon renversé, de ramener l'eau par gravitation dans la galerie de Ferret et de l'utiliser ensuite intégralement à l'usine d'Orsières sous la chute nette de 386 m.

b) *Installation de pompage de Branche.*

A 1,9 km en aval de la prise d'eau de Branche, la galerie d'amenée de l'usine d'Orsières passe de la rive gauche de la vallée à la rive droite au moyen d'une canalisation

métallique sous pression, appelée siphon de Saleinaz. A cet endroit, l'eau de ruissellement qui s'accumule dans la rivière en aval de la prise d'eau de Branche et celle provenant de sources, est pompée dans le siphon de Saleinaz en son point le plus bas, ce qui a permis d'éviter la construction d'une conduite de refoulement. L'eau pompée en hiver sur une hauteur manométrique de 110 m, est utilisée sous la chute nette de 386 m de l'usine d'Orsières.

c) *Installation de pompage de la Tsi.*

A la Tsi, 2,1 km en aval de la prise d'eau de Liddes, l'eau de la Dranse d'Entremont passe dans une gorge étroite et profonde. A cet endroit, des sources importantes, d'un débit presque constant en hiver, jaillissent des rochers surplombant la rive droite de la rivière. Une installation de pompage a été construite pour refouler l'eau prise dans la rivière et celle captée, provenant des sources, dans la galerie d'amenée de l'usine d'Orsières.

L'eau pompée sur une hauteur manométrique de 112 m est ensuite utilisée sous la chute nette de 386 m de l'usine d'Orsières.

Ces deux dernières installations de pompage n'ont donc pas, comme c'est le cas habituellement, un service d'été ayant pour but de pomper l'eau dans une accumulation au moyen d'énergie électrique de déchet à bon marché, mais elles sont en service l'hiver seulement, lorsque les débits disponibles aux prises d'eau sont inférieurs à ceux pouvant être utilisés à l'usine. Le fait que ces stations de pompage consomment de l'énergie de pointe d'hiver, a obligé de vouer une attention toute particulière à la question des rendements des machines et des installations.

### III. Description des ouvrages de génie civil.

Le projet et l'exécution des ouvrages ont été sensiblement compliqués par les difficultés d'approvisionnement du matériel nécessaire et le fait que l'obtention de ce dernier était subordonné à des autorisations fédérales. Partout où cela a été possible, on a eu recours, pour économiser le ciment, à la maçonnerie de granit et le métal n'a été utilisé, soit comme armature des bétons, soit pour les canalisations nécessaires, que lorsque l'on ne pouvait pas s'en passer.

Il y a lieu cependant de relever que ces travaux ont été déclarés d'intérêt national et que les autorités en ont facilité l'exécution dans la mesure du possible.

a) *Adduction de la Reuse de Saleinaz* (fig. 2 et 3).

Prise à la cote 1341,50 m, l'eau de la Reuse de Saleinaz est conduite par gravité dans la galerie d'amenée du Val Ferret à la cote 1322,50 m.

La prise d'eau comprend un simple petit barrage mobile avec passe de chasse et un ouvrage comportant une grille et une vanne d'entrée. Les piliers du barrage en maçonnerie supportent des batardeaux en bois que l'on met en place au début de l'hiver et que l'on enlève avant les hautes eaux d'été pour éviter les affouille-



Fig. 2. — Adduction de la Reuse de Saleinaz. Conduite d'amenée en super-béton armé et centrifugé, reliant la prise au dessableur Dufour dans le rocher.

ments. L'eau est conduite ensuite dans un dessableur du système Dufour aménagé dans le rocher, prévu pour un débit de  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Une canalisation en tuyaux armés et centrifugés en super-béton à doubles cloches, système Hunziker, de  $400 \text{ mm}$  d. i. et de  $700 \text{ m}$  de long, prévue pour un débit de  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , conduit l'eau du dessableur dans la conduite d'amenée du Val Ferret. La nature du terrain n'a pas permis d'exécuter cette conduite à pente constante. Le tracé a dû être choisi avec un point bas à la cote  $1285,30 \text{ m}$ , ce qui correspond à une pression en pleine charge de près de  $50 \text{ m}$ .

Le prix de revient de cette canalisation a été sensiblement moins élevé que celui d'une conduite en fonte; cette canalisation a en outre l'avantage d'avoir un coefficient de rugosité plus favorable, ce qui lui permet de débiter davantage d'eau à diamètre égal, comme l'a montré le résultat des essais mentionné plus loin.

b) *Installation de pompage de Branche* (fig. 4).

Prise à la cote  $1207,90 \text{ m}$ , l'eau de la Dranse de Ferret est pompée dans le siphon de Saleinaz en son point le plus bas.

Cette installation de pompage comporte les ouvrages suivants :



Fig. 3. — Adduction de la Reuse de Saleinaz. Exécution d'un joint de la conduite d'amenée en béton armé centrifugé.

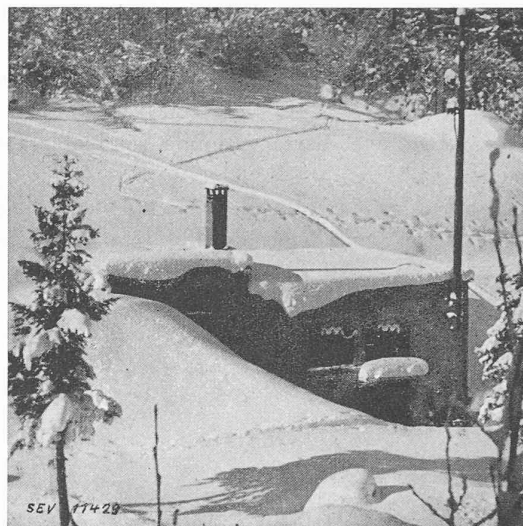


Fig. 4. — Station de pompage de Branche en hiver.

Une prise d'eau avec barrage, analogue à celle de la Reuse de Saleinaz, mais sans passe de chasse devant la grille d'entrée et sans dessableur.

Une canalisation d'amenée d'eau au réservoir en tuyaux de béton centrifugé de  $400 \text{ mm}$  d. i. et de  $120 \text{ m}$  de long.

Un réservoir de  $200 \text{ m}^3$  en maçonnerie de granit, recouvert d'une dalle en béton armé, calculée pour supporter une surcharge de  $1 \text{ m}$  de terre nécessaire à l'isolation contre le gel.

Une station de pompage en maçonnerie (fig. 4), adossée au réservoir et séparée de ce dernier par une double paroi de transpiration.

Une conduite de refoulement en fonte de  $300 \text{ mm}$  d. i. et de  $26 \text{ m}$  de long.

Une chambre de vannes, placée à côté du point de jonction de la conduite de refoulement et du siphon de Saleinaz.

c) *Installation de pompage de la Tsi* (fig. 5 à 8).

Prise à la cote  $1205,60 \text{ m}$ , l'eau de la Dranse d'Entre-

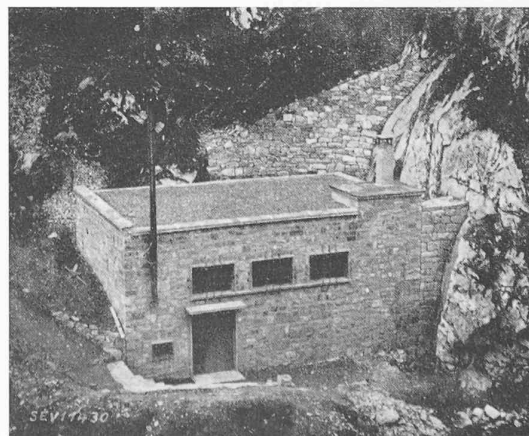


Fig. 5. — Station de pompage de la Tsi.

mont est refoulée à la cote 1316,00 m dans la galerie d'amenée du Val d'Entremont.

Cette installation de pompage comporte les ouvrages suivants :

Une prise d'eau avec barrage mobile, semblable à celle de Branche.

Une canalisation d'amenée d'eau de 83 m de long en tuyaux de béton centrifugés de 400 mm de diamètre

intérieur, conduisant l'eau dans le réservoir creusé dans le rocher.

Une galerie de captage des sources de la rive droite, creusée dans le rocher ; ce dernier s'est révélé fortement fissuré et des travaux d'injection de ciment ont été nécessaires.

Un pont-aqueduc en béton armé (fig. 8) traversant la gorge de la Tsi qui conduit l'eau des sources captées

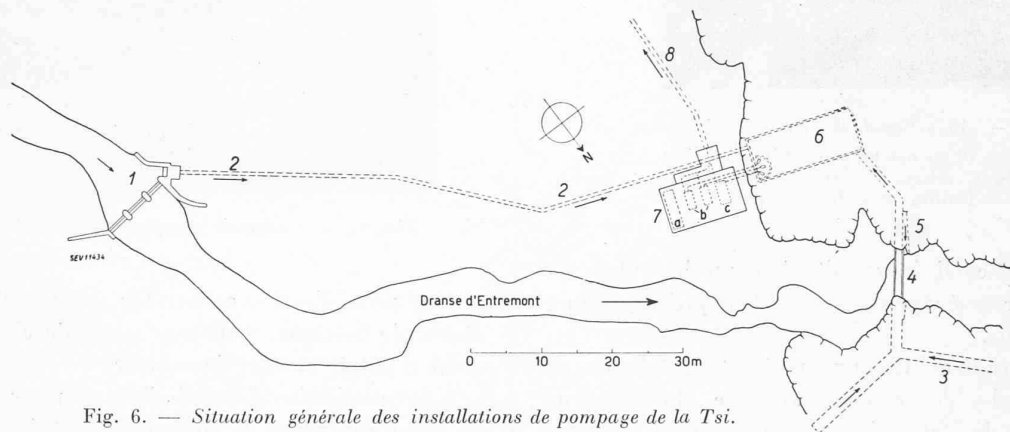


Fig. 6. — Situation générale des installations de pompage de la Tsi.

- |   |   |   |                                 |
|---|---|---|---------------------------------|
| 1 | Prise d'eau avec barrage mobile.            | 7 | Station de pompage.             |
| 2 | Conduite d'amenée.                          | a | Installations électriques.      |
| 3 | Galerie de captage des sources.             | b | Pompes 0,080 m <sup>3</sup> /s. |
| 4 | Pont-aqueduc par-dessus la gorge de la Tsi. | c | Pompe 0,200 m <sup>3</sup> /s.  |
| 5 | Trop-plein.                                 | 8 | Conduite de refoulement.        |
| 6 | Réservoir, 220 m <sup>3</sup> utiles.       |   |                                 |

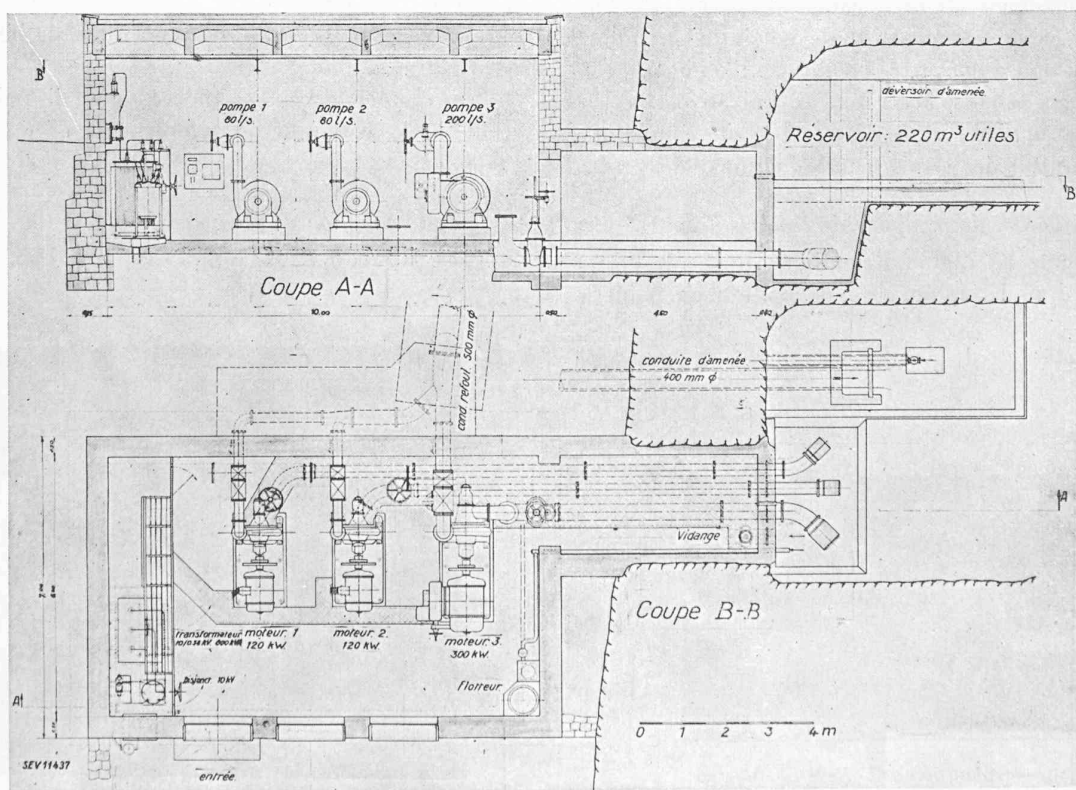


Fig. 7. — Plan de la station de pompage de la Tsi.



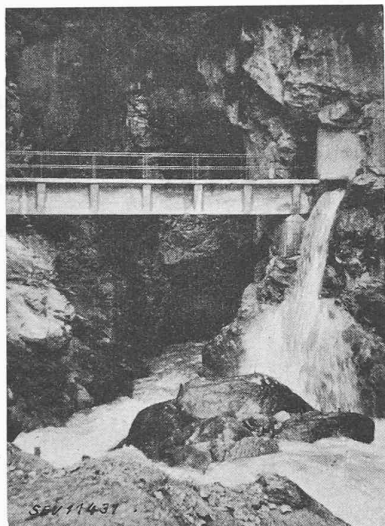


Fig. 8. — Installation de pompage de la Tsi.  
Pont-aqueduc d'amenée d'eau de la galerie de captage des sources par-dessus la gorge de la Tsi. A droite : déversoir.

dans un réservoir de 220 m<sup>3</sup> construit dans le rocher, et exécuté sans revêtement, mais avec un enduit go-beté.

Une station de pompage en maçonnerie (fig. 5), adossée au rocher et reliée au réservoir par une galerie de 5 m de long.

Une conduite de refoulement de 500 mm de diamètre intérieur et de 345 m de long, dont la partie supérieure, longue de 238 m, prévue pour une pression statique de 50 m est constituée de tuyaux armés centrifugés en super-béton à doubles cloches, système *Hunziker*; la partie inférieure de 107 m de long, dont le tracé a été choisi aussi court que possible, est en tuyaux de fonte à emboîtement avec anneaux de sûreté et boulons à crochets système *de Roll*.

#### IV. Equipements mécaniques et électriques.

L'équipement des stations de pompage a été adapté aux débits disponibles en hiver dans la rivière. Ceux-ci ont été mesurés pendant deux ans, et une moyenne de dix ans a été déterminée par analogie avec les débits relevés aux prises de Branche et de Liddes.

A Branche, l'équipement comporte 2 pompes *Sulzer* à moyenne pression de 0,080 m<sup>3</sup>/s chacune pour une hauteur de refoulement de 110 m, entraînées par deux moteurs triphasés *Brown Boveri*, 380 V de 120 kW à rotor en court-circuit et démarrage étoile-triangle.

A la station de la Tsi, l'équipement est le même que celui de Branche, soit 2 pompes de 0,080 m<sup>3</sup>/sec, mais le débit supérieur provenant des sources captées a justifié l'installation d'une troisième pompe *Sulzer* à moyenne pression de 0,200 m<sup>3</sup>/s et de 112 m de hauteur manométrique de refoulement. Cette pompe est entraînée par un moteur triphasé de 380 V et de 300 kW à rotor bobiné et démarrage à résistances.

Chaque station comprend une installation électrique de transformation de 10 000/380 V et les tableaux de distribution nécessaires fournis par *Sprecher & Schuh*, comportant les contacteurs automatiques étoile-triangle de démarrage des moteurs. Les transformateurs *Brown Boveri* sont branchés sur des lignes aériennes de transport à 10 000 V, venant d'Orsières, qu'il fallut construire partiellement.

Les pompes à enclenchement automatique sont commandées par un dispositif spécial de commande, de protection et de signalisation système *Rittmeyer*. Un dispositif d'alarme à distance indique à l'usine d'Orsières tout arrêt intempestif des pompes, tout échauffement anormal, danger de gel ou dérangement dans le service automatique des stations de pompage. Les dispositifs de protection sont prévus de façon à mettre les installations hors de service en cas de danger.

Les réservoirs ont une contenance telle qu'ils permettent un réglage convenable en cascade des flotteurs de commande des groupes et une fréquence de mise en marche des pompes d'appoint, inférieure à 10 enclenchements par jour, ce qui est parfaitement admissible pour les contacteurs automatiques étoile-triangle.

La grande pompe de 0,200 m<sup>3</sup>/s de la Tsi, dont le débit est inférieur à celui d'étiage absolu et qui doit rester en service en permanence tout l'hiver, a été prévue à démarrage à main; elle s'arrête cependant automatiquement en cas de danger et actionne dans ce cas la signalisation d'alarme.

Un dispositif spécial de réenclenchement différé, fonctionnant après un arrêt de service provenant d'une panne de courant, évite l'à-coup électrique à l'usine que provoquerait une mise en marche simultanée des pompes.

Le raccordement des pompes aux conduites d'aspiration et de refoulement ne présente rien d'anormal et comporte les vannes et clapets de retenue habituels.

La conduite de refoulement de la station de pompage de la Tsi, partiellement en tuyaux de béton, a été protégée contre les surpressions se produisant lors des mises en marche et des arrêts simultanés des pompes en cas de panne de courant. Un dispositif à cet effet a été livré par le constructeur des pompes pour limiter les surpressions à 40 % de la pression de service, valeur imposée par le marché et qui est encore admissible pour la sécurité de la conduite.

#### V. Essais de rendement des installations.

Par le fait indiqué déjà précédemment que les stations de pompage fonctionnent en hiver seulement et consomment par conséquent de l'énergie électrique d'hiver, il a été donné une importance toute particulière aux rendements des machines et des installations. Les fournisseurs ont été amenés à garantir les meilleurs rendements possibles et des essais très complets en atelier et en service normal après 4 mois d'exploitation ont été exécutés contradictoirement.

## Rendement des machines et transformateurs.

Objet	Garanti par les fournisseurs	Mesuré aux essais en service normal après 4 mois d'exploitation
	%	%
<i>Station de Branche</i>		
Transformateur Brown Boveri 320 kVA, 380 V	97,2	97,8
Moteur Brown Boveri triph. 120 kW, 380 V	89,5	89,8
Pompe Sulzer 0,080 m <sup>3</sup> /s, 111 m	81,0	81,0
<i>Station de la Tsi</i>		
Transformateur Brown Boveri 800 kVA, 380 V	98,1	98,1
Moteur Brown Boveri triph. 120 kW, 380 V	89,5	89,7
Moteur Brown Boveri triph. 300 kW, 380 V	92,0	92,0
Pompe Sulzer 0,080 m <sup>3</sup> /s, 112 m	81,0	81,3
Pompe Sulzer 0,200 m <sup>3</sup> /s, 112 m	84,0	86,0

Les résultats de ces essais ont été très satisfaisants et montrent que toutes les garanties ont été tenues et que, de ce fait, le rendement général de l'ensemble des installations admis aux projets, était confirmé et même dépassé. Le tableau ci-dessus indique les rendements admis lors des études et garantis par les fournisseurs, et ceux obtenus aux essais en service normal.

La figure 9 montre un graphique du cycle de pompage pour une journée d'exploitation à débit moyen. Le rendement total calculé depuis les bornes de l'alternateur de l'usine d'Orsières jusqu'à la partie supérieure de la conduite de refoulement est de 68 % en moyenne pour les deux stations. Le pompage de l'eau utilise 690 kW, dont 220 kW sont absorbés par les pertes. L'eau pompée produit à l'usine 1280 kW. La puissance récupérée par l'eau pompée est donc, pour cette journée à débit moyen, de 590 kW, auxquels s'ajoutent 500 kW provenant de l'eau de la Reuse de Saleinaz. Le gain est donc de 1090 kW, représentant une augmentation de 24 % par rapport à la puissance moyenne de l'usine de 4600 kW ce jour-là.

## VI. Essais de pression des conduites.

L'utilisation de tuyaux en béton armé centrifugé pour des pressions de service relativement élevées, a motivé, avant la mise en exploitation, l'exécution d'essais des conduites aux pressions garanties. Ces essais ont donné les résultats suivants :

La conduite d'amenée de Saleinaz en tuyaux de béton centrifugé de 400 mm d. i. pour une pression maximum de service de 50 m de colonne d'eau, dans sa partie inférieure, a été essayée sous 60 m pendant deux heures, sans constater un comportement anormal. Chaque tuyau avait, au préalable, été essayé en atelier à la pression garantie de 85 m pendant 2 min, ceci pour les tuyaux du tronçon le plus chargé. Les tuyaux prévus pour une

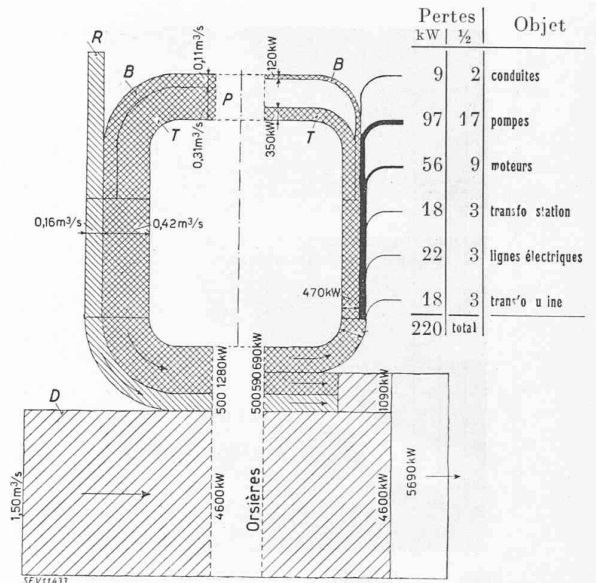


Fig. 9. — Diagramme des puissances de l'usine d'Orsières avec les nouvelles installations.

(un jour du mois de décembre à débit moyen)

P Station de pompage :

B Branche.

T La Tsi.

R Prise d'eau de la Reuse de Saleinaz.

D Débit des prises existantes.

pression de service plus petite ont été soumis à un essai sous une pression proportionnellement moindre.

Un essai de mesure au déversoir du débit de la conduite a permis de déterminer la quantité d'eau débitée, soit 0,550 m<sup>3</sup>/s, qui correspond à un coefficient de rugosité de  $k$  de la formule Strickler de 110 à 120.

La conduite de refoulement de la Tsi a été soumise aux essais suivants :

La partie inférieure en fonte, livrée par *de Roll*, doit supporter à son point bas une pression en service normal de 112 m de colonne d'eau, et une surpression par coup de bélier de 40 % au maximum ; elle a été soumise durant une heure et demie à une pression de 240 m.

La partie supérieure de la conduite, en tuyaux de béton centrifugé, a été essayée durant deux heures, sous une pression de 50 % plus élevée que la pression statique au point le plus chargé. Chaque tuyau avait été essayé au préalable, contradictoirement en atelier, pour la pression garantie de 85 m.

Un essai en service normal a été de plus effectué pour contrôler le dispositif limitant les surpressions provenant des coups de bélier au moment de l'arrêt simultané des pompes. Cet essai réalisé au manomètre enregistreur de précision, a montré que, lors de l'arrêt simultané des pompes, et dans le cas le plus défavorable, la surpression ne dépassait pas la valeur garantie de 40 % de la pression manométrique de refoulement.

## VII. Production d'énergie électrique.

Les courbes de durée des débits montrent que les installations permettent d'utiliser en année moyenne, pres-

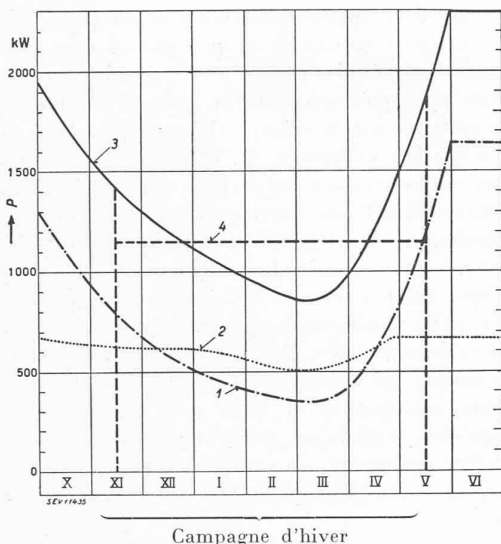


Fig. 10. — Puissances utiles disponibles résultant des nouvelles installations (moyenne de 10 ans).

- 1 Reuse de Saleinaz.
- 2 Pompage des Dranses.
- 3 Puissance totale récupérée (1 + 2).
- 4 Puissance moyenne d'hiver (du 15 novembre au 15 mai).

que complètement, les débits de 6 mois de la campagne d'hiver du 15 novembre au 15 mai<sup>1</sup>. La figure 10 indique la puissance utile produite par l'adduction de la Reuse de Saleinaz et les stations de pompage en année moyenne. Il y a lieu de remarquer que les trois installations se complètent avantageusement. Alors que, par l'adduction de la Reuse de Saleinaz, on obtient, entre le début d'octobre et le 10 décembre d'une part, et à partir du 15 avril d'autre part, une puissance supérieure à celle récupérée par les installations de pompage, le contraire se produit pendant la période des basses eaux allant du 10 décembre au 15 avril. Pendant ce temps, l'eau pompée des Dranses, d'un débit plus constant, surtout à cause des sources captées, permet d'obtenir une puissance sensiblement plus grande que celle provenant de la Reuse de Saleinaz.

Comme le montre la figure 10, les installations nouvelles permettent d'augmenter durant la campagne d'hiver la puissance de l'usine d'Orsières de 1150 kW en moyenne et de produire 5 millions de kWh environ, auxquels il faut ajouter l'énergie produite au début et à la fin de la campagne d'été, 3 millions de kWh environ, ce qui porte à 8 millions de kWh l'augmentation de production réalisée.

Les figures 11 et 12 montrent cette augmentation reportée sur la production de l'usine d'Orsières et font ressortir que la puissance d'étiage de l'usine est augmentée de 20 % environ.

### VIII. Prix de revient de l'énergie.

Le prix de revient de l'énergie produite par les installations nouvelles est bas ; il dépend du taux admis pour

<sup>1</sup> Les six mois de la campagne d'hiver sont comptés habituellement du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars.

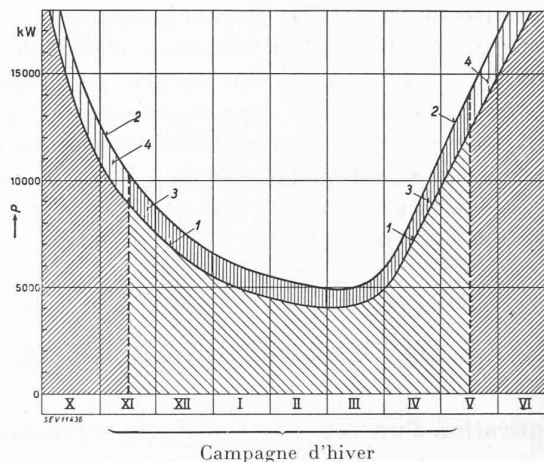


Fig. 11. — Puissances utiles disponibles à l'usine d'Orsières (moyenne de 10 ans).

- 1 Puissance de l'usine d'Orsières seule.
- 2 Puissance de l'usine d'Orsières avec pompage et adduction de la Reuse de Saleinaz.
- 3 Energie supplémentaire d'hiver : 5 millions kWh. (puissance moyenne 1150 kW pendant 4320 h).
- 4 Energie supplémentaire d'été : 3 millions kWh (puissance moyenne 1750 kW pendant 1700 h).

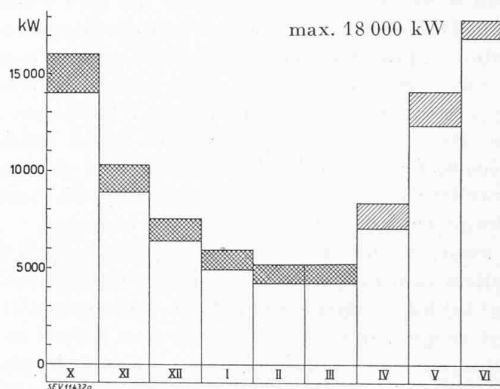


Fig. 12. — Puissances mensuelles moyennes de l'usine d'Orsières. Les surfaces hachurées correspondent à l'énergie supplémentaire résultant des nouvelles prises d'eau.

le service d'intérêts, d'amortissement et de renouvellement du capital engagé et pour couvrir les frais d'exploitation. Ces derniers ne sont pas élevés, car le service des stations de pompage est automatique et peut être parfaitement surveillé par les gardiens des prises d'eau de l'usine d'Orsières qui ont relativement peu à faire en hiver ; il n'a donc pas été nécessaire d'engager de personnel nouveau. Une visite journalière suffit pour se rendre compte si le service des stations est normal, pour effectuer le graissage, pour régler la ventilation des locaux, pour faire la lecture des instruments et pour le nettoyage.

En admettant pour les charges du capital et la couverture des frais d'exploitation un taux normal, le prix de revient de l'énergie produite par les installations nouvelles est très favorable, surtout en tenant compte du fait que, sur les 8 millions de kWh produits, les 65 % sont de l'énergie constante d'hiver.



Il est clair que ce résultat est très intéressant et qu'il améliore avantageusement la production d'hiver de l'usine d'Orsières. Il a été de plus possible de bénéficier rapidement de cette énergie supplémentaire, puisque les travaux commencés au printemps 1942 ont permis une mise en exploitation de l'adduction de la Reuse de Saleinaz au début de novembre et celle des stations de pompage à Noël de la même année.

## ÉCOLE D'INGÉNIEURS DE LAUSANNE

### Inauguration d'un cours de « Géologie technique ».

Le nouveau plan d'études de la section du génie civil de l'E. I. L. comble une lacune par l'introduction d'un cours de *géologie technique* qui vient compléter l'enseignement de la *géotechnique*, introduit il y a une dizaine d'années, et celui des *fondations*. L'Ecole d'ingénieurs voue ainsi une attention toute spéciale à cet ensemble de techniques nouvelles qui s'inscrit entre la science de la construction, plutôt mathématique, et la géologie proprement dite qui est une science naturelle.

Ce cours a été confié M. A. Falconnier qui eut l'occasion de faire connaître dans notre revue les résultats de ses travaux. Spécialiste des problèmes géologiques que pose la construction des ouvrages importants du génie civil, il ne cessa, au cours de ces dernières années, en Suisse et à l'étranger, d'être le collaborateur hautement apprécié d'un grand nombre de nos collègues. Cette activité le désignait tout particulièrement pour être chargé à l'Ecole d'ingénieurs de l'enseignement, récemment introduit, de la *géologie technique*.

Après avoir, en quelques mots, rappelé tout ce qu'il devait à ses maîtres et à l'expérience acquise au contact des ingénieurs dont il fut le collaborateur, M. A. Falconnier s'attacha à montrer ce que l'on pouvait attendre d'un travail en commun toujours mieux compris et mieux préparé du géologue et de l'ingénieur civil. De cette partie de son exposé nous retenons, parmi beaucoup d'autres, ces lignes : « ... Le géologue ne doit pas croire qu'il est le maître incontesté du terrain et s'imaginer que seules, ses méthodes de recherches et sa manière de penser, lui permettront de porter un jugement objectif sur les différents cas qu'il rencontrera dans la pratique. Il devra, en connaissance de cause, intéresser parfois l'ingénieur à ce qui se trouve au delà des surfaces d'appui de la construction, et, en tant que naturaliste spécialisé dans le domaine des travaux publics, il aura avantage, dans certains cas, à laisser à l'ingénieur et plus spécialement au géotechnicien, le soin de faire les calculs, les essais et toutes les mesures nécessaires à l'établissement d'un rapport géologique complet. Le géologue associera donc parfois un ingénieur à ses études, de même que l'ingénieur associe souvent un géologue à ses travaux et c'est ainsi que peut se créer une collaboration féconde entre hommes de sciences. L'important dans toute collaboration, c'est de bien préciser, dès le début, le domaine respectif des compétences : chaque honnête homme doit connaître les limites de son savoir et de son pouvoir. Si l'on cache son ignorance en surestimant ses capacités, l'on n'est pas loyal vis-à-vis de celui qui vous fait confiance... »

Puis c'est à un examen détaillé des différents rôles que peut être amené à jouer le géologue dans le domaine de la construction que se livre le conférencier. Il montre enfin que pour

être féconde cette intervention doit trouver chez l'ingénieur un savoir et une compréhension que celui-ci ne saurait avoir si, au cours de ses études déjà, il n'est pas initié aux règles de la géologie appliquée qui, tout en puisant ses méthodes et son inspiration dans la science théorique, emploie ses ressources à des fins utilitaires. M. Falconnier est enfin amené à préciser ce que sera son cours. Il en note les différents chapitres, mentionnant successivement les très nombreux problèmes techniques dont la solution ne peut être rationnellement trouvée sans une étude géologique fouillée. Il précise pour chaque cas le caractère des études qu'il convient d'entreprendre et les connaissances qu'elles requièrent de la part du géologue et du technicien. Il passe en revue tous les domaines de la technique des travaux où la géologie peut trouver une application intéressante et utile pour le constructeur et montre qu'ainsi le géologue, poète et philosophe à ses heures, saura mettre également son savoir et son expérience au service du plus noble idéal que puisse suivre l'ingénieur, celui de bâtir.

## DIVERS

### Les « plans de quartier » à Lausanne.

La Municipalité soumet au Conseil communal un préavis proposant l'adoption d'un *plan de quartier* pour un ensemble de propriétés comprises entre l'avenue de Cour, le chemin de Primerose, la future artère Denantou-Maladière et le chemin de la Batelière.

Ces propriétés sont dans la périphérie sud-ouest de la ville, non loin du lac, sur le tracé d'une grande artère de tourisme. Si l'on excepte les bâtiments locatifs actuels en bordure de l'avenue de Cour, le quartier est peu bâti. Vu des rives du lac, par exemple, il présente l'aspect d'une belle zone de verdure qui, tôt ou tard, sera livrée à la construction ; la situation de ce quartier, à l'entrée de la ville et voisin du lac, commande un aménagement tout particulièrement étudié. Lausanne, ville de tourisme, d'études et de résidence, centre médical, intellectuel et artistique, doit orienter son développement de façon à offrir aux visiteurs et aux étrangers le maximum d'agrément et d'avantages dans le plus beau des cadres.

Or, si complet et judicieux que soit un règlement (rappelons que celui du Plan d'extension de Lausanne vient d'être entièrement refondu et contient des principes d'urbanisme moderne), il ne saurait être appliqué uniformément sur tout le territoire communal.

Dans le cas qui nous occupe, l'application pure et simple du règlement aurait pour conséquence une construction « au petit bonheur », sans idée directrice ni plan d'ensemble. La notion de « *plan de quartier* », nouvellement introduite dans la Loi cantonale sur la police des constructions et reprise dans le Règlement communal concernant le Plan d'extension, a permis à la Municipalité de prévoir l'aménagement rationnel de cet ensemble de propriétés, tel qu'il sera réalisé au fur et à mesure que des constructeurs se présenteront. Si, pratiquement, la construction est momentanément arrêtée, tout fait prévoir qu'aussitôt que les conditions redeviendront normales, elle reprendra de plus belle. Pour la diriger, l'orienter, il faut des plans préparés à l'avance dans leurs moindres détails et prêts à être réalisés. Ce plan de quartier à l'avenue de Cour en est un.

L'étude a été conçue de la façon la plus large, en tenant compte dans toute la mesure du possible des légitimes inté-