

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

**Band:** 54 (1928)

**Heft:** 15

**Artikel:** L'usine de Broc et son bassin d'accumulation (lac de Montsalvens)  
(suite et fin)

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-41884>

#### 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:** 26.01.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

**SOMMAIRE :** *L'usine de Broc et son bassin d'accumulation (lac de Montsalvens) (suite et fin). — Immeuble à appartements, à Paris. — Concours concernant un système pratique de mesure du rendement des turbines hydrauliques. — « Aluminium-Fonds Neuhausen ». — BIBLIOGRAPHIE. — SOCIÉTÉS : Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne. — Service de placement.*

## L'usine de Broc et son bassin d'accumulation (lac de Montsalvens)

(Suite et fin).<sup>1</sup>

**Alternateurs.** — L'usine fut équipée pour une première période de service avec :

4 alternateurs triphasés, du type fermé, à axe vertical, avec excitatrice en bout d'arbre et prévues pour l'accouplement direct à des turbines hydrauliques ; chaque alternateur fut construit pour les données suivantes :

Puissance absorbée sur l'arbre sous $\cos \varphi = 0,8$	6000 ch
Puissance utile apparente . . . . .	5300 kVA
Puissance utile réelle sous $\cos \varphi = 0,8$ . . . . .	4240 kW
Tension nominale composée aux bornes . . . . .	8600 V
Vitesse . . . . .	500 t/m
Fréquence . . . . .	50 p/sec

Chaque alternateur est prévu pour ventilation artificielle et est surmonté d'un croisillon sur lequel est placé le palier-support fourni par le constructeur des turbines et qui supporte le poids de l'excitatrice, du rotor de l'alternateur, de la roue de la turbine, y compris son arbre et la poussée de l'eau, soit un poids total d'environ 60 tonnes.

Les bobines de l'induit, qui a été fourni en deux parties, ont été placées dans des rainures ouvertes et sont facilement interchangeables. Elles ont été très soigneusement isolées de la masse et entre elles, spécialement les bobines d'entrée de chaque phase.

Les inducteurs à pôles tournants, feuilletés, fixés à la jante par des plaques d'acier et des clavettes, ont été construits solidement, de façon à pouvoir supporter une vitesse deux fois supérieure à la vitesse normale, soit donc 1000 tours/minute. Ils portent des enroulements formés de ruban de cuivre enroulés de champ, également soigneusement isolés de la masse.

L'équipement des groupes génératrices fut complété en 1927 par l'installation d'un cinquième groupe hydroélectrique, composé d'une turbine hydraulique, identi-

que aux quatre turbines déjà installées et d'un alternateur triphasé, du type fermé, à axe vertical et excitatrice en bout d'arbre, répondant aux données techniques suivantes :

Puissance absorbée sur l'arbre sous $\cos \varphi = 0,55$ . . . . .	6000 ch
Puissance utile apparente = . . . . .	7500 kVA
Puissance utile réelle sous $\cos \varphi = 0,55$ . . . . .	4125 kVA
Tension nominale composée aux bornes . . . . .	8800-9200 V
Vitesse . . . . .	500 t/m
Fréquence . . . . .	50 p/sec

Cet alternateur est dimensionné pour une puissance utile apparente dépassant d'environ 50 % celle des quatre alternateurs déjà existants avant 1927 et permettra de faire travailler en parallèle ces quatre alternateurs sous le  $\cos \varphi = 0,8$ , pour lequel ils ont été construits, assurant ainsi une bonne marche très économique des turbines hydrauliques qui les actionnent à pleine charge. La construction de cet alternateur devait être telle qu'elle permit de le placer sur des fondations existantes ayant les dimensions de celles des quatre groupes de 5300 kVA déjà en service. Pour pouvoir satisfaire aux diverses conditions imposées, la hauteur active de l'alternateur, dont le stator fut également exécuté en deux parties, fut augmentée. En outre, l'inducteur à pôles tournants fut exécuté avec des noyaux polaires en acier coulé, fixés à la jante par des griffes ancrées et des clavettes (fig. 26 et 27) (construction «Oerlikon» brevetée, voir «Bulletin Oerlikon», N° 47, de mai 1925). Ces griffes introduites de côté dans des rainures cylindriques pratiquées dans le corps du rotor, y maintiennent les noyaux polaires serrés au moyen de cales légèrement coniques de forme appropriée et qui peuvent être retirées à volonté pour permettre de démonter les pôles sans qu'il soit nécessaire de déplacer le stator ou le rotor.

Pour ce qui concerne les autres parties, l'alternateur de 7500 kVA ne diffère matériellement pas des alternateurs de 5300 kVA.

Les cinq alternateurs fournis par les *Ateliers de construction Oerlikon* ont entièrement rempli les conditions imposées par les contrats, au sujet des rendements, échauffements, isolation, etc.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 16 juin 1928, page 134.

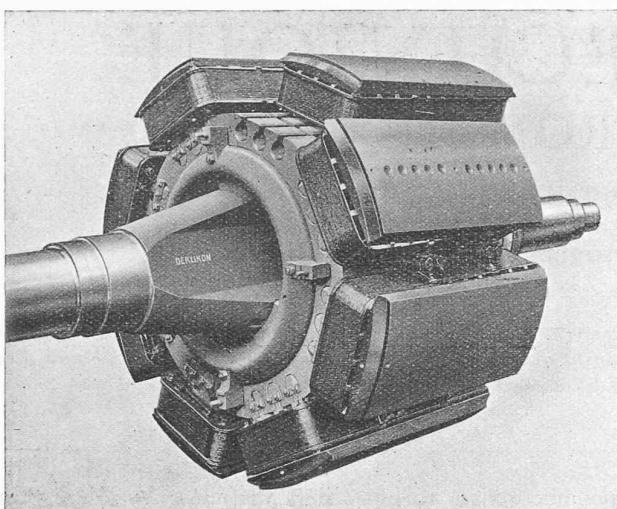


Fig. 26. — Rotor avec un de ses pôles partiellement désagréafé.

*Transformateurs.* — Les transformateurs élévateurs de tension ont été livrés par la *S. A. Brown, Boveri & Cie*, à Baden (fig. 28).

Normalement, chaque transformateur est accouplé directement à un alternateur avec lequel il forme une unité génératrice. Par le jeu des barres omnibus à 8000 V, il est possible de relier un transformateur quelconque à l'un quelconque des alternateurs.

Les quatre premiers transformateurs ont été construits pour une puissance unitaire en marche continue de 5300 kVA à la fréquence de cinquante périodes par seconde. Ils sont disposés de manière à fournir à pleine charge, avec  $\cos \phi = 0,8$ , chacun des quatre rapports de transformation suivants :

$$8000/36000 \text{ V}, \quad 8600/36000 \text{ V}, \quad 8000/63000 \text{ V}, \\ 8600/63000 \text{ V}.$$

La tension de 36 000 V du côté secondaire est obtenue en couplant les enroulements haute tension en triangle,

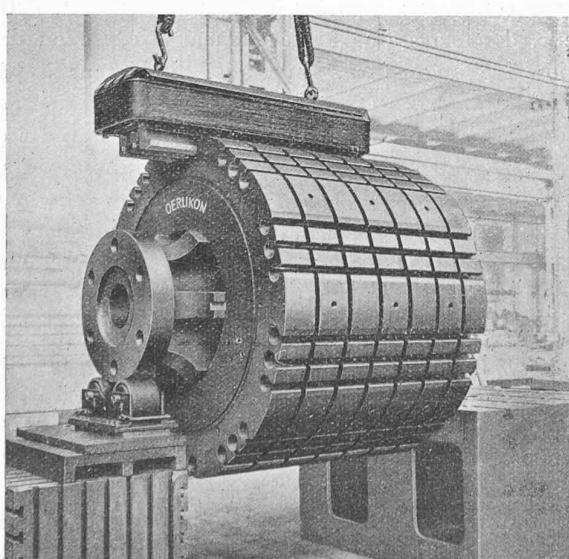


Fig. 27. — Fixation d'un noyau polaire sur le rotor d'un alternateur.

tandis que la tension de 63 000 V est réalisée en connectant ces mêmes enroulements en étoile. Du côté primaire, les enroulements sont branchés en étoile et prévus pour être alimentés sous une tension variant de 8000 à 8600 V. Dans ce but, des prises supplémentaires sont disposées sur l'enroulement basse tension et amenées au-dessus du couvercle.

Les transformateurs sont du type à refroidissement par circulation d'huile. Leur carcasse comporte trois noyaux disposés dans un même plan et deux culasses dont l'une est placée à la partie supérieure et l'autre à la partie inférieure du circuit magnétique. Culasses et noyaux sont assemblés au moyen de presses et boulons de serrage. Les tôles des noyaux et culasses ne sont pas enchevêtrées mais placées directement les unes sur les autres, ce qui facilite le démontage et le remontage du transformateur. Les joints ont été soigneusement rabotés en vue de diminuer autant que possible le ronflement des transformateurs.

Les noyaux ont une section presque circulaire permet-

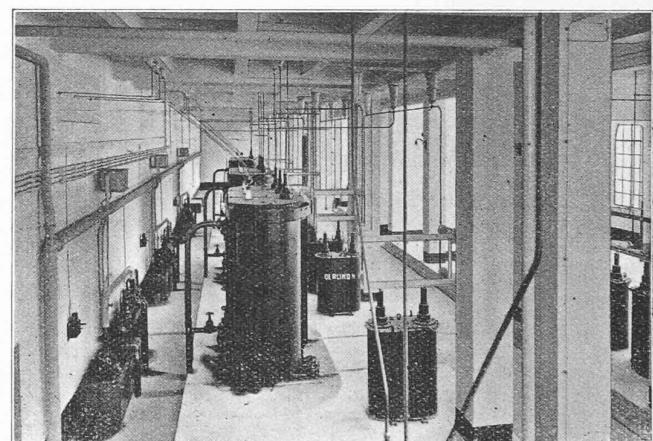


Fig. 28. — Salle des transformateurs.

tant l'emploi de bobines rondes qui résistent beaucoup mieux que les bobines rectangulaires ou ovales aux efforts de flexion dus aux courts-circuits. Les tôles du circuit magnétique sont isolées au papier et réunies par paquets. Les paquets de tôles sont séparés les uns des autres par des couches d'isolant et assemblés au moyen de boulons isolés. Les tôles d'extrémités, plus épaisses que les autres, sont d'un alliage spécial permettant de réduire au minimum les pertes occasionnées par les courants de Foucault.

Des canaux traversent culasses et noyaux perpendiculairement aux tôles : ils offrent un passage à l'huile à l'intérieur du circuit magnétique. Il en résulte un refroidissement efficace du fer : avantage appréciable pour la durée du transformateur.

Les enroulements sont calés au moyen d'un dispositif breveté de serrage à ressorts. Ce dispositif comprend des bagues de serrage en acier reliées par des boulons pourvus de ressorts à boudin. Il permet au transformateur de résister aux courts-circuits les plus violents sans déformation aucune. Les bobines reprennent automatique-

ment, grâce aux ressorts, leur position primitive après le court-circuit.

L'huile du transformateur est mise en circulation par une pompe centrifuge et chassée à travers un réfrigérant où un courant d'eau la refroidit. La pompe, d'un débit de 290 l/min en charge normale, est accouplée directement à un moteur asynchrone de 2 ch. La quantité d'eau de refroidissement traversant le réfrigérant est d'environ 95 l/min.

Le réfrigérant est constitué par un cylindre en fonte pourvu de chaque côté d'un couvercle de même métal. A l'intérieur du cylindre sont disposés, parallèlement à l'axe de l'appareil, des tubes en laiton. L'eau traverse les tubes, tandis que l'huile parcourt l'appareil en sens inverse et baigne, grâce à un système de chicanes, les parois extérieures de ces tubes. La pression de l'huile, à l'intérieur de l'appareil, est plus élevée que celle de l'eau de refroidissement, ce qui empêche l'infiltration de l'eau dans l'huile, en cas de manque d'étanchéité d'un tube.

L'eau à la sortie du réfrigérant, s'écoule dans un appareil avertisseur d'interruption d'eau qui actionne un signal d'alarme en cas d'arrêt total ou de circulation insuffisante de l'eau.

Aux essais de réception, les garanties données par le constructeur pour le rendement, l'échauffement, etc., ont été pleinement satisfaites.

*Distribution de la Centrale, appareillage.* — La salle de l'appareillage fut équipée par les « Ateliers de construction Oerlikon » à l'exception des appareils de réglage et de protection qui furent fournis par la « S. A. Brown Boveri et Cie », à Baden. Ce dispositif, utilisé dans la plus grande partie des centrales modernes, comprend : 1 régulateur de tension ; 1 régulateur limiteur d'intensité ; 1 relais à maximum d'intensité ; 1 relais à maximum de tension ; 1 relais à retour d'énergie et 1 commutateur de désamorçage.

Le régulateur de tension est du type statique, avec transformateur de compensation. Il a pour but, non seulement de maintenir la tension constante, mais encore d'assurer une répartition correcte de l'énergie déwattée en proportion de l'énergie wattée pour les différents groupes et, en outre, d'adapter la tension de l'Usine de Broc à celle des autres centrales travaillant en parallèles avec elle. En cas de surcharge inadmissible pour les alternateurs et de court-circuit, le régulateur limiteur d'intensité entre en action, de façon à ramener le courant à une valeur ne présentant pas de danger pour l'alternateur et le reste de l'installation. De cette façon, on diminue considérablement le travail des interrupteurs, lors de déclenchement de court-circuit, et, en outre, on évite des déclenchements intempestifs des alternateurs. Le régulateur limiteur d'intensité est relié à deux transformateurs d'intensité, couplés en opposition, de façon à fonctionner quelle que soit la nature du court-circuit. En cas de court-circuit dans l'installation elle-même, ou lorsqu'une surcharge importante dure pendant un temps inadmissible pour les machines,

le déclenchement des alternateurs est nécessaire. Ceci est obtenu au moyen du relais à maximum d'intensité, à action différée, qui agit au bout de huit à dix secondes, si la perturbation n'a pas disparu. Lors d'un défaut à l'intérieur d'un alternateur ou d'un transformateur, il est de première importance que l'unité défectueuse soit non seulement déclenchée le plus rapidement possible, mais aussi complètement démagnétisée. Ce but est atteint au moyen du relais à retour d'énergie qui agit instantanément et provoque le déclenchement de l'interrupteur du commutateur de désamorçage, coupant complètement l'excitation.

Le fonctionnement du commutateur de désamorçage

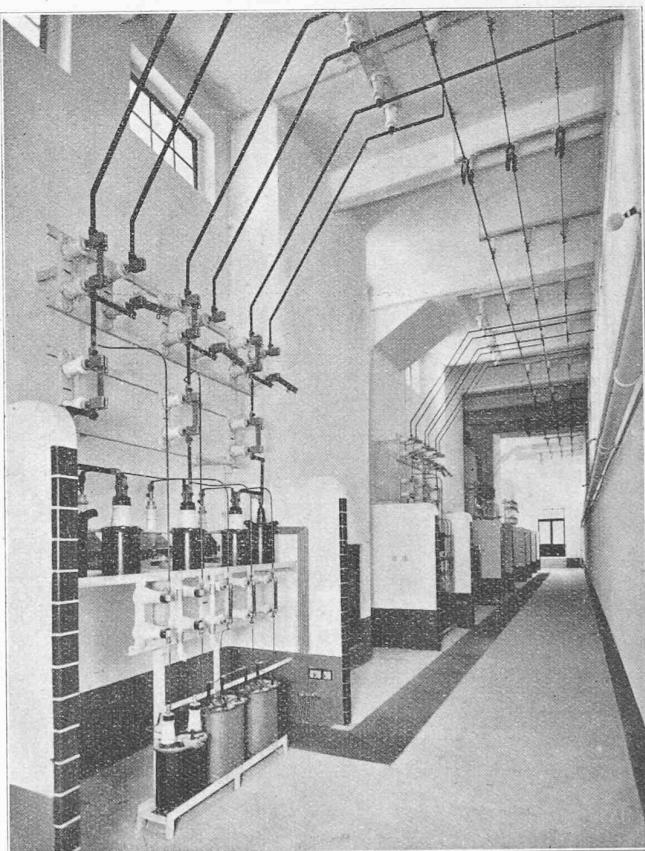


Fig. 29. — Connexions à 8000 volts.

peut être provoqué également par le relais à maximum de tension, par exemple en cas d'emballement de la turbine. Les relais à retour d'énergie sont alimentés par des transformateurs placés du côté haute tension, de façon à protéger non seulement les alternateurs, mais aussi les transformateurs. Lorsque l'on utilise les barres auxiliaires à 8000 V., un commutateur spécial permet de commuter également les circuits de protection.

Le schéma de la centrale indique sa distribution. Chaque alternateur à 8000 V est, en service normal, relié directement au transformateur qui lui fait face lequel, à son tour, est connecté, par le moyen d'un commutateur à air, soit aux barres à 36 000 V, soit à celles à 62 500 V. De ces rails partent les lignes. (fig. 29).

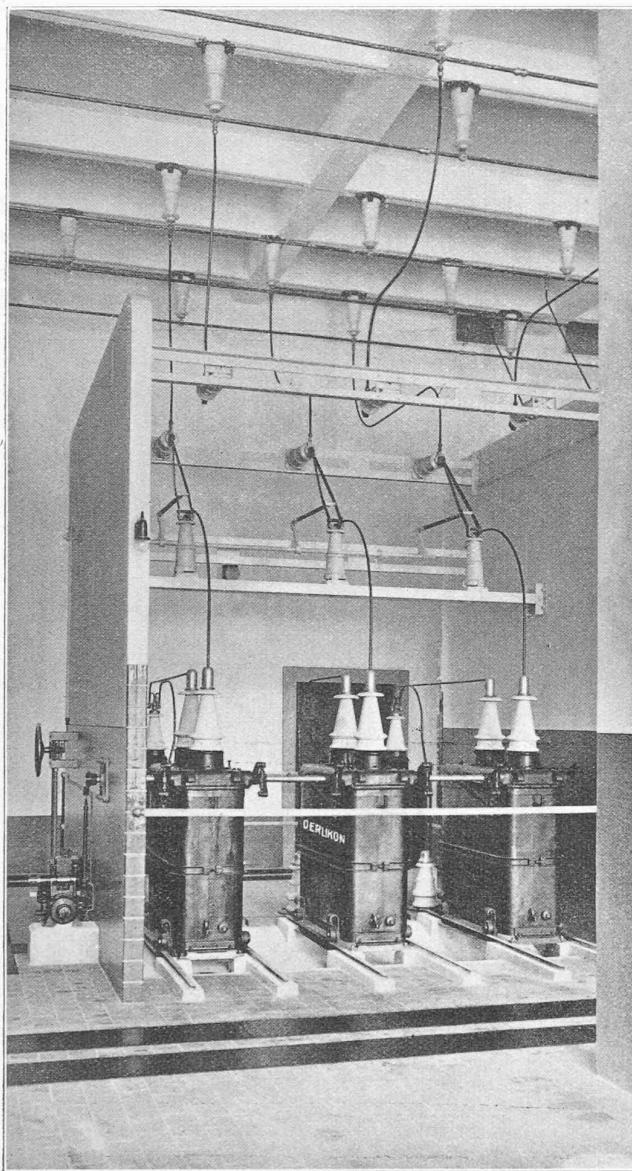


Fig. 30. — Vue d'un départ à 36 000 volts.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, les rails à 8000 V permettent d'interconnecter alternateurs et transformateurs suivant les nécessités de l'exploitation. Sur ces mêmes rails à 8000 V sont montés une résistance hydraulique tripolaire pour les essais des machines et un transformateur-réducteur pour le service de l'usine, 50 kVA, 8000/190/110 V.

Le changement de couplage des enroulements secondaires des transformateurs-élévateurs, de triangle en étoile ou vice-versa, se fait sur le couvercle des transformateurs.

Il y a deux jeux de rails à 36 000 V et un à 62 500 V. Chacun est muni de voltmètres statiques. Le rail I, 36 000 V, alimente un transformateur de 125 kVA, 190/110 V au secondaire, pour le service de l'usine.

Au moment où cet article est écrit, la centrale de Broc compte quatre départs de lignes à 36 000 V, un à 58 200 V et un à 62 500 V, tous dans la salle de l'appareillage (fig. 30).

Les départs à 36 000 V sont ceux des lignes suivantes :

Ligne Bulle : fournissant du courant de secours au réseau de la Société Electrique de Bulle.

Ligne de Montbovon : reliant Broc à la centrale hydro-électrique de Montbovon. Cette ligne, prolongée de Montbovon en direction du Valais par le Col des Mosses, met également la Centrale de Broc en relation avec la Société Romande d'électricité, par l'usine du Pont de la Tine, et avec les usines électriques de la Lonza par ses installations de Montheys.

Lignes Hauterive I et Hauterive II : reliant Broc à l'usine hydro-électrique de Hauterive, propriété des E. E. F.

Ces départs sont branchés soit sur le rail I soit sur le rail II à 36 000 V, suivant les nécessités du service. Le départ de la ligne de Montbovon peut être relié directement à un transformateur : donc indépendamment des rails collecteurs.

Le départ à 62 500 V est celui de la ligne qui, reliée également à la centrale de Hauterive, alimente la station de La Corbatière près de La Chaux-de-Fonds.

Chacun des départs précédents est pourvu d'une mise à la terre hydraulique avec ampèremètres et d'un interrupteur tripolaire à bain d'huile avec résistance de choc commandé du podium.

La dernière sortie, à 58 400 V, est celle de la ligne qui en réunissant la centrale de Broc au réseau de l'E. O. S. (Energie de l'Ouest Suisse), permet aux usines fribourgeoises et à celles de l'E.O.S. de s'entr'aider mutuellement. Cette ligne est branchée sur le rail I 36 000 V par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur-réducteur série fourni par les Ateliers de Construction Oerlikon, 6100 kVA 58 400/36 700-36 200/650 V.

#### *Poste de couplage entre le réseau des E. E. F. et l'E. O. S.*

— Pour raccorder le réseau des *Entreprises électriques fribourgeoises* à celui de l'*Energie de l'Ouest-Suisse* en vue d'un échange mutuel d'énergie, il a été prévu à la centrale un poste de couplage correspondant. La ligne de jonction part des Chevalleyres, où la tension varie de 55 700 à 58 400 volts, et aboutit à Broc, à 28 km des Chevalleyres, où la tension du réseau des E. E. F. peut varier entre 32 000 et 36 000 volts. Il a donc été nécessaire de prévoir au poste de couplage un transformateur élevant la tension du réseau des E. E. F. à la valeur de la tension du réseau de l'E. O. S., tout en tenant compte de la variation de tension des deux réseaux et du problème d'échange de puissance déwattée entre les centrales respectives.

Lorsque deux centrales sont reliées entre elles, le réglage de la puissance transmise de l'une à l'autre s'effectue uniquement par les régulateurs des machines motrices. Mais tandis que la répartition de la charge est obtenue par ces moyens mécaniques, la répartition des puissances déwattées dépend essentiellement de la relation entre les tensions. Une autre cause d'échange d'énergie peut aussi être due à ce que, avant d'être connectées, les deux centrales ont été réglées pour leurs réseaux respectifs à

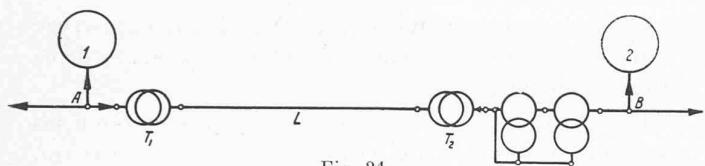


Fig. 31.

une tension bien déterminée qui ne doit évidemment subir aucune variation du fait de l'interconnexion.

Considérons (fig. 31) les deux centrales 1 et 2 et désignons par *A* et *B* les barres omnibus auxquelles sont raccordés leurs réseaux et la ligne *L* qui les relie l'une à l'autre. Comme les deux jeux de barres ne sont généralement pas à la même tension, il est nécessaire de prévoir des transformateurs élévateurs et abaisseurs *T<sub>1</sub>* et *T<sub>2</sub>*. Pour fixer la répartition de la charge, admettons que la centrale 2 reçoive de l'énergie de la centrale 1 par la ligne *L*.

La puissance transmise par la centrale 1 parvient à la centrale 2 sous un  $\cos \varphi$  généralement différent de celui de son propre réseau, de sorte qu'elle ne peut l'utiliser sans fournir elle-même un supplément de puissance déwattée. Dans le cas le plus favorable, elle ne recevra qu'une puissance bien déterminée sous forme directement utilisable. On reconnaît par là que, si les tensions aux barres et les rapports de transformation des transformateurs sont maintenus constants, la centrale 2 doit fournir une certaine puissance déwattée, variable avec la puissance qu'elle reçoit, pour rendre cette dernière utilisable pour son réseau.

L'échange d'énergie donne donc lieu, suivant la puissance transmise, à une circulation de courants de compensation inutiles entre les deux centrales, d'où une charge indésirable qui contribue à l'échauffement des alternateurs et de la ligne, empêchant par là d'obtenir une bonne utilisation de tout le système. Il était par conséquent nécessaire de trouver un moyen permettant d'arriver à une répartition économique des puissances déwattées.

Le meilleur moyen d'agir sur les courants déwattés consiste à faire varier la tension sur les barres omnibus, ou le rapport de transformation des transformateurs si cette tension doit être maintenue constante, mais le réglage idéal de puissances déwattées s'obtient au moyen du régulateur d'induction. Ce mode de réglage est représenté par la figure ci-dessus et a été réalisé dans la centrale de Broc au moyen d'un régulateur double qui, abstraction faite des chutes de tensions internes, n'occasionne aucun déphasage entre la tension qu'il reçoit et celle qu'il donne. Avec ce régulateur, il est possible de régler la tension à l'extrême de la ligne d'interconnexion indépendamment de la tension aux barres de la centrale 2, de manière que cette centrale n'ait à fournir aucun supplément de puissance déwattée, quelle que soit la charge.

Les variations de tension étant continues, une bonne répartition des puissances déwattées ne peut être obtenue qu'avec un dispositif qui règle automatiquement

à une valeur constante le  $\cos \varphi$  sous lequel l'énergie est transmise. Conformément aux conditions de service, il fallait donc que le régulateur fût à même de maintenir le  $\cos \varphi$  constant, indépendamment des grandes variations de tension, des variations de courant et du sens dans lequel a lieu le transport d'énergie ; il devait en outre être facilement ajustable à n'importe quelle valeur du  $\cos \varphi$ , sans que sa sensibilité soit altérée.

Le problème a été résolu par un régulateur automatique de  $\cos \varphi$ , système *Oerlikon*, agissant sur le servomoteur commandant le régulateur d'induction. C'est un appareil composé d'une balance combinée avec régulateur Thury et avec un relais électrique spécial muni de deux bobines de tension et de deux bobines d'intensité connectées de façon à tenir l'équilibre tant que le  $\cos \varphi$  pour lequel il a été ajusté reste constant. Pour toute variation du  $\cos \varphi$  l'équilibre du régulateur est rompu et il entre en fonction en faisant déplacer le régulateur d'induction dans un sens ou l'autre jusqu'à ce le  $\cos \varphi$  pour lequel l'appareil a été réglé soit rétabli. (fig. 32).

Le transformateur assurant la liaison entre les deux réseaux est du système à refroidissement par circulation d'huile dans un réfrigérant séparé. Outre les deux enroulements de 58 000/36 000 volts, il est muni d'un troisième enroulement à 650 volts servant pour l'excitation du régulateur d'induction qui est bobiné à basse tension. Le stator du régulateur d'induction est connecté au réseau par l'intermédiaire d'un transformateur série fournissant la tension de réglage et isolé pour la tension de service de 36 kV.

La puissance du transformateur est de 5000 kVA,

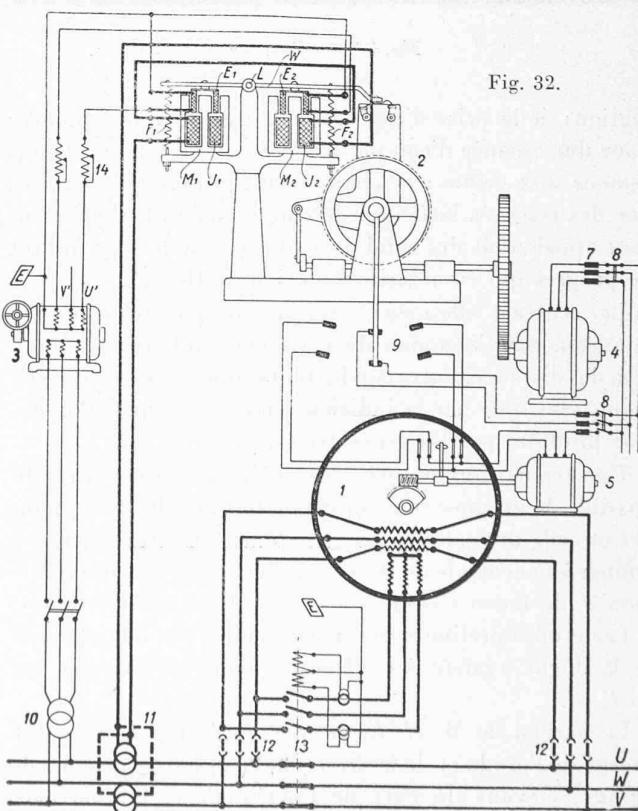


Fig. 32.

qui est en même temps la puissance externe du régulateur d'induction, sa puissance interne étant de 570 kVA. Le régulateur d'induction est du type à axe horizontal avec ventilation forcée, assurée par deux groupes moto-ventilateurs adossés à chacun des deux régulateurs formant le groupe de régulateur double.

C'est la première installation de ce genre prévue et réalisée en Suisse et elle a été livrée entièrement par les « Ateliers de construction Oerlikon ».

*Note finale.*

En résumé, l'usine de Broc avec ses ouvrages adjacents, réalise une conception nouvelle, au double point de vue du but à atteindre et des moyens techniques mis en œuvre à cet effet.

Elle n'a point d'aînée dans son genre, en Europe. Son barrage en arc, d'un profil inédit sur le continent ; les

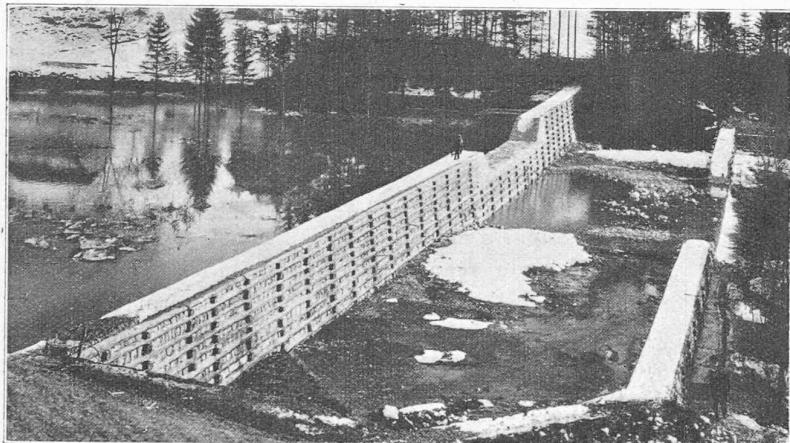


Fig. 33. — Barrage sur le Javroz.

sections de la prise d'eau et de la galerie, dimensionnées pour une amenée d'eau par progression de vitesse et sans remous aux grilles ; la chambre d'équilibre permettant, par des réserves latérales, de compenser instantanément tout appel subit des conduites sous pression, sont autant de progrès qui caractérisent l'usine de Broc.

La centrale elle-même marque un pas franchement nouveau, par l'abandon du système cellulaire et l'adoption des distances entre conducteurs comme moyen d'isolation, ainsi que par la judicieuse mise à profit de la chaleur produite par les génératrices.

Une répartition adaptée des différents locaux a rendu possible de grouper sous un même toit la salle des machines et celle des connexions et l'architecte a réussi ainsi à donner à la centrale de Broc un aspect extérieur qui s'harmonise de façon très heureuse avec le site environnant.

Les études préliminaires de l'ensemble des installations de la Jagne avaient été effectuées dans les bureaux des E. E. F.

Le bureau de M. H.-E. Gruner, ingénieur à Bâle, fut chargé de l'étude et de la direction de la partie des installations relevant de l'art de l'ingénieur civil : barrage,

prise d'eau, galerie d'amenée, château d'eau. Le barrage arqué de la Jagne est, nous le répétons, le premier de ce genre édifié en Suisse.

L'étude définitive de la partie électrique, la direction des travaux la concernant, furent confiées à M. Jean Landry, ingénieur, professeur et directeur de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne.

Dans le but de jeter un peu de lumière sur la question si complexe de la prise d'une grande masse de béton, qui est de la plus haute importance dans la construction des barrages, la Direction des E. E. F. décida de faire procéder à une série de mesures au barrage de Montsalvens. Cette décision fut prise uniquement pour faire progresser la technique de la construction des barrages : elle était absolument désintéressée puisque l'ouvrage de la Jagne n'était pas appelé à en bénéficier.

M. le Dr Paul Joye, professeur de physique à l'Université de Fribourg, mit au point une méthode de mesure et créa l'appareillage voulu pour pouvoir déterminer à tout instant et durant une très longue période la température à l'intérieur du barrage en différents points de sa masse judicieusement choisis.

Ces recherches sur les variations et la répartition de la température au barrage de Montsalvens ont fait l'objet d'une publication parue dans le « Bulletin technique de la Suisse romande », en 1922, à laquelle nous renvoyons les intéressés.

Commencées en 1918, achevées en 1921, les installations de la Jagne devaient naturellement se ressentir de la période qui suivit immédiatement la grande guerre. L'instabilité des prix, qui fut une des caractéristiques de l'époque, intervint fâcheusement pour troubler les devis les mieux étudiés.

En plus de ces travaux, les E. E. F. ont construit sur le Javroz, affluent du lac de Montsalvens, une série de barrages pour retenir les matériaux provenant du flisch et charriés par cette rivière (fig. 33).

En dépit des circonstances défavorables qui accompagnèrent, dans cette période tragique, la mise en œuvre de cette usine, ses installations dans leur ensemble ont répondu à la confiance que les Autorités supérieures du pays avaient mise dans la création de cet important appoint d'énergie électrique, complément nécessaire du bien-être et du confort pour les villes et campagnes desservies par le réseau des Entreprises électriques fribourgeoises.

#### Immeuble à appartements, à Paris.

Depuis plusieurs années, des tendances nouvelles influent sur la composition architecturale. Ces tendances doivent être commandées d'abord par les matériaux employés et par la raison d'économie qu'impose la cherté de ces matériaux et de la main-d'œuvre. C'est d'ailleurs cette raison d'économie qui a amené la simplification du décor.