

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 40 (1914)  
**Heft:** 6

**Artikel:** La nouvelle centrale des Forces motrices bernoises, près de Kallnach  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-30841>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

# Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

RÉDACTION : Lausanne, 2, rue du Valentin : D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *La nouvelle centrale des Forces motrices bernoises, près de Kallnach.* — *Sur quelques appareils d'intégration*, par A. Ansermet, ingénieur (Suite et fin). — Royaume de Belgique. Prix du Roi. — Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Société fribourgeoise des ingénieurs et architectes. (Suite et fin). — L'« Oeuvre ». — Bibliographie.

## La nouvelle centrale des Forces motrices bernoises, près de Kallnach.

### Barrage et digues d'amont.

La centrale de Kallnach utilise la chute de l'Aar, depuis l'embouchure de la Sarine près de Wileroltingen jusqu'au pont de Walperswil. Cette partie de la rivière fait une grande courbe irrégulière d'environ 16 km. et présente une chute brute d'environ 24 m. Près de Niederried, l'Aar fait un angle droit contre Aarberg. Sa rive gauche est ici fortement en pente et consiste en molasse passablement dure. La couche de molasse traverse toute la rivière à une profondeur de 6 à 10 m. sous le niveau de l'eau. Le barrage, construit à cet endroit, relève le niveau de l'Aar de 8 m. La contrée située entre Oltigen et le barrage, se trouvant être plus basse que le niveau de l'Aar, a dû être protégée contre les inondations par des digues. Celles-ci, d'une longueur d'environ 2 km., ont une hauteur moyenne de 5-6 m., une largeur de 6 m. à la tête et des talus de 1 pied  $\frac{1}{2}$ . Pour obtenir l'étanchéité des digues, on creusa d'abord un fossé de 2-3 m. de profondeur, qu'on combla avec une terre argileuse. Celle-ci fut battue ou passée au rouleau, couche après couche, pour obtenir un noyau imperméable, jusque sous la tête de la digue. Les matériaux constituant les digues ont été gagnés aux collines marneuses près d'Oltigen et Ostermanigen et entassés à l'aide d'une voie Decauville. Les talus du côté de l'eau sont revêtus, suivant les besoins, de clayonnages ou de pavages, tandis que ceux du côté de la terre ne sont recouverts que de gazon. Derrière les digues et sur toute leur longueur, on a creusé un fossé pour drainer la contrée et retenir l'eau d'infiltration. Ces digues se sont parfaitement maintenues jusqu'ici. Il y a bien encore quelques infiltrations aux endroits où les traces d'anciens bras d'alimentation sont encore visibles, mais les digues mêmes ont montré leur absolue étanchéité; les infiltrations ne se produisant que sous le noyau de terre glaise, à travers d'anciennes couches de gravier. Il avait tout d'abord été prévu de construire des mêmes digues sur la rive gauche, pour protéger le terrain cultivable près de Wittenberg et dans le « Galatenau », et pour drainer aussi la région

riveraine. L'acquisition de celle-ci ayant pu être faite à un prix raisonnable, on s'est contenté de faire de simples digues de direction, servant à maintenir le courant d'eau et le transport des galets dans l'ancien lit de la rivière. Ces digues sont submergées d'environ 2 m. lors de la retenue des eaux. Le « Galatenau » a ainsi été transformé en un joli petit lac, qui sert de réservoir d'accumulation pour l'usine; on peut lui emprunter jusqu'à 500 000 m<sup>3</sup> d'eau pour les turbines, lors des fortes pointes d'éclairage. La puissance de l'usine a été ainsi fortement relevée. Les amis d'un paysage idyllique seront également satisfaits de cette solution.

Le barrage consiste en un énorme corps maçonné dans lequel sont aménagées 5 ouvertures de 10 m. de largeur chacune. Les 2 ouvertures de gauche (de fond) sont celles de décharge, elles ont 8,4 m. de hauteur; les trois de droite (de crête) ont une hauteur de 4,4 m. et sont utilisées comme déversoirs. Les 5 ouvertures se ferment par des vannes en fer reposant sur des galets. Dans chacune des ouvertures de décharge sont placées deux vannes, l'une au-dessus de l'autre. Toutes les vannes sont équilibrées par des contre-poids. Les commandes sont placées sur le pont de service supérieur; elles peuvent être manœuvrées électriquement ou à la main. La prise d'eau est sur la rive gauche, immédiatement au-dessus du barrage. Le seuil d'entrée est 5 m. plus haut que celui de la décharge; cette entrée peut être fermée par des vannes en fer. Devant celles-ci se trouve une grille à barreaux espacés, pour retenir les corps flottants. Une deuxième, à barreaux rapprochés, est placée devant l'entrée de la galerie.

C'est aussi sur la rive gauche et à proximité immédiate de la prise d'eau que sont placés l'échelle à poissons, le canal pour le flottage et la rampe à bateaux. L'échelle à poissons est construite d'après le modèle écossais, en divers compartiments placés les uns sur les autres, en forme d'escalier. Celle-ci donne entière satisfaction, car elle est, par moments, remplie de poissons de toutes sortes, qui semblent trouver très facilement le chemin qui leur est réservé.

Le canal pour le flottage doit servir pour la traversée du barrage, pièce par pièce, des troncs d'arbres éventuellement transportés par voie d'eau. A cet effet, les radeaux sont défaits au-dessus du barrage et refaits en-dessous. Aucun radeau n'ayant cependant passé cette partie de la

rivière depuis plus de 15 ans, il n'y a pas à s'attendre, de ce côté-là, à beaucoup de peine pour les usines.

La rampe à bateaux est partiellement disposée comme échelle à poissons. Le mouvement des bateaux, entre les lacs de Thoune et de Bienne, se réduit aux courses d'exer-

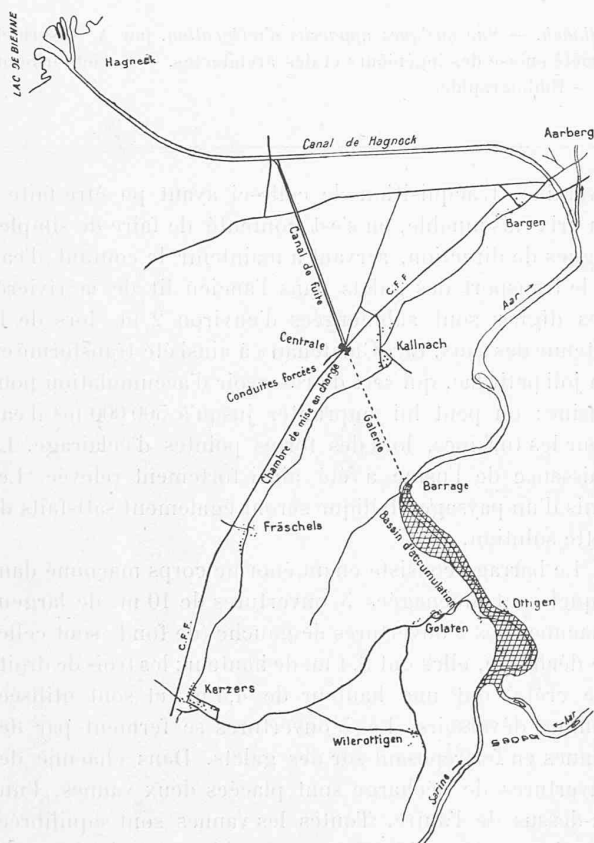


Fig. 1. — Plan de situation.

cices des sociétés de pontonniers, qui prennent à l'occasion des voyageurs. Il n'y a pas de transport contre le courant de l'eau. A leur arrivée, les pontons passent devant l'entrée de la galerie et arrivent sur un chariot, lequel est alors soulevé, à l'aide d'un treuil, d'environ 2 m. avec le ponton et conduit sur une voie spéciale. Retenu par un solide câble et un treuil, le chariot est descendu sur cette voie avec le bateau, lentement et en toute sécurité en aval du barrage.

Un pont carrossable de 6 m. de large, lequel est plus bas que la passerelle proprement dite de commande du barrage, conduit sur tout le corps de celui-ci. Il est prévu que des routes seront construites pour relier par ce pont les endroits situés sur les 2 rives. Jusqu'ici ces endroits pouvaient seulement communiquer au moyen d'un petit bac.

Tout le corps du barrage repose sur 21 caissons, lesquels ont été abaissés, dans le lit de la rivière et jusque sur fond solide, au moyen de l'air comprimé.

### Galerie d'aménée.

Directement à côté de la butée du barrage se trouve l'entrée de la galerie d'aménée de l'eau, dont la longueur est de 2,1 km. Celle-ci a 26 m<sup>2</sup> en profil, une pente de 0,75 ‰ vers Kallnach, où elle débouche dans le château-d'eau, situé au bord nord-ouest de la colline. De là, l'eau est amenée aux turbines par trois conduites forcées, ayant chacune 3 m. de diamètre. Ces conduites passent sous la voie du chemin de fer Lyss-Morat. A côté de celles-ci se trouve celle de vidange, qui a 0,9 m. de diamètre. Les conduites forcées peuvent être fermées par des vannes dans le château d'eau. Elles sont en tôles de fer dont l'épaisseur est de 7 mm. dans le bas.

### La centrale.

La centrale est située au nord de la dite ligne de chemin de fer. La halle des machines a une longueur de 61 m., une largeur de 16 m. et une hauteur de 11 m. Elle est reliée à la gare de Kallnach par une voie ferrée. Six groupes de machines sont installés dans cette halle. Chaque groupe est à 3 paliers et consiste en une turbine Francis double à axe horizontal, commandant un alternateur triphasé. Il y a toujours deux turbines reliées à une des 3 conduites, par des valves à papillon. Chacune développe 2500 HP. sous une chute de 20 m., un débit d'environ 12,5 m<sup>3</sup> par seconde et une vitesse de 300 tours par minute. L'eau traverse la valve à papillon, une conduite de répartition placée dans la fondation et passe à la turbine par deux corps en spirales enveloppant les roues. Elle se répand ensuite dans le canal de fuite par une courbe ménagée dans la fondation.

Chaque turbine est pourvue d'un régulateur du nombre de tours à pression d'huile. Son réglage peut aussi s'opérer à la main ou par commande électrique.

Les générateurs électriques, accouplés directement aux turbines, fournissent du courant triphasé à 16 000-17 600 volts 40 périodes par seconde. L'isolation de leur enroulement à haute tension a été éprouvée sous 40 000 volts.

La halle des machines possède un pont roulant électrique de 20 tonnes.

Le local des manœuvres se trouve au front nord de la halle des machines. Une paroi vitrée le sépare de celle-ci, afin d'éviter le bruit et la chaleur produits par les machines. Les instruments de mesure et de contrôle du service y sont concentrés, bien en vue, sur un pupitre et une paroi. Là se trouvent également les commandes du réglage des turbines et celles des appareils à haute tension placés dans le bâtiment de la distribution.

L'énergie développée par les générateurs est dirigée, par des câbles souterrains, vers le bâtiment de la distribution, qui fait corps avec le côté ouest de la halle des machines. Des installations de distribution, l'énergie est conduite dans le réseau, partie sous une tension de 16 000, partie sous celle à 45 000 volts. Le bâtiment de la distribution est divisé en 3 parties, afin d'obtenir le plus de sécurité possible dans le service. Dans une partie se trouvent

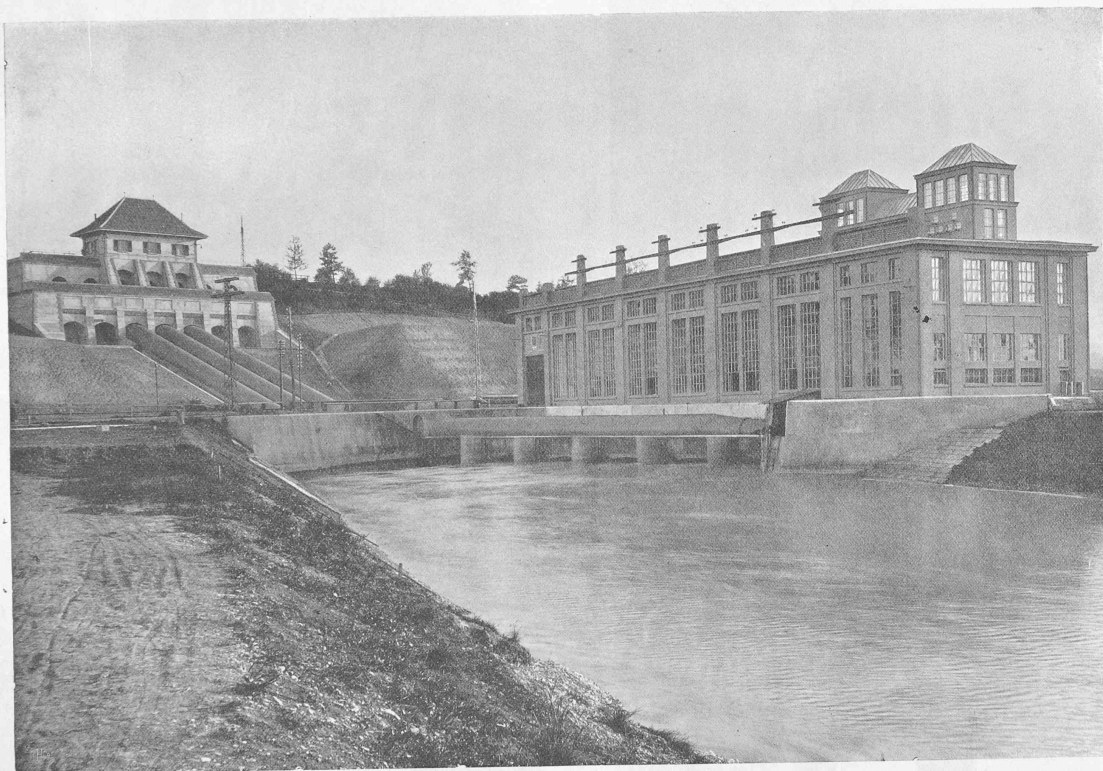


Fig. 2. — Vue générale de la centrale de Kallnach.

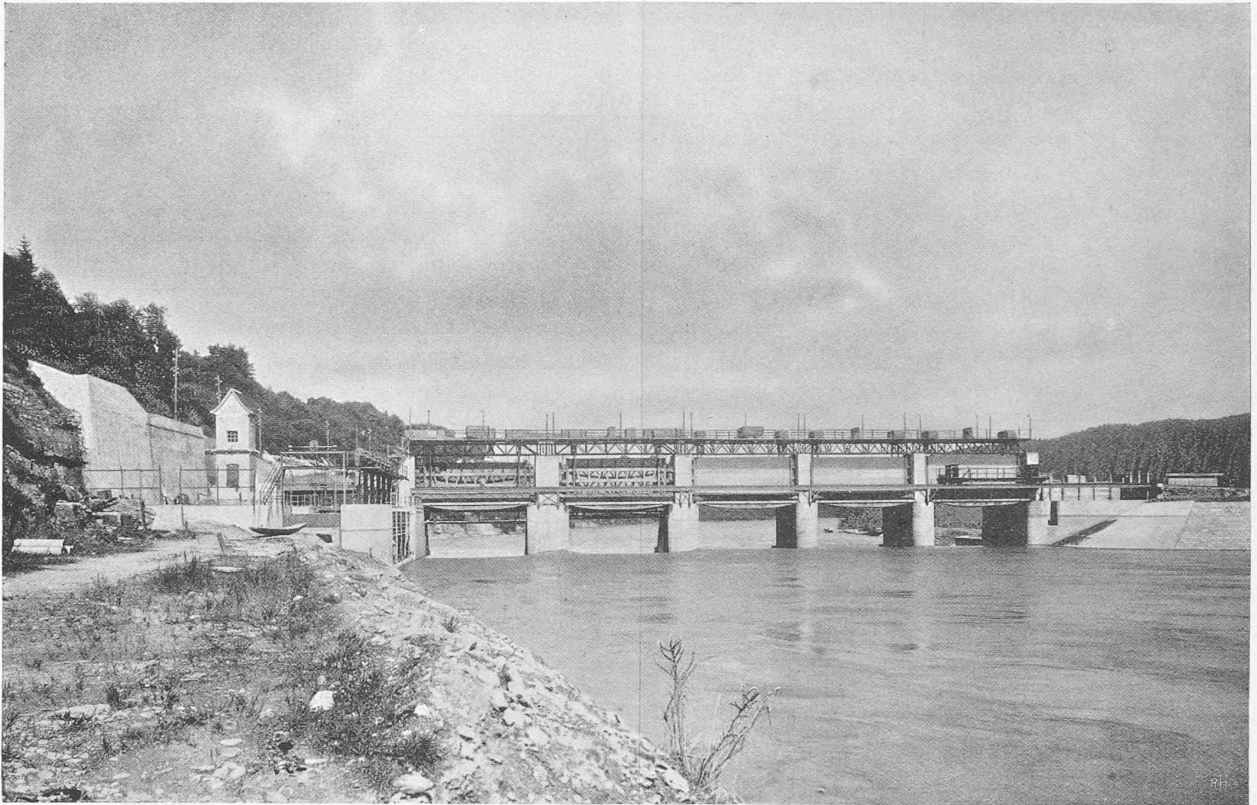


Fig. 3. — Barrage de Niederried, vue d'amont. Octobre 1913.

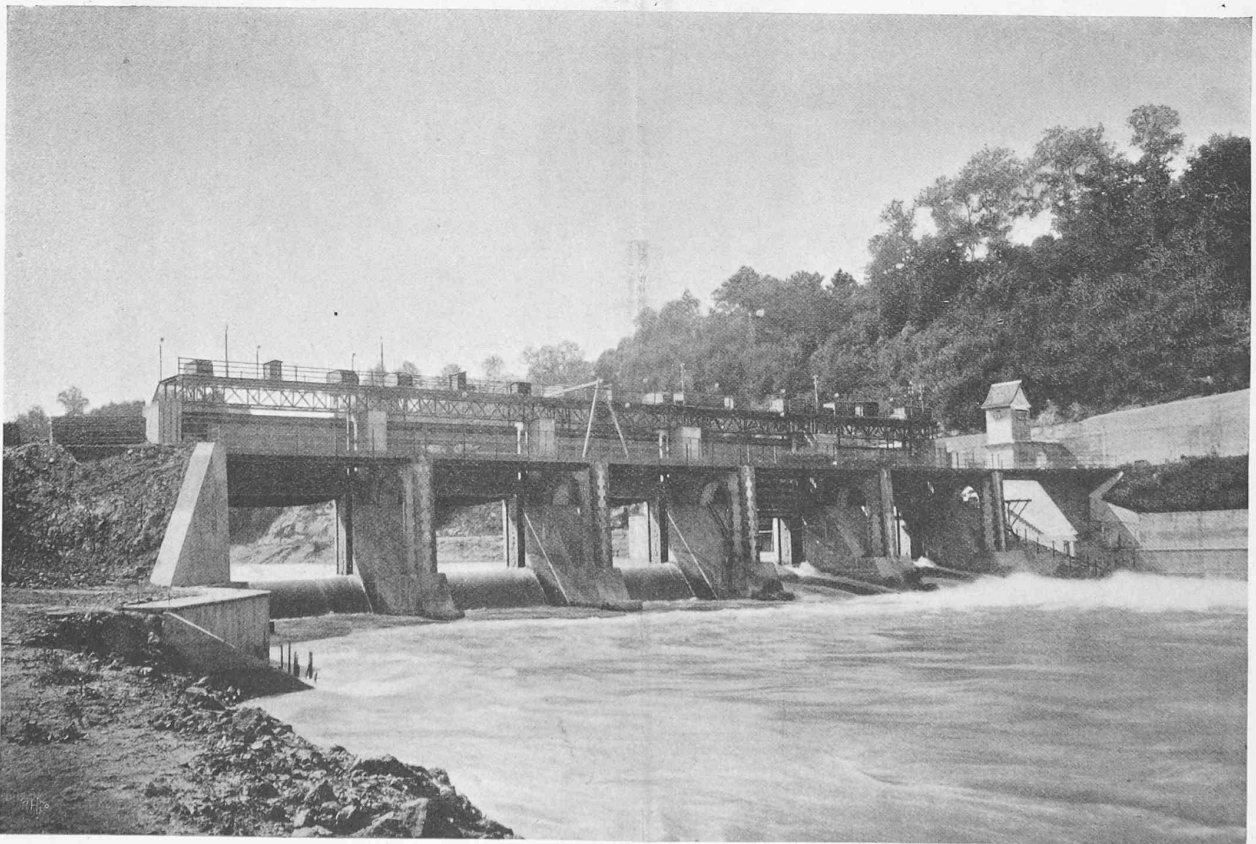


Fig. 4. — Barrage de Niederried, vue d'aval. Octobre 1913.

les installations de la distribution à haute tension du service à 16 000 volts. A celle-ci se rattache le local des transformateurs, élevant la tension de 16 000 à 45 000 volts. A ce dernier local est relié celui des installations de la distribution à 45 000 volts. Sur le local aux transformateurs s'élève une tour des sorties, par laquelle sont dirigés les conducteurs à haute tension, des deux installations de distribution au réseau.

La plus grande sûreté possible d'exploitation est obtenue par une construction du système cellulaire, par laquelle les divers conducteurs et appareils, depuis les générateurs jusqu'aux interrupteurs à haute tension des départs et, depuis là, jusqu'aux départs des lignes dans la tour des départs, les diverses phases de l'installation, sont séparés par des parois en béton armé. Le bâtiment de la distribution comporte un rez-de-chaussée et deux étages. Les appareils protecteurs pour les départs, consistant en condensateurs et résistances à veine liquide, se trouvent au rez-de-chaussée. Au premier étage sont placés les transformateurs de courant et de tension, ainsi que les interrupteurs automatiques à bain d'huile, avec lesquels les générateurs et les transformateurs, comme aussi les départs des lignes, peuvent être branchés sur les barres collectrices situées au deuxième étage. Dans le bas du local des manœuvres se trouve une batterie d'accumulateurs fournissant l'énergie nécessaire aux commandes à distance, allant des tableaux de manœuvre à

la salle des machines et dans le bâtiment de la distribution, ainsi que celle pour les lampes de signalement. Un moteur-générateur placé dans la halle des machines sert à charger la batterie et comme réserve pour les excitatrices des générateurs. Le tableau de distribution de la batterie et du groupe servant à la charge se trouve dans le local des manœuvres.

Un transformateur pour l'éclairage de la centrale, du château d'eau, des bâtiments et rues avoisinants, est placé dans le local à 16 000 volts du bâtiment de la distribution. Il y a également là un transformateur fournissant l'énergie aux divers moteurs installés dans la centrale, le château d'eau et dans l'atelier. Les tableaux de distribution correspondants sont aussi placés dans le local des manœuvres.

Un atelier, ainsi qu'un local de réparation des transformateurs, lequel possède un pont roulant de 20 tonnes, sont rattachés au bâtiment de la distribution. Il y a aussi des lavoirs, des douches et des bains pour le personnel.

#### Canal de fuite.

Le canal de fuite part de la centrale et va rejoindre le canal d'Aarberg à Hagneck, près du pont de Walperswil. Sa longueur est de 3 km., sa largeur de 25 m. dans le fond, avec des talus de 1 pied  $\frac{1}{2}$ . Il a été creusé au moyen d'une drague, munie d'un dispositif versant la terre sur les deux rives du canal. Trois ponts de chaussées en fer ont été construits sur celui-ci.

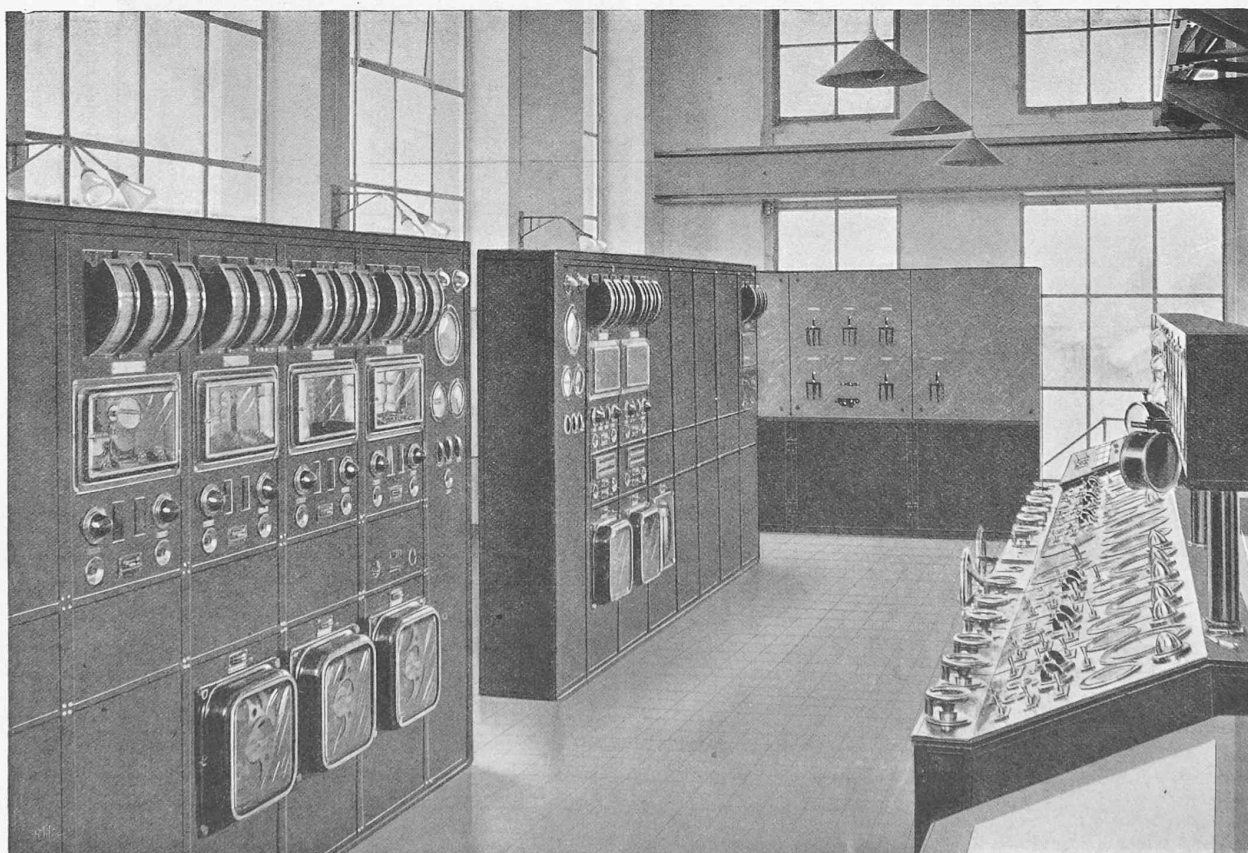


Fig. 5. — Centrale de Kallnach.

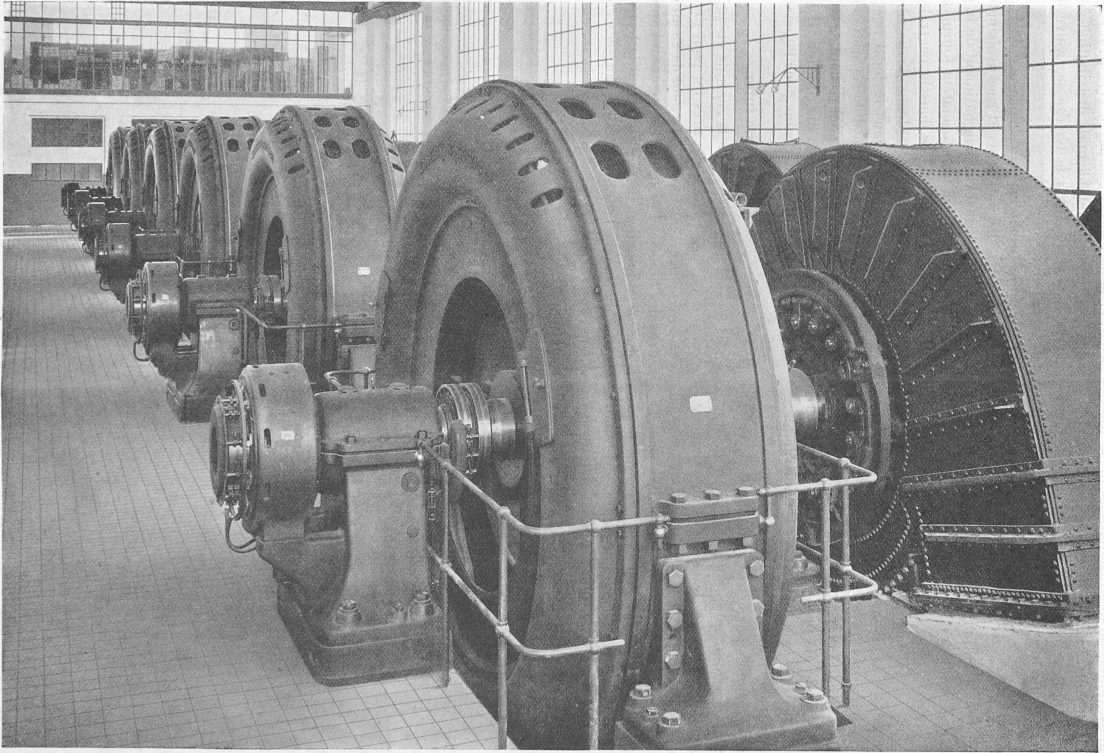


Fig. 6. — Salle des machines de la centrale de Kallnach.

**Production d'énergie.**

La chute utile est de 20-22 m., entre le château d'eau et a sortie des turbines. La galerie d'amenée peut débiter 60 m<sup>3</sup> par seconde. La production d'énergie de la centrale est donc de 12 000-13 000 HP. Une quantité d'eau plus que suffisante est disponible pendant 9-10 mois de l'année. Elle diminue toutefois pendant une partie de l'hiver jusqu'à 40 m<sup>3</sup> par seconde. Eu égard aux poissons, il doit toujours encore couler au moins 7 m<sup>3</sup> par seconde dans l'ancien lit de l'Aar. L'énergie disponible pendant 24 heures de la journée est, de ce fait, réduite pendant les mois d'hiver. Le bassin d'accumulation en amont du barrage permet toutefois de réserver, pendant la nuit, la quantité d'eau nécessaire pour que les 60 m<sup>3</sup> par seconde soient disponibles lors des pointes d'éclairage et que la puissance de 12 000-13 000 HP. ne soit pas réduite lorsqu'elle est réellement nécessaire.

**Travaux.**

Les travaux furent commencés au mois d'octobre 1909. Ils subirent de grands dérangements en janvier et juin 1910, quand les caissons à air comprimé furent en partie emportés pendant leur construction, lors de hautes eaux tout exceptionnelles. La construction de la galerie d'amenée donna également lieu à des difficultés inattendues, car de grands écroulements se produisirent environ en son milieu. L'usine put cependant être mise en service au printemps 1913, soit 3 1/2 ans après le commencement des travaux. Quelques petits achèvements, ne gênant pas l'exploitation, seront terminés au printemps 1914.

**Sur quelques appareils d'intégration**

par A. ANSERMET, ingénieur.

(Suite et fin)<sup>4</sup>.

**IV. Les analyseurs harmoniques.**

Ces appareils ont pour but, comme nous l'avons déjà dit, le calcul des termes d'une série de Fourier. Ces séries ont reçu de nombreuses applications en électrotechnique et en général toutes les fois qu'il s'agissait d'étudier des phénomènes périodiques; D. Bernoulli paraît les avoir déjà considérées à propos du problème des cordes vibrantes, mais c'est Fourier qui le premier a énoncé ce théorème que toute fonction donnée arbitrairement dans un intervalle d'étendue 2π pouvait être représentée par une série de la forme :

$$y = f(a) = \frac{1}{2} A_0 + A_1 \cos a + A_2 \cos 2 a + \dots + A_n \cos n a + \dots + B_1 \sin a + B_2 \sin 2 a + \dots + B \sin n a + \dots$$

<sup>4</sup> Voir N° du 10 mars 1914, page 49.

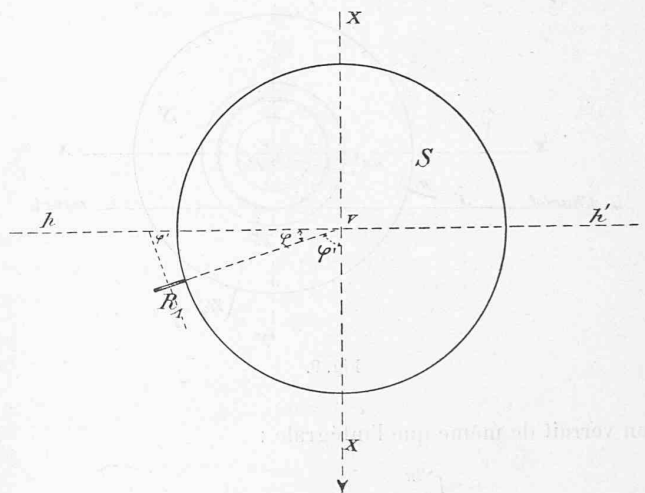
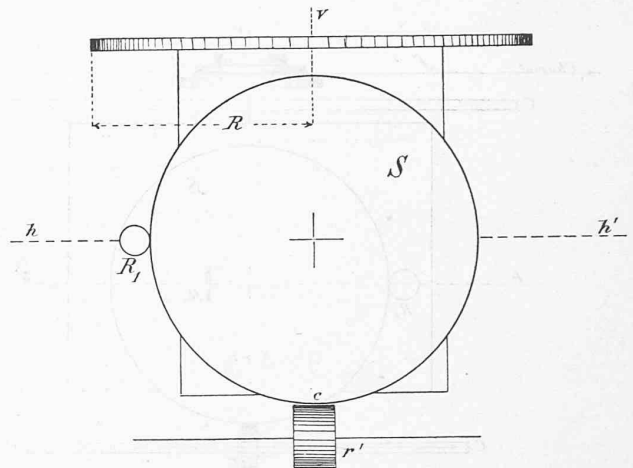


Fig. 4.

**RECTIFICATION**

La figure 4, page 52 du N° précédent doit être remplacée par la figure ci-dessus.

Pour la détermination des coefficients nous utiliserons la méthode d'Euler; considérons les intégrales définies :

$$J_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \cos n a \cos p a d a$$

$$J_2 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \sin n a \sin p a d a$$

$$J_1 = J_2 = 0 \quad \text{pour } n \neq p$$

$$J_1 = J_2 = 1 \quad \text{» } n = p$$

$$J_1 = 2 \quad J_2 = 0 \quad \text{» } n = p = 0.$$

On obtient sans peine ces résultats en remarquant que

$$J_1 + J_2 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \cos (n - p) a d a$$

$$\text{et } J_1 - J_2 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \cos (n + p) a d a$$