

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 34 (1908)

Heft: 8

Artikel: Traction électrique: essais par courant monophasé sur la ligne de Seebach à Wettingen

Autor: Landry, Jean

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26847>

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.

Rédacteur en chef : P. MANUEL, ingénieur, professeur à l'École d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Secrétaire de la Rédaction : Dr H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *Traction électrique : Essais par courant monophasé sur la ligne de Seebach à Wettingen*, par M. Jean Landry, ingénieur. — *Travaux de correction de rivières et de torrents exécutés en Suisse pendant l'année 1907*, par M. de Morlot, inspecteur fédéral en chef des travaux publics. — *Esthétique des villes*. — **Divers** : Société vaudoise des ingénieurs et des architectes : Séance du 28 mars 1908 ; rapport annuel du Comité. — Société fribourgeoise des ingénieurs et architectes : Séances du 21 février et 3 avril 1908.

Traction électrique.

Essais par courant monophasé sur la ligne de Seebach à Wettingen.

Par M. Jean LANDRY, ingénieur.
Professeur à l'Université de Lausanne.

(Suite)¹.

En Suisse, l'opinion se montre de plus en plus favorable à l'introduction de la traction électrique. Grâce à la persévérante activité de quelques personnes et à l'appui de l'Association Suisse des Electriciens, grâce aussi à l'esprit d'initiative et à la courageuse intervention de sociétés privées qui n'ont pas craint d'engager de gros capitaux pour équiper deux lignes des Chemins de fer fédéraux, la question de l'électrification des chemins de fer a fait un grand pas dans notre pays. Le nombre des personnes hostiles ou simplement sceptiques diminue de jour en jour ; le temps des objections *à priori* est passé, car les faits sont là qui prouvent la possibilité d'appliquer la traction électrique sur une grande échelle. La Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer est près de terminer ses travaux et il faut s'attendre à ce que la vaste étude d'ensemble à laquelle elle travaille depuis de nombreuses années fournisse les éléments d'une solution générale.

A ce moment, que nous voulons espérer pas trop éloigné, tous les efforts pourront être canalisés vers le même but. L'administration des Chemins de fer fédéraux, forte des expériences acquises sur les lignes du Simplon et de Seebach-Wettingen et guidée par les résultats d'études auxquelles elle s'intéresse actuellement, pourra entreprendre la transformation de notre réseau national, utiliser rationnellement la puissance de nos chutes d'eau et ouvrir à notre industrie électrotechnique une ère de travail intense qui sera la juste récompense des immenses sacrifices que celle-ci s'est imposés pour faire triompher une cause utile à tous.

¹ Voir N° du 10 avril 1908, page 73.

La ligne électrique du Simplon, entre Brigue et Iselle, est suffisamment connue dans le monde technique auquel s'adresse la présente notice pour que nous puissions nous dispenser d'en faire une description.

Mais il n'en est peut-être pas de même de la ligne de Seebach à Wettingen sur laquelle n'ont paru jusqu'ici que quelques études partielles, à mesure que s'achevaient les travaux et que s'exécutaient les essais préliminaires. C'est pourquoi nous avons pensé intéresser les lecteurs de ce journal en leur donnant, au moment de son achèvement, une description quelque peu détaillée d'une ligne d'essais dont l'histoire est celle du développement de la traction électrique par courant monophasé.

Les ateliers de construction Oerlikon se mirent, en 1901, à l'étude de la traction électrique par courant monophasé à *haute tension* et c'est en février 1902 qu'ils proposèrent aux Chemins de fer fédéraux d'électrifier la ligne de Seebach à Wettingen, dont les figures 1 et 2 reproduisent le plan de situation et le profil en long.

L'autorisation demandée fut accordée, en principe, en mai 1902 et les ateliers d'Oerlikon s'occupèrent, dès lors, des études nécessaires, établirent les plans du premier tronçon Seebach-Affoltern et ceux de la première locomotive, équipèrent électriquement la voie ferrée qui relie les ateliers à la station de Seebach et dont la longueur est de 700 mètres et commencèrent, sur ce dernier trajet, des essais de traction au moyen de la première locomotive construite pour une tension de *15000 volts* et une fréquence de *50 périodes par seconde*. Cette locomotive avait une puissance de 400 à 500 HP. et était munie d'un équipement destiné à opérer la transformation du courant monophasé à 15000 volts en courant continu à 600 volts. A ce moment-là, on ne possédait pas encore de moteurs monophasés à collecteur permettant l'utilisation directe des courants alternatifs simples et c'est pour cette raison qu'il fallait avoir recours à cette disposition onéreuse à tous les points de vue et qui est connue sous le nom de système Ward-Leonard. Cette locomotive présentait cependant une nouveauté, la prise de courant en forme de verge convexe ou archet latéral convexe des ateliers d'Oerlikon.

De longs pourparlers entre les Chemins de fer fédéraux et les ateliers d'Oerlikon aboutirent, en novembre 1904, à

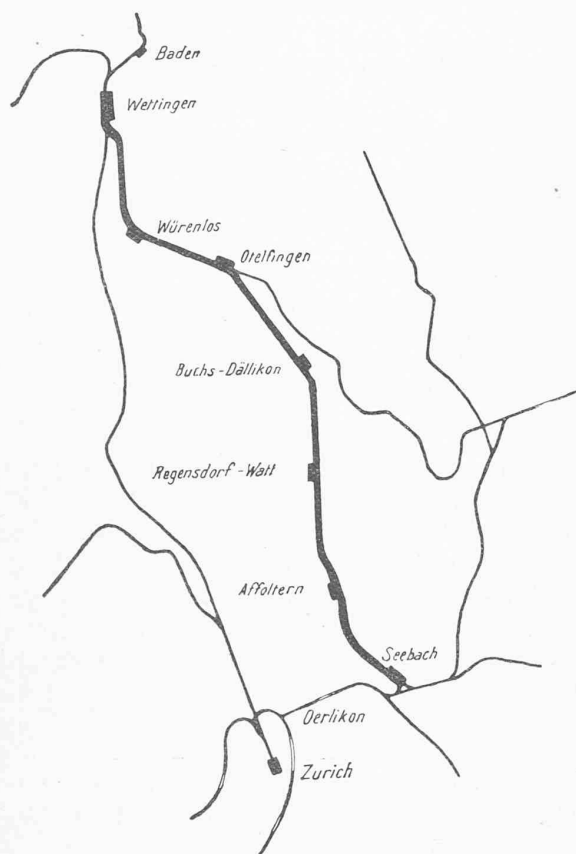


Fig. 1. — Ligne Seebach-Wettingen. — Plan de situation.
1 : 200000.

la signature d'un contrat aux termes duquel ces derniers étaient autorisés à équiper la ligne de Seebach à Wettingen à leurs complets risques et périls.

Les essais réguliers, d'après un horaire élaboré par les Chemins de fer fédéraux, commencèrent en janvier 1905 sur le parcours Seebach-Affoltern. La locomotive-transformatrice, que nous appellerons dorénavant locomotive N° 1, fit le service jusqu'au 10 novembre 1905.

Mais, pendant l'été 1904, les ateliers d'Oerlikon réussirent à mettre au point un *moteur série monophasé à collecteur d'une puissance de 250 HP* et construisirent une nouvelle locomotive, purement monophasée, pour une tension de 15 000 volts à la fréquence de 15 périodes par seconde. Cette locomotive de même puissance que la précédente, c'est-à-dire de 500 HP. et que nous appellerons locomotive N° 2, prit le service d'essais le 11 novembre 1905, tandis que la locomotive N° 1 était retirée de ce service pour subir la transformation de locomotive-transformatrice en locomotive purement monophasée et que s'achevait le tronçon de ligne Affoltern-Regensdorf ouvert aux essais en juin 1906.

A cette même époque, les ateliers d'Oerlikon acceptèrent la collaboration des Siemens-Schuckert-Werke qui furent chargés de l'équipement de la ligne de Regensdorf à Wettingen et de la construction d'une locomotive, que nous appellerons locomotive N° 3, d'une puissance de 1500 HP.

La station de transformation qui alimente la ligne de traction en courant monophasé de 15 périodes par seconde

fut agrandie et complétée par une installation de compensation avec batterie d'accumulateurs fournie par la fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon.

L'installation, ainsi achevée dans toutes ses parties et disposant du matériel nécessaire à un service régulier, est en exploitation normale depuis le 1^{er} décembre 1907.

La station de transformation avec ses deux systèmes de réglage, la ligne de contact avec ses différents modes de suspension du fil de travail, les 3 locomotives avec les différents modes de suspension des moteurs, avec les différents appareils de réglage de la vitesse des moteurs et les deux systèmes de prises de courant dont elles sont, toutes trois, équipées, constituent un ensemble particulièrement complet et offrent la possibilité d'utiles comparaisons.

Nous allons décrire ces différentes parties dans l'ordre indiqué et terminerons en consacrant quelques lignes aux causes des dérangements constatés, au début des essais, dans les lignes téléphoniques voisines de la ligne d'expériences et aux moyens adoptés pour y remédier.

Station de transformation.

Jusqu'en novembre 1905, c'est-à-dire jusqu'au moment où la locomotive N° 2 fut achevée, le service d'essais sur le tronçon Seebach-Affoltern était assuré par la seule locomotive-transformatrice N° 1 alimentée à 15000 volts et 50 périodes par seconde.

L'énergie électrique nécessaire était fournie par le transport Hochfelden-Oerlikon et par la centrale à vapeur des ateliers d'Oerlikon.

Les moteurs à collecteur nécessitant des courants de basse fréquence, il fallut, tandis que se construisait la locomotive N° 2, créer une station de transformation qui, comme nous l'avons déjà indiqué, fut plus tard complétée par une installation de compensation.

Cette station de transformation s'élève sur les terrains des ateliers d'Oerlikon, c'est-à-dire en tête de la ligne d'essais. La figure 3 indique clairement sa disposition générale ; la figure 5 en montre la vue intérieure et la figure 4 en représente le schéma électrique complet. Elle transforme l'énergie électrique qui lui est fournie sous forme de courants triphasés à 50 périodes par seconde, en énergie électrique sous forme de courant monophasé à 15 périodes par seconde.

L'énergie primaire lui est fournie (voir fig. 4, à droite) par une petite centrale à vapeur voisine, dont l'équipement comprend :

1° Une turbine à vapeur d'Oerlikon (turbine à action à trois étages) tournant à la vitesse de 3000 tours par minute, avec chaudières Babcock-Wilcox et condenseur Westinghouse-Leblanc. Cette turbine entraîne par manchon à doigts :

2° Un turbo-générateur bipolaire triphasé avec excitatrice. La puissance de cet alternateur est de 700 kilowatts, sa tension de 230 volts et sa fréquence de 50 périodes par seconde ;

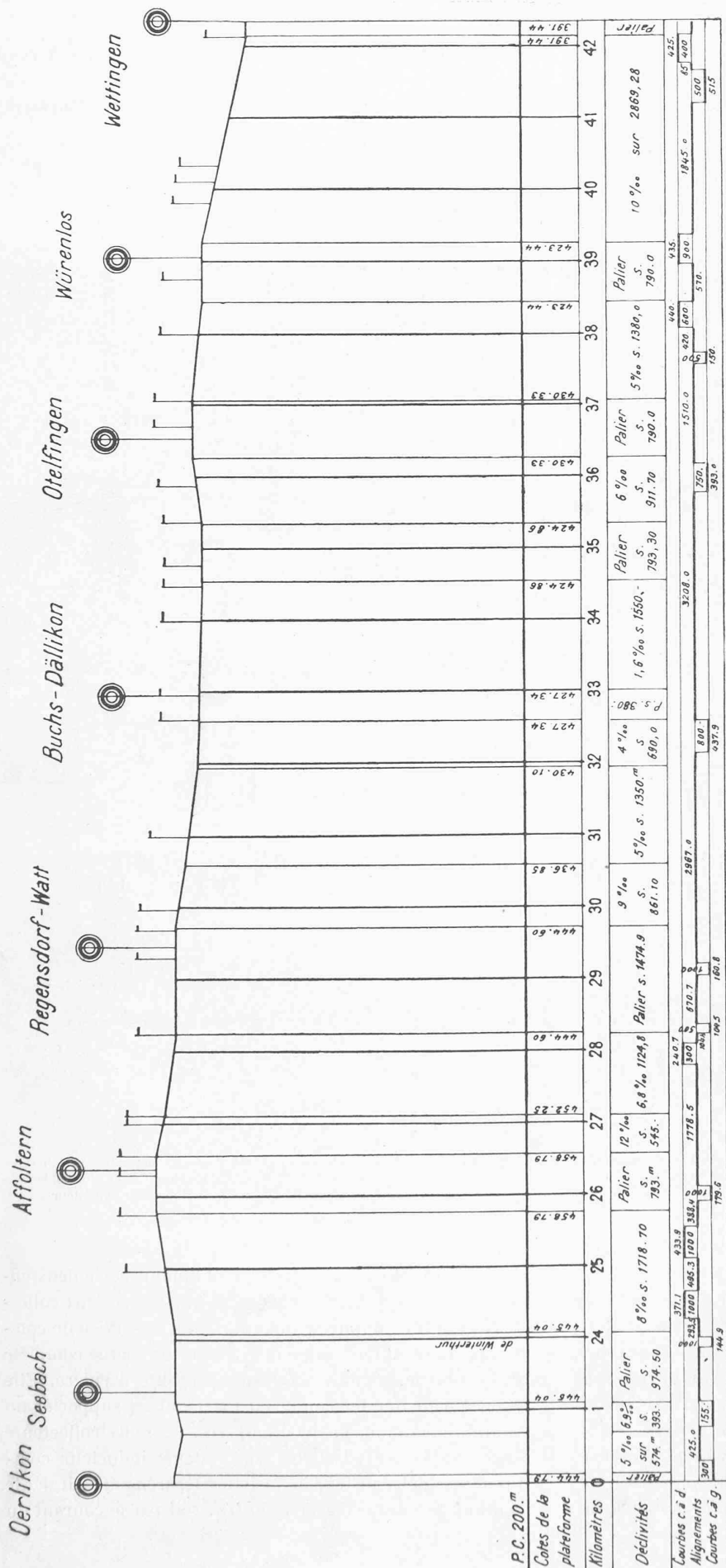


Fig. 2. — Ligne Seebach-Wettingen. — Profil en long. — 1 : 80000 / 1 : 4000.

3° Un tableau de trois panneaux qui porte tous les appareils nécessaires au service de l'alternateur et de son excitatrice et qui permet d'alimenter directement la station de transformation par une ligne de $3 \times 2 \times 225 \text{ mm}^2$, de coupler le turbo-alternateur sur le réseau triphasé à 230 volts des ateliers d'Oerlikon ou, par l'intermédiaire d'un transformateur équilibreur de 450 kilowatts, sur le réseau de l'usine hydro-électrique de Hochfelden. Ces deux derniers réseaux ne s'emploient ordinairement que comme réserve du turbo-alternateur. Le transformateur équilibreur de 450 kilowatts est désigné par *TT* dans le schéma de la figure 4 et par *TTH* dans la figure 3, à droite.

La transformation des courants triphasés de 50 périodes en courant monophasé de 15 périodes par seconde s'opère dans deux groupes synchrones de 700 et 500 kilovolt-ampères et formés chacun :

a) d'un moteur synchrone triphasé à 14 pôles tournants, 230 volts et 50 périodes (*MST* dans figure 3 et *MT* dans le schéma, figure 4) entraînant directement :

b) d'un côté, un générateur monophasé à 4 pôles fixes, 700 volts et 14-15 périodes (*AM* dans les figures 3 et 4) ;

c) de l'autre côté, une machine à courant continu (*GC*) travaillant en parallèle avec une batterie d'accumulateurs dans le circuit de laquelle est intercalé l'induit d'une survoltrix-dévoltrix *S* (figure 3). Cette machine à courant continu travaille tantôt en générateur tantôt en moteur, à la tension moyenne de 800 volts. Sa puissance normale correspond à un débit de 350 ampères ; son circuit d'excitation (pôles principaux) est dérivé des bornes de la batterie d'ac-

cumulateurs. Son système inducteur comprend des pôles de commutation dont le circuit d'excitation est en série avec l'induit et qui assurent une parfaite commutation à calage fixe des brosses et quel que soit le sens du courant dans l'induit.

Le courant d'excitation nécessaire aux deux moteurs synchrones triphasés et aux deux alternateurs monophasés

une portion de la batterie d'accumulateurs, soit au circuit à courant continu de 125 volts des ateliers (fig. 4).

La batterie d'accumulateurs se compose de 375 éléments en série. Sa capacité est de 600 ampères-heure; son courant normal de charge peut atteindre 280 ampères, et le courant maximum de décharge 1200 ampères pendant

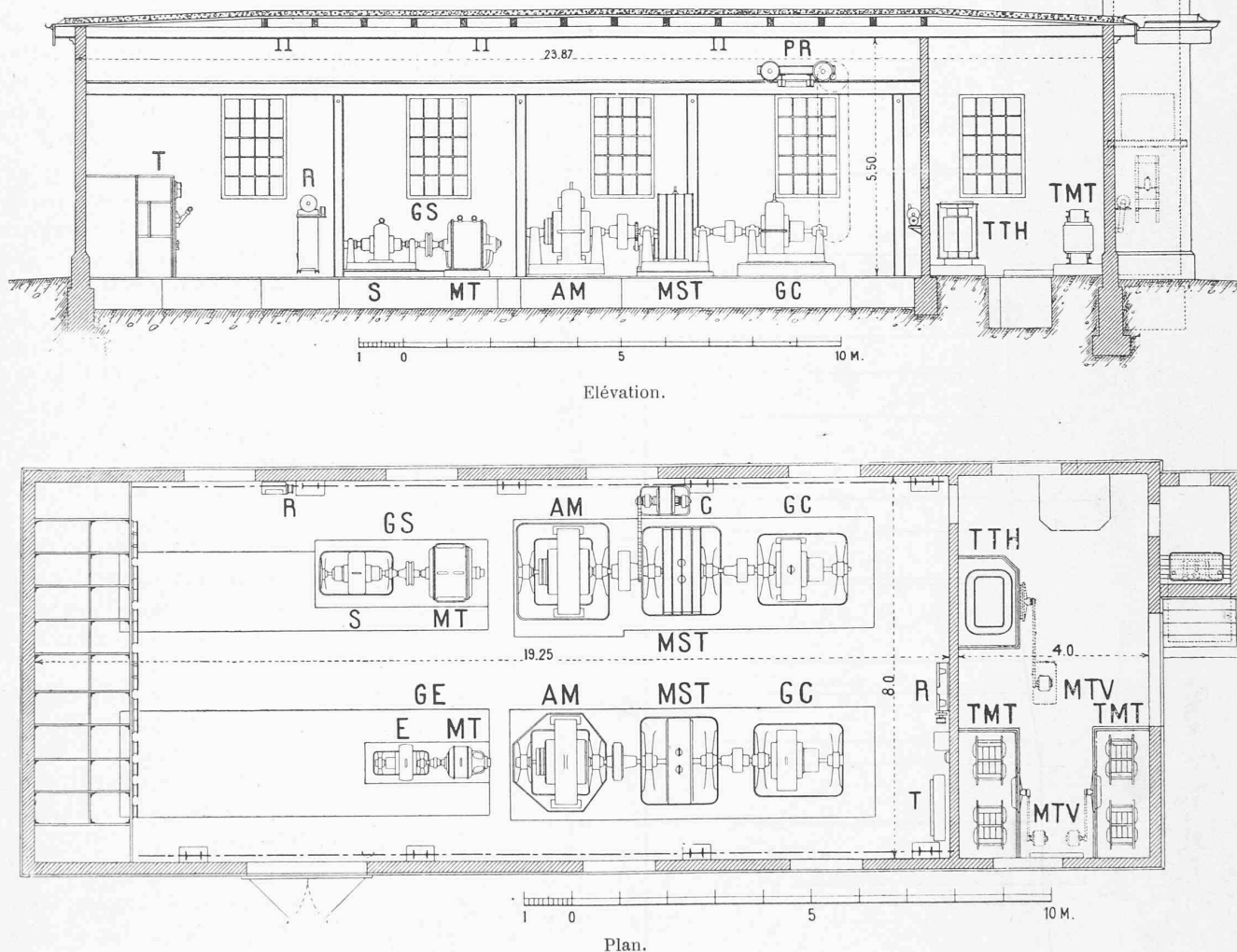


Fig. 3. — Station transformatrice.

LÉGENDE: *PR* = Pont roulant. — *T* = Tableau. — *R* = Régulateur. — *GS* = Groupe survolteur. — *S* = Surovteur. — *MT* = Moteur asynchrone triphasé. — *AM* = Alternateur monophasé. — *MST* = Moteur synchrone triphasé. — *GC* = Génératrice courant continu. — *TTH* = Transformateur équilibre Hochfelden. — *TMT* = Tranformateur monophasé traction. — *GE* = Groupe d'excitation. — *E* = Excitatrice. — *C* = Machine régulatrice. — *MTV* = Moteur de ventilateur.

est fourni par un groupe moteur-générateur *GE*, composé d'un moteur asynchrone triphasé de 50 HP, 230 volts, 980 tours-minute, *MT*, et d'une génératrice, auto-excitée en dérivation, de 125 volts et 280 ampères, *E*. Ainsi que l'indique le schéma de la figure 4, ce groupe d'excitation fournit aussi le courant d'excitation de la survoltrice *S* du groupe *GS*, celui de l'un des circuits d'excitation d'un petit convertisseur de réglage *C* et le courant nécessaire à un certain nombre d'appareils, tels qu'interrupteurs automatiques, etc. Les barres d'excitation, desquelles ces différents circuits sont dérivés, peuvent aussi être connectées soit sur

5 minutes.

Une survoltrice-dévoltrice, dont l'induit porte deux enroulements enchevêtrés mais indépendants et deux collecteurs que l'on couple en quantité pour le service de compensation et en tension pour le service de charge complète de la batterie, est mise en série avec cette dernière. Elle peut fournir une tension de 80 à 200 volts et supporter un courant maximum de 1000 ampères, les deux collecteurs étant couplés en parallèle. Son système inducteur comprend des pôles principaux, excités séparément, soit par le courant du groupe d'excitation *GE*, soit par le courant du

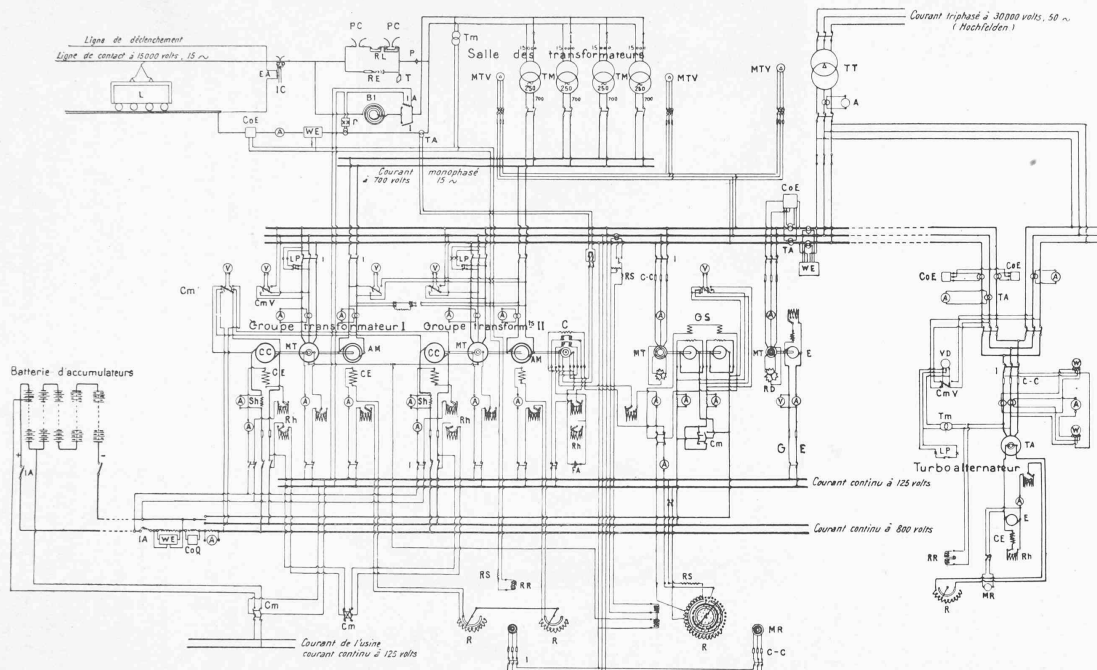


Fig. 4. — Schéma de la station transformatrice.

LÉGENDE :

A = Ampèremètre.
 AM = Alternateur monophasé.
 BI = Bobine de self.
 C = Machine régulatrice.
 G C = Machine à courant continu.
 Cm = Commutateur.
 CE = Circuit d'excitation.
 Co E = Compteur d'énergie.
 Co Q = Compteur de quantité.
 Cm V = Commutateur de voltmètre.

E = Excitatrice.
 EA = Electro-aimant.
 FA = Élément fer-aluminium.
 GE = Groupe d'excitation.
 GS = Groupe survolteur.
 I = Interrupteur.
 IA = Interrupteur automatique à maxima.
 IC = Interrupteur à cornes.
 L = Locomotive.
 LP = Lampe de mise en phase.
 MR = Moteur du régulateur automatique.
 MT = Moteur triphasé.
 MTV = Moteur de ventilateur.

D = Parasurtension.
 DC = Parafoudre à cornes.
 R = Régulateur automatique.
 RD = Rhéostat de démarrage.
 RE = Résistance à jet d'eau.
 RL = Résistance liquide.
 RS = Résistance en série.
 RW = Relais wattmétrique du régulateur automatique.
 Dh = Rhéostat de réglage on de démarrage.
 RR = Relais du régulateur automatique.
 r = Relais.

S = Survolteur.
 Sh. = Shunt.
 T = Terre.
 TT = Transformateur triphasé.
 TA = Transformateur d'ampèremètre.
 Tm = Transformateur de mesure.
 TM = Transformateur monophasé.
 V = Voltmètre.
 VD = Voltmètre double.
 W = Wattmètre.
 WE = Wattmètre enregistreur.

convertisseur de réglage C , et autant de pôles de commutation intercalés entre les premiers et excités par le courant de l'induit. Elle est entraînée par un moteur asynchrone triphasé de 120 HP, 230 volts et 975 tours par minute, MT .

Un système de compensation est nécessaire si l'on veut éviter, dans un cas comme celui dont il s'agit ici, que la ou les centrales primaires subissent les mêmes variations de puissance que le réseau de traction dont la demande est nécessairement très variable. La compensation, partielle ou totale, peut être réalisée très simplement dans le cas de l'alimentation par courant continu où il suffit, soit d'une batterie seule, si l'on se contente d'un à peu près, soit d'une batterie avec survolteur-dévolteur, réglé automatiquement, si l'on veut réaliser une compensation parfaite, c'est-à-dire si l'on veut que, quelle que soit la consommation du réseau de traction, la puissance primaire reste sensiblement constante. Le même résultat peut aussi être atteint dans le cas d'alimentation par courants alternatifs. Dans le cas qui nous occupe, la batterie, commandée par la survoltrice, agit non pas directement en se déversant dans le réseau de traction, ou en se chargeant, en cas de disponibilités, mais indirectement, par l'intermédiaire d'une machine à courant continu calée sur le même axe que les deux machines alternatives du groupe transformateur proprement dit. Cette machine fonctionne en moteur alimenté par la batterie et aide au moteur synchrone du groupe transformateur lorsque le réseau de traction exige une puissance supérieure à une valeur donnée; elle travaille en générateur entraîné par le moteur synchrone et charge la batterie lorsque le réseau de traction exige une puissance inférieure à cette même valeur, qu'il est d'ailleurs facile de varier à volonté.

Tout le réglage est donc obtenu par variation et inversion du courant d'excitation des pôles principaux de la survoltrice-dévoltrice. Dans la station de transformation dont nous nous occupons, ce réglage se fait de deux manières, soit :

1° Au moyen d'un régulateur automatique Thury à cadran de réglage à 40-20 contacts et *relais wattmétrique* (voir fig. 4, à droite en bas), ayant pour but de maintenir à une valeur constante la puissance absorbée par le ou les groupes transformateurs synchrones en fonctionnement. La tête du régulateur porte donc deux enroulements : l'un ampèremétrique, parcouru par un courant proportionnel au courant absorbé par le ou les moteurs synchrones et provenant du secondaire d'un transformateur dont le primaire est en série dans l'une des trois barres à 230 volts; l'autre, voltmétrique et dérivé de deux des trois barres à 230 volts.

2° Ou au moyen d'un petit *générateur-convertisseur*, entraîné par chaîne C (figures 3 et 4), dont l'induit alimente le circuit d'excitation de la survoltrice dans un sens et avec une intensité qui dépendent de l'effet résultant de trois circuits d'excitation. Deux de ces circuits, placés sur les pôles de cette petite machine, sont dérivés : l'un, des bornes de son induit; l'autre, des barres d'excitation à 125 volts. Le troisième est constitué par l'induit lui-même qui est muni de deux bagues auxquelles aboutissent deux conducteurs reliés au circuit secondaire d'un transformateur statique TA , dont le primaire est intercalé dans le conducteur de retour du réseau de traction. Ces circuits d'excitation sont ajustés de façon que la batterie intervienne dans le sens voulu au moment où la consommation du réseau de traction passe par une valeur déterminée.

L'un ou l'autre de ces moyens de réglage peut être em-

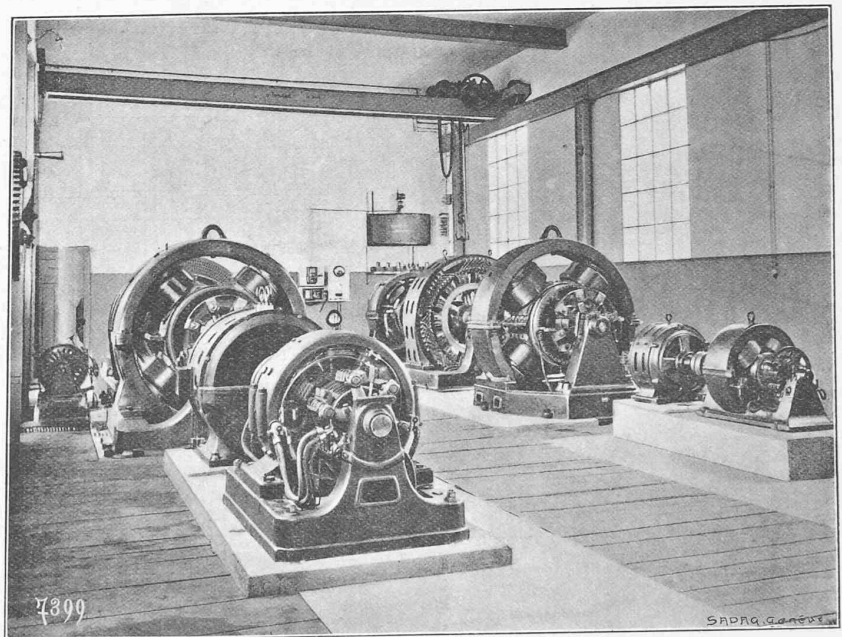


Fig. 5. — Vue de la station transformatrice.

ployé à volonté par la simple manœuvre d'un commutateur qu'il est facile de reconnaître dans le schéma (fig. 4).

La station de transformation comprend encore quatre transformateurs statiques monophasés TM (fig. 4) ou TMT (figure 3) d'une puissance unitaire de 250 kilovolt-ampères qui élèvent la tension de 700 à 15000 volts et qui, comme le transformateur triphasé équilibreur TT (fig. 4) ou TTH (figure 3), peuvent être refroidis artificiellement au moyen de ventilateurs actionnés par moteurs asynchrones triphasés MTV .

La tension secondaire de 15000 volts est maintenue constante au départ par un régulateur automatique Thury, dont le relais *voltmétrique* est alimenté par un petit transformateur statique Tm et qui actionne un ou deux rhéostats mécaniquement accouplés et intercalés dans le circuit d'excitation des alternateurs monophasés AM suivant qu'un seul travaille ou que les deux fonctionnent en parallèle.

Enfin, l'installation est complétée par un tableau de service *T* (fig. 3) qui porte tous les appareils de couplage, de réglage et de mesure.

Le départ monophasé à 15000 volts (à gauche, en haut, fig. 4; à droite, figure 3) comprend: interrupteur automatique à maximum *IA* avec relais, bobine d'induction *BI*, ampèremètre *A*, wattmètre enregistreur *WE*, compteur d'énergie *CoE*, parafoudres à cornes *PC* avec résistances liquides *RL*, déchargeur hydraulique *RE*, interrupteur de ligne à cornes *IC*, dont un électro-aimant *EA* peut provoquer l'ouverture dès qu'un défaut d'isolation se produit dans la ligne de traction.

Cette station de transformation avec installation de compensation comprend, ainsi que le montre la figure 4 dont la légende est suffisamment explicative, tous les appareils de mesure nécessaires à la détermination du rendement global ou à celle du rendement de l'une quelconque des parties. Elle est particulièrement intéressante par les moyens de réglage mis en œuvre et, à cet égard, fournira d'utiles renseignements pour l'avenir en montrant ce que l'on peut attendre de l'emploi des batteries-tampon dans les installations à courants alternatifs.

(*A suivre*).

Travaux de correction de rivières et de torrents exécutés en Suisse pendant l'année 1907.

A. Bassin du Rhin.

De même qu'en 1906 les travaux exécutés au Rhin ont consisté en renforcement des digues et des enrochements. Il a été payé pour ces travaux Fr. 88 407.30 comme subvention fédérale, correspondant à une dépense d'environ Fr. 218 000.

Les travaux dans les affluents ont été poussés un peu plus activement. La correction de la Thour dans le canton de Zürich est maintenant terminée et, dans le canton de Thurgovie, on a continué la construction de la digue des hautes eaux en aval d'Usslingen.

La correction de la Sitter à Appenzell est près d'être terminée; à la Töss on a continué le remplacement des digues en bois par d'autres en pierres. Les travaux de la Biber dans le canton de Schaffhouse sont terminés, à l'exception d'une partie assez courte entre Carlihof et le Rhin, dont le projet est actuellement à l'étude.

Comme travaux d'endiguement de torrent, nous mentionnerons ceux de la Nolla, du Scharansertobel, du Val Blaua, près de Furstenau, de l'Albertitobel, près de Davos, et surtout les grands travaux d'assainissement de Brienz pour la protection de la route cantonale et de la ligne des chemins de fer rhétiens. La correction du Trübbach dans le canton du St-Gall a été terminée. Nous ne devons pas oublier les travaux du Kronbach à Gonten et d'autres enfin à différents ruisseaux du canton de Thurgovie: Amlikon, Huttweilen, Mettendorf, au ruisseau de Kradolf, au Furtbach, à Bussnang, etc.

Les subventions payées pour tous ces travaux se montent à Fr. 555 941.28, ce qui correspond à une dépense d'environ Fr. 1 200 000.

Dans le bassin du Rhin il a été exécuté des travaux à 46 cours d'eau différents, pour lesquels il a été payé Fr. 644 348.58 de subvention fédérale, correspondant à une dépense totale de Fr. 1 418 000.

B. Bassin de l'Aar.

Des travaux ont été exécutés à l'Aar dans le canton de Berne, à Innertkirchen, puis en aval de l'embouchure de la Sarine; dans le canton d'Argovie, près de l'embouchure de la Suhr et à Biberstein.

La subvention fédérale payée pour ces travaux a été de Fr. 51 409.42 et les dépenses ont été d'environ Fr. 128 500.

Les principaux travaux exécutés aux affluents l'ont été à la Sarine, entre Laupen et Oltigen, à la Singine, entre l'embouchure de la Schwarzwasser et Laupen, à la Grande Emme, ainsi qu'à ses principaux affluents: l'Ilfis, la Trub et le Hornbach. Des travaux importants ont été faits aussi à la Simme et à la Gürbe. La correction de la Broye, entre Bressonnaz et le Pont-Neuf, est terminée; il en est de même pour la partie en aval de l'embouchure de la Petite-Glâne jusqu'au lac de Morat, de sorte que maintenant cette vallée importante est à l'abri des inondations.

Comme endiguements de torrents, nous citerons ceux du Lambach, du Schwandenbach, puis celui du ruisseau de Coppet, à Charmey, dans le canton de Fribourg.

Au Erlibach, un affluent du Kienbach, il se produisit au printemps un glissement de terrain assez considérable qui obstrua le lit de la rivière et exposa le village de Kien à un grand danger. Afin d'empêcher de nouveaux éboulements, on a dû faire des assainissements et construire des digues importantes.

Des hautes eaux extraordinaires ont eu lieu à la Zulg, à Steffisbourg, et à ses affluents. Un ancien barrage passablement haut, « le barrage des moulins », a été détruit, ainsi que d'autres ouvrages importants qui existaient à l'embouchure dans l'Aar. Ces constructions ont été refaites en béton et d'autres travaux sont encore projetés.

Pour la correction des affluents de l'Aar, il a été payé comme subvention fédérale Fr. 683 833.36, correspondant à une dépense d'environ Fr. 1 692 500.

Dans tout le bassin de l'Aar, il a été travaillé à 54 cours d'eau différents. Les subventions fédérales se sont élevées à la somme de Fr. 734 242.78 et les dépenses réelles ont été d'environ Fr. 1 821 000.

C. Bassin de la Reuss.

Des travaux importants ont été exécutés à la Reuss même: dans le canton de Zoug, à Hünenberg et à Sins; dans le canton d'Argovie, à Rothenbourg et sur le parcours Fischbach-Göslikon, enfin dans le canton de Zurich, en aval de l'embouchure de la Lorze.

Les subventions payées pour ces travaux se sont élevées à Fr. 89 400 et les dépenses à environ Fr. 180 800.