

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

Autor(en): **Landry, Jean**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **34 (1908)**

Heft 15

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-26860>

## **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.

# 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'Ecole 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* (suite), par M. Jean Landry, ingénieur. — *Concours d'idées pour l'étude du pont de Pérolles, à Fribourg* : Rapport du jury (suite et fin). — Programme du concours pour l'étude d'un bâtiment d'école, à Genève. — Concours pour les projets de façades des nouveaux bâtiments de la gare aux voyageurs de Lausanne (pl. 8). — *Sociétés* : Société fribourgeoise des ingénieurs et architectes : Séances du 5 et du 19 juin 1908. — Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne : Demande d'emploi.

## 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 <sup>1</sup>).

*Locomotive N° 2.* — Cette locomotive, représentée dans les figures 32 et 33, comporte un châssis qui repose sur deux bogies à deux essieux. Sa caisse, complètement fermée, comprend un compartiment central dans lequel se trouvent les deux moteurs de traction, deux transformateurs-abaisseurs, les appareils insérateurs et le moteur de la pompe à air. Les deux cabines d'extrémité contiennent les appareils de commande des moteurs, ceux des freins et les appareils de mesure des circuits à haute et à basse tension ; elles sont reliées par deux couloirs latéraux. Le toit de la locomotive est surmonté d'un seul archet à double articulation, de deux archets latéraux convexes et des appareils de sécurité à haute tension. Cette locomotive, dont le poids total est de 42 tonnes, permet d'atteindre une vitesse de 55 kilomètres à l'heure ; elle est capable de remorquer des trains de 250 tonnes (poids utile) sur des rampes de 10‰ à la vitesse de 40 kilomètres à l'heure.

Les deux bogies sont semblables (fig. 31) à

ceux de la première locomotive d'essai, à la seule différence des moteurs qui, dans cette dernière, étaient des moteurs à courant continu. Chacun d'eux porte, entre les deux essieux, un moteur de 250 HP qui entraîne, par l'intermédiaire d'engrenages dont le rapport de réduction est de 1 : 3,08, un arbre inférieur muni d'une manivelle à contre-poids. Cette manivelle entraîne les deux essieux au moyen d'une barre d'accouplement portant, en son milieu, un coussinet qui peut se déplacer dans une glissière. Cette disposition est nécessitée par le fait que le moteur repose sur la partie suspendue du bogie. Les bogies n'ayant pas de pivot central sont maintenus par des guidages latéraux et par des tiges à ressort qui font qu'ils ne peuvent tourner qu'autour de leur centre.

La figure 34 représente le schéma électrique de cette locomotion N° 2. Comme on le voit sur ce schéma, le courant à haute tension est recueilli par l'un ou par l'autre des deux organes de prise de courant  $A^1$  et  $A^1L$  ; il parcourt le circuit primaire à l'entrée duquel est placé un parafoudre à cornes  $PC$  et achève son circuit par les rails de roulement  $T$  après avoir passé dans une bobine de self  $BI$ , dans les enroulements primaires de deux transformateurs-abaisseurs de 250 kilovolt-ampères  $TM$  qui sont couplés en parallèle et dont le rapport de transformation est de 15000 à 700 volts et dans deux ampèremètres  $A$ .

Les enroulements secondaires des deux transformateurs travaillent en parallèle et sont, tous deux, subdivisés en 20 parties égales dont chacune est susceptible de

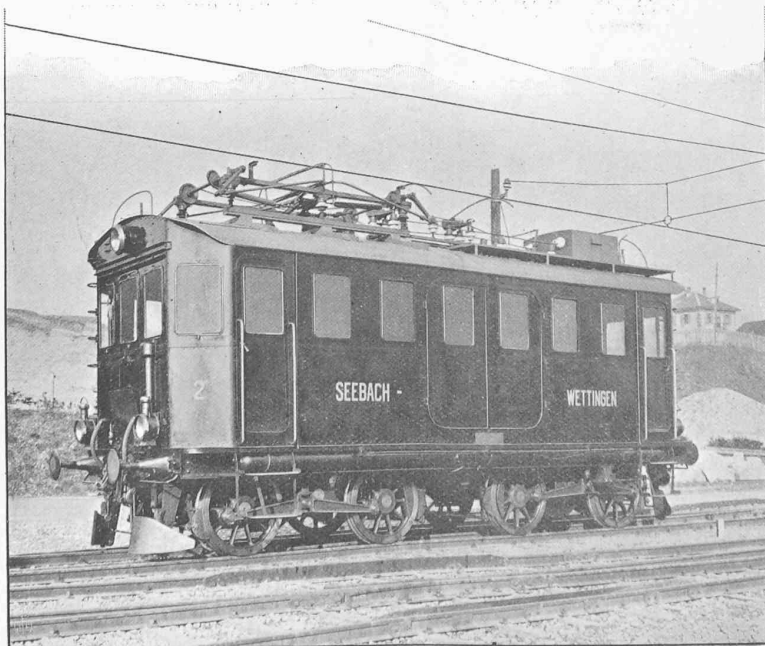


Fig. 32. — Locomotive monophasée N° 2.

<sup>1</sup> Voir N° du 10 juin 1908, page 125.

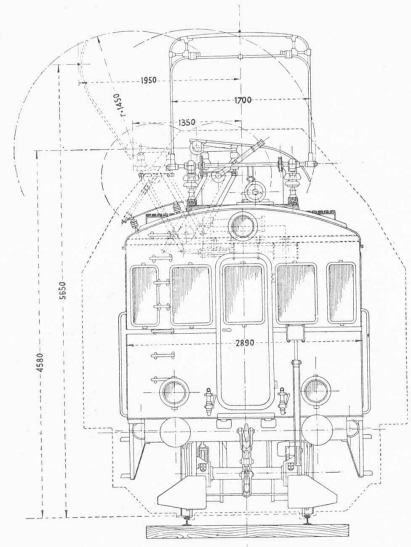
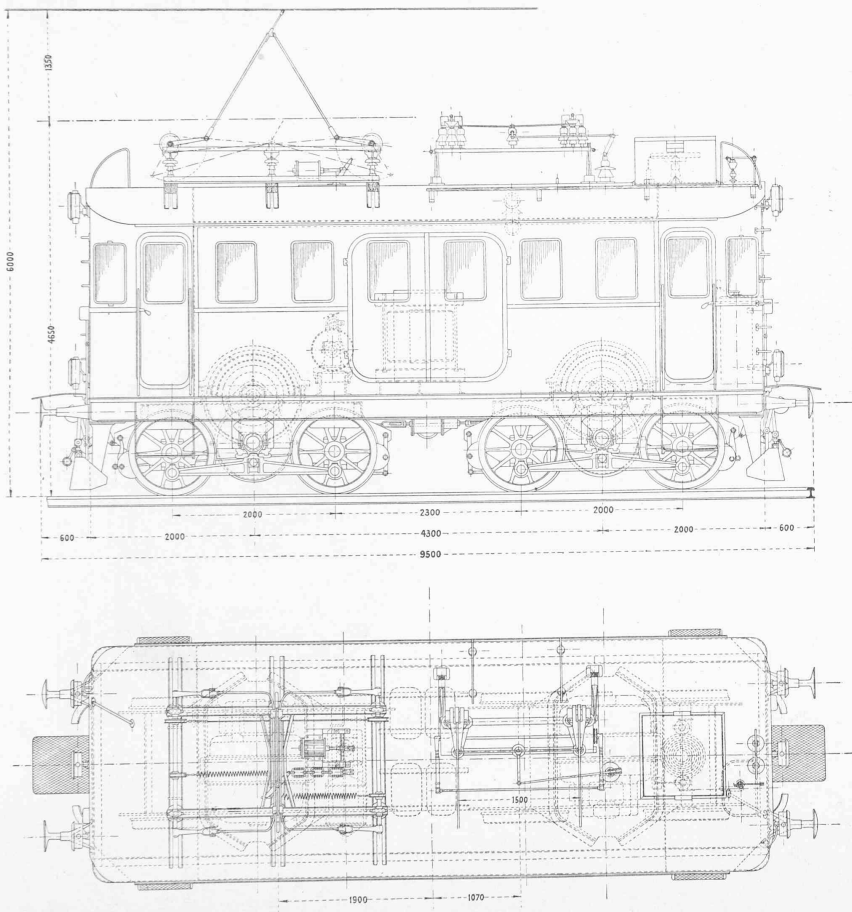


Fig. 33. — Locomotive monophasée N° 2.

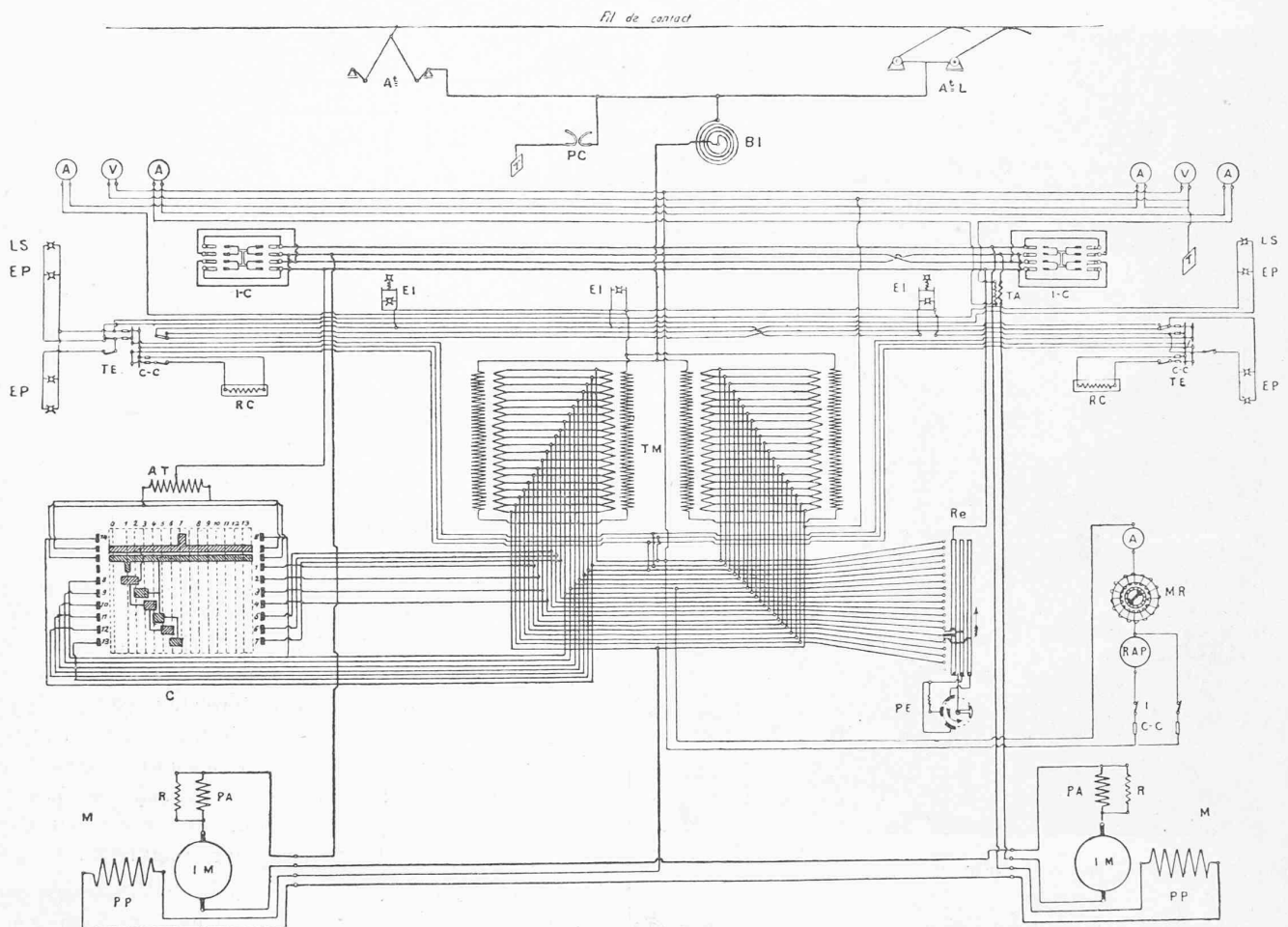


Fig. 34. — Schéma électrique de la locomotive monophasée N° 2.

## LÉGENDE:

A = Ampèremètre.  
 A<sup>o</sup> = Archet ordinaire.  
 A<sup>L</sup> = Archet latéral convexe.  
 AT = Auto-transformateur.  
 BI = Bobine de self.  
 C = Contrôleur.  
 c-c = Coupe-circuit.

EI = Eclairage intérieur.  
 EP = Eclairage de la plateforme.  
 I = Interrupteur.  
 I-C = Interrupteur-commutateur.  
 I = Induit du moteur.  
 LS = Lampe signal.  
 M = Moteur de locomotive.  
 MR = Moteur à répulsion de la pompe à air.  
 PA = Pôles auxiliaires.  
 PC = Parafoudres à cornes.

PE = Pare-étincelles.  
 PP = Pôles principaux.  
 R = Résistance.  
 RC = Résistance de chauffage.  
 Re = Réducteur-insérateur.  
 RAP = Régulateur automatique de pression.  
 T = Terre.  
 TA = Transformateur d'ampèremètre.  
 TE = Tableau de l'éclairage.  
 TM = Transformateur monophasé.

fournir une tension de 35 volts. Le circuit d'utilisation ou circuit des moteurs part de l'une des extrémités des secondaires des transformateurs et comprend, couplés en série, les circuits inducteurs *PP* des pôles principaux des moteurs, l'un ou l'autre des deux interrupteurs-commutateurs *IC*, les induits *IM* et les circuits *PA* des pôles auxiliaires des moteurs et, enfin, soit le réducteur-insérateur *Re* avec pare-étincelles du système Thieme *PE*, soit le contrôleur *C* avec auto-transformateur *AT* (fig. 35). Ces deux derniers appareils, dont l'un est commandé de l'une des deux cabines et l'autre de la cabine opposée, servent alternativement au démarrage et au réglage de la vitesse des moteurs par insertion ou suppression d'un plus ou moins grand nombre de sections des secondaires des transformateurs *TM*. Six sections de ces derniers alimentent le moteur de la pompe à air *MR* qui est un moteur monophasé à répulsion de

6 HP., commandé par un appareil automatique à relais *RAP* qui en ouvre ou en ferme le circuit de façon à maintenir la pression de l'air en environ 6 atmosphères. L'éclairage de la locomotive est assuré par des lampes à incandescence à gros filament (35 volts) et le chauffage par des résistances appropriées.

Les moteurs de traction sont des moteurs série à collecteur. Leur puissance est de 250 HP en marche continue d'une heure et leur vitesse normale de 650 tours par minute. Le circuit magnétique inducteur de ces moteurs, de même que l'induit, est complètement feuilleté; il comporte 8 pôles principaux saillants et 8 pôles auxiliaires ou pôles de commutation intercalés entre les premiers. Ce circuit magnétique inducteur est monté dans une carcasse d'acier à laquelle sont fixées les demi-flasques porte-paliers. Le moteur est complètement ouvert, comme le montrent les

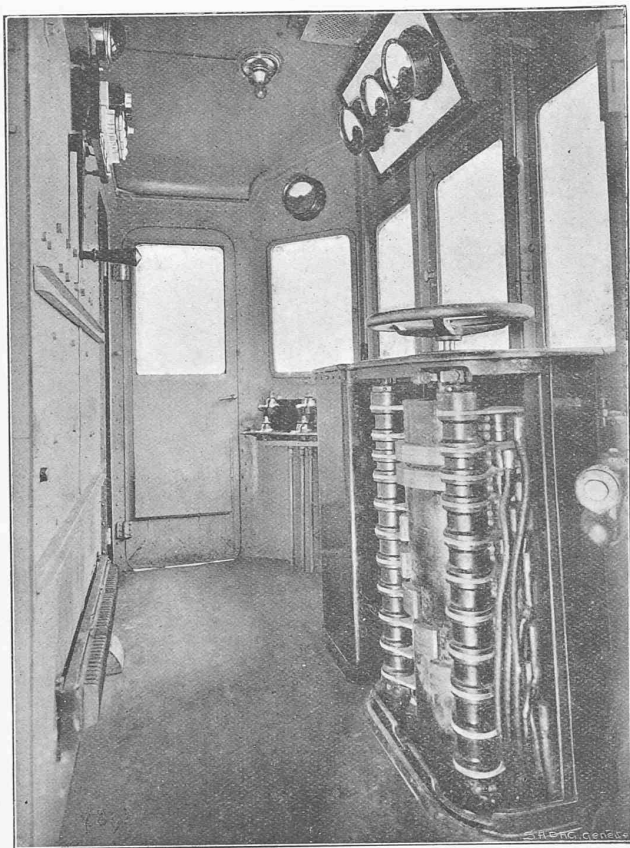


Fig. 35. — Cabine avec instruments de mesure et controller ouvert.

figures 36 et 37 ; il est ainsi bien ventilé et son collecteur est parfaitement accessible, ce qui en facilite beaucoup l'entretien et la surveillance.

L'induit, à rainures disposées de façon à éviter, dans la mesure du possible, de trop grandes déformations des courbes de la tension de ligne, est muni d'un enroulement imbriqué ordinaire qui, naturellement, est très divisé et le collecteur, sans connexions résistantes entre lames, est, comme dans tous les moteurs de ce genre, très largement dimensionné.

La figure 38 représente le schéma des connexions des enroulements du moteur qui est réduit à un système bipolaire. Dans ce schéma, le chiffre 1

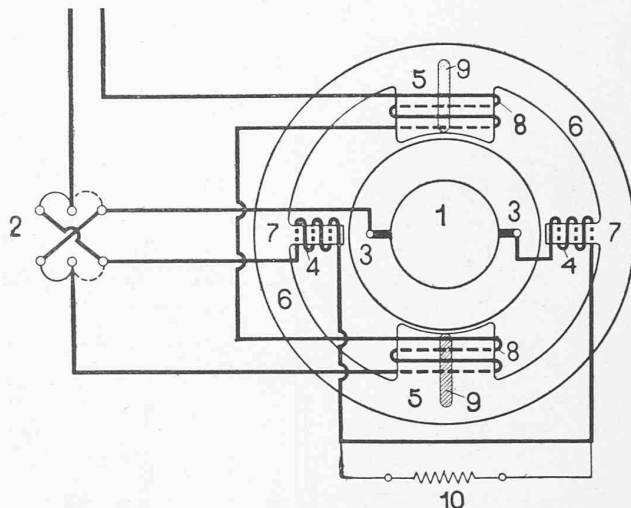


Fig. 38. — Schéma des connexions des enroulements du moteur monophasé à collecteur de 250 HP.

désigne le collecteur ; le chiffre 3, les balais ; le chiffre 4, l'enroulement des pôles de commutation 7 shunté par une résistance non inductive 10 et en série avec l'induit et avec l'enroulement 8 des pôles principaux 5. Le chiffre 2 désigne un inverseur de sens de rotation par renversement du sens du courant dans les circuits de l'induit et des pôles de commutation. Des alvéoles 9 sont ménagées dans les pôles principaux ; ces alvéoles contiennent les côtés actifs des circuits compensateurs qui sont fermés sur eux-mêmes et qui ne sont pas tracés dans la figure 38.

Comme on le sait, c'est au moment du démarrage que les conditions sont les plus défavorables à une bonne commutation. Grâce à l'effet des pôles de commutation qui sont parcourus par un courant de phase convenable, la commutation est parfaite à toute allure dans les moteurs dont nous nous occupons et dont la figure 39 reproduit les caractéristiques de fonctionnement.

Cette locomotive fonctionne depuis le mois de novembre 1905 d'une manière absolument satisfaisante.

*Locomotive N° 3.* — La locomotive N° 3, représentée dans la figure 40, a été fournie par les ateliers Siemens-Schuckert et comporte un châssis monté sur deux bogies à trois essieux-moteurs. Sa caisse com-

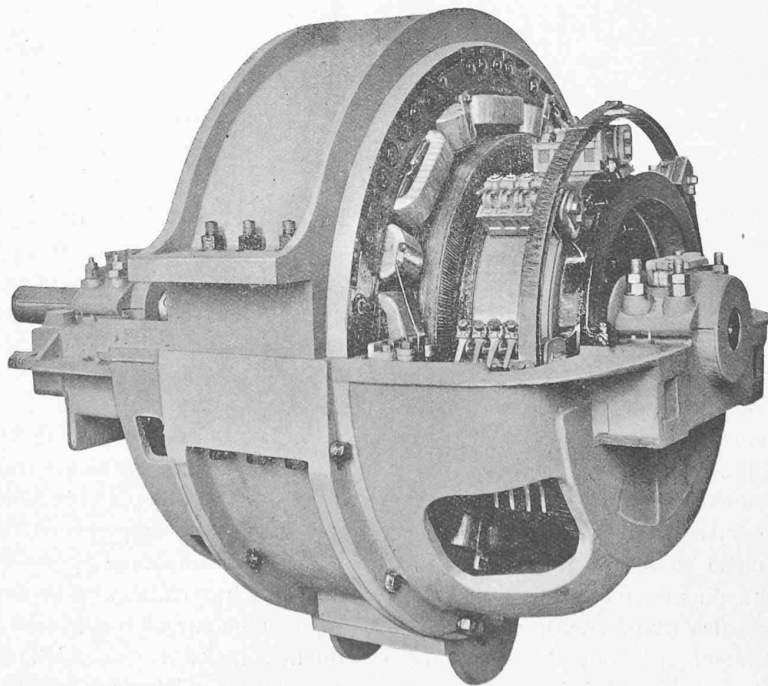


Fig. 36. — Moteur monophasé à collecteur de 250 HP.



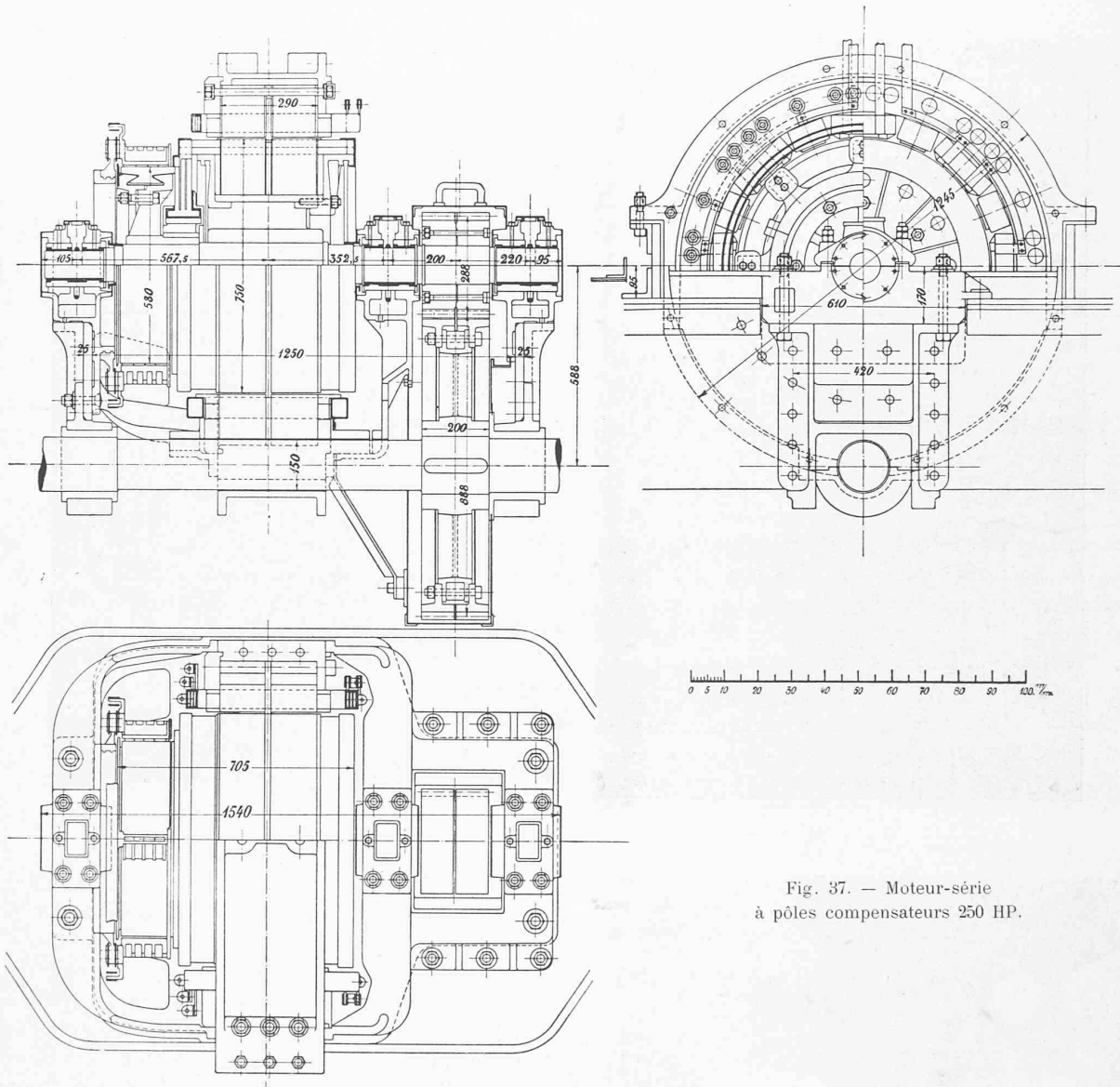


Fig. 37. — Moteur-série à pôles compensateurs 250 HP.

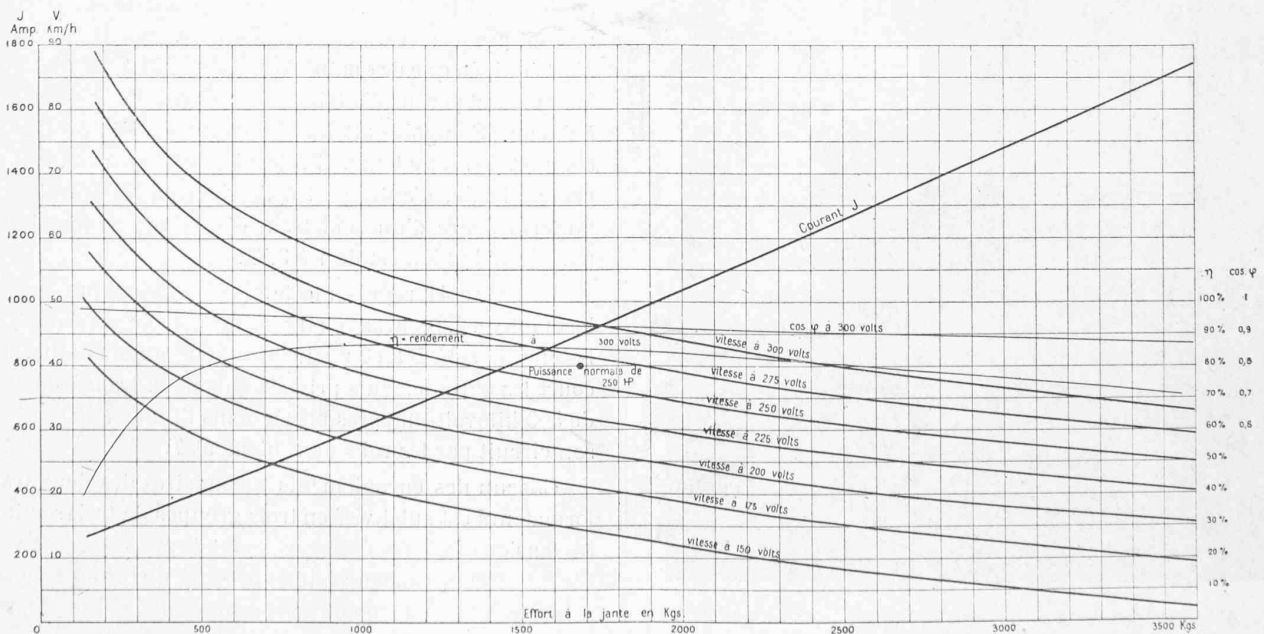


Fig. 39. — Caractéristique de fonctionnement du moteur monophasé à collecteur de 250 HP.

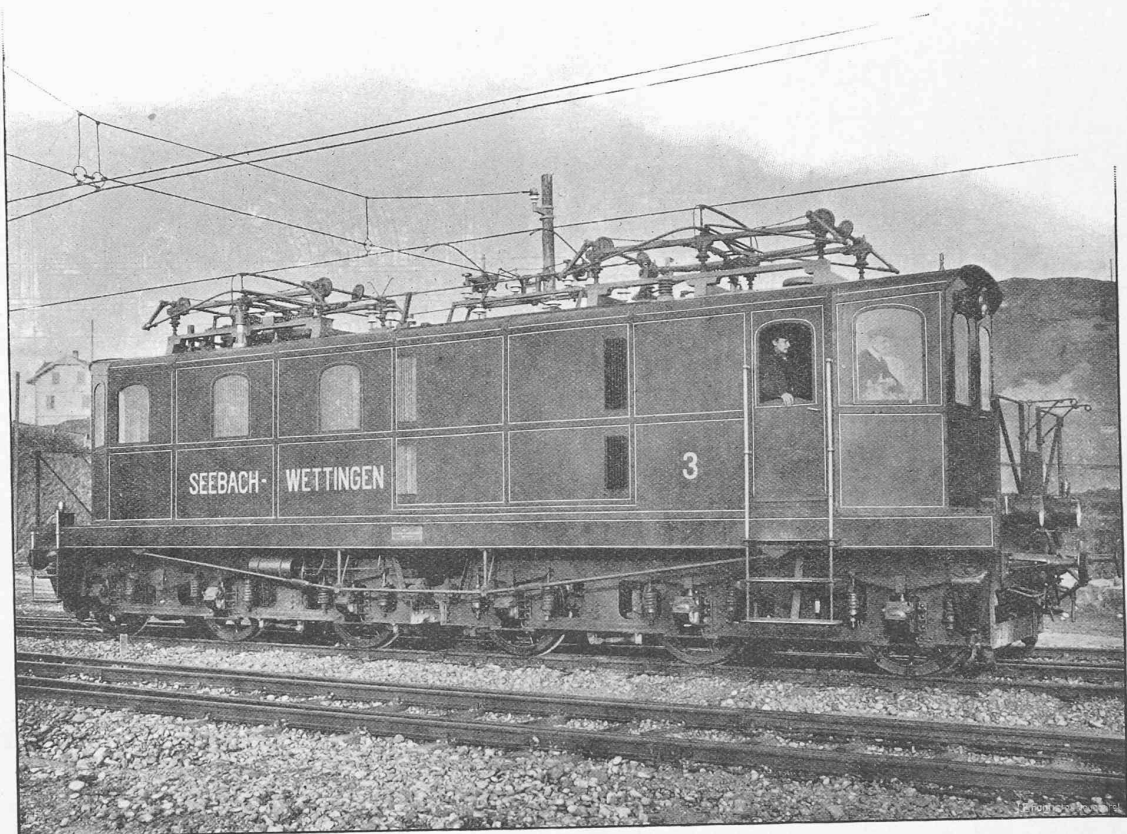


Fig. 40. — Locomotive de 1000-1500 HP à 6 essieux moteurs.

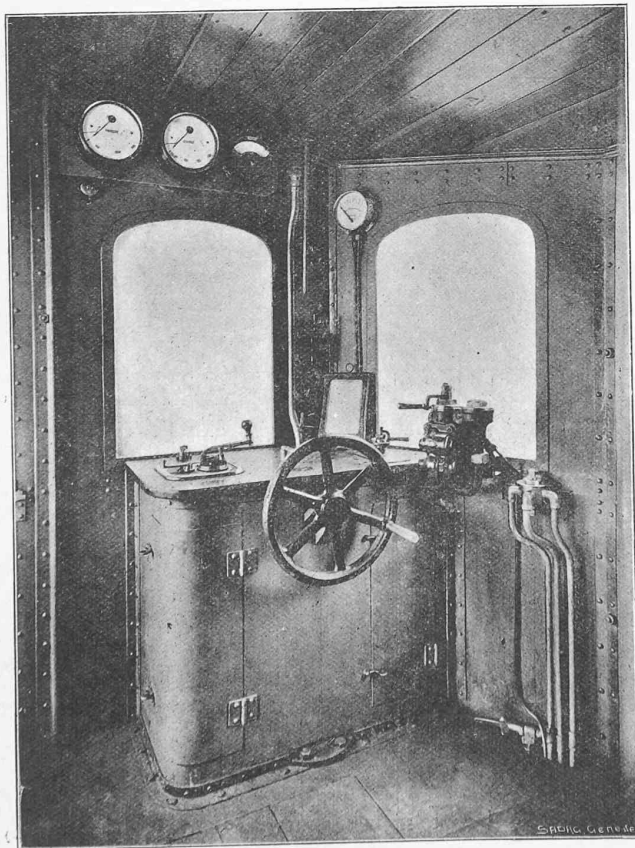


Fig. 42. — Cabine de la locomotive N° 3 avec un des manipulateurs de commande et les appareils de mesure.

prend deux cabines réunies par un couloir central de chaque côté duquel sont placés, dans deux locaux complètement fermés, le matériel de transformation et l'appareillage. Son toit est surmonté des appareils de prise de courant, soit deux archets à double articulation dont un à chaque extrémité et deux archets latéraux convexes situés entre les deux premiers. Ces organes de prise de courant ne peuvent pas être appliqués contre le fil de contact tant que les portes des locaux du matériel de transformation et de l'appareillage ne sont pas fermées. Cette locomotive qui, pour le moment, n'est équipée que de quatre moteurs de 220 à 250 HP., pèse 68 tonnes et permet d'atteindre une vitesse de 75 kilomètres à l'heure. Son poids atteindra 75 tonnes avec l'équipement complet de six moteurs. Ces derniers sont suspendus d'une part au bogie, d'autre part à l'essieu qui les entraîne par l'intermédiaire d'un seul train d'engrenages dont le rapport de réduction est de 1 à 3,72.

La figure 41 représente le schéma électrique de cette locomotive. Le courant de ligne, après avoir passé dans une bobine de self *BI* et un interrupteur automatique, parcourt les enroulements primaires de deux transformateurs de 500 kilovolt-ampères placés dans l'huile *TM* et achève son circuit par les rails de roulement *T*.

Chacun des enroulements secondaires des deux transformateurs est subdivisé en trois groupes de trois sections; les tensions de ces trois groupes sont de 288, 330 et 378 volts. Chaque transformateur alimente ainsi un groupe de trois moteurs (pour le moment deux seulement), et la commande

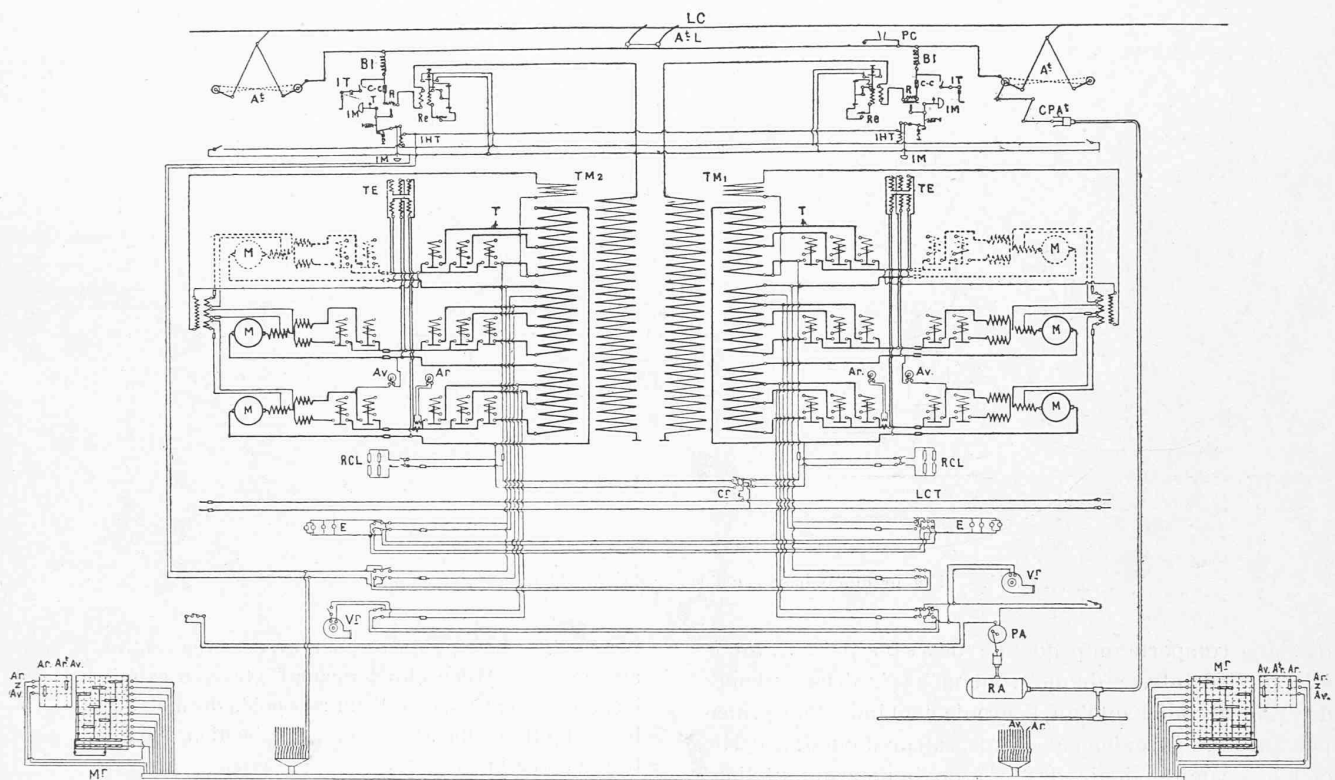


Fig. 41 — Schéma électrique de la locomotive N° 3.

## LÉGENDE :

<i>FC</i> = Fil de contact.	<i>Re</i> = Relais.	<i>RCL</i> = Résistance de chauffage de la locomotive.
<i>A'</i> = Archet ordinaire.	<i>IHT</i> = Interrupteur à haute tension.	<i>LCT</i> = Ligne de chauffage du train.
<i>A'L</i> = Archet latéral convexe.	<i>CPA'</i> = Commande pneumatique de l'archet.	<i>E</i> = Eclairage.
<i>PC</i> = Parafoudres à cornes.	<i>IT</i> = Interrupteur de terre.	<i>V'</i> = Ventilateur.
<i>BI</i> = Bobine de self.	<i>T</i> = Terre.	<i>PA</i> = Pompe à air.
<i>R</i> = Résistance.	<i>TE</i> = Transformateur équilibreur.	<i>RA</i> = Réservoir à air.
<i>c-c</i> = Coupe-circuit.	<i>TM</i> = Transformateur monophasé.	<i>IM</i> = Interrupteur à main.
	<i>M</i> = Moteur de locomotive.	<i>C'</i> = Compteur.
	<i>M'</i> = Manipulateur.	

de ces derniers est indirecte, c'est-à-dire que le démarrage et le réglage de la vitesse ne sont pas obtenus au moyen de contrôleurs ou d'insérteurs-réducteurs placés dans le circuit des moteurs comme c'est le cas dans la locomotive N° 2, mais bien au moyen d'un petit manipulateur *M'*, parcouru par un courant de faible intensité qu'il dirige, suivant la position que l'on donne à la manette de commande, dans les enroulements solénoïdaux de l'un ou de l'autre des contacteurs *C* placés dans le circuit des moteurs. Ces contacteurs à commande électromagnétique sont au nombre de 5 par moteur. Deux d'entre eux servent au renversement du sens de rotation des moteurs, les trois autres au réglage de la vitesse qui peut prendre neuf valeurs différentes. Tous ces contacteurs sont verrouillés de façon à éviter toute fausse manœuvre et sont, ainsi que les interrupteurs à haute tension et les coupe-circuits, placés dans les locaux fermés des transformateurs-abaisseurs. Chaque groupe de trois moteurs comprend, en outre, un petit transformateur-équilibreur *TE*, ayant pour but d'égaliser les tensions des moteurs malgré les tensions inégales fournies par les trois groupes secondaires de chaque transformateur. Enfin, un certain nombre de circuits à basse tension dérivés des différentes sections des enroulements secondaires

de chacun des transformateurs-abaisseurs *TM* et dans lesquels sont placés des interrupteurs et des commutateurs, alimentent les lampes, les lampes-signaux, les résistances de chauffage, le moteur de la pompe à air, le moteur du ventilateur et les différents relais des interrupteurs automatiques.

Les manipulateurs de commande sont au nombre de deux dont un dans chacune des cabines d'extrémité. Ils sont d'un maniement très facile car ils ne contiennent que des contacts de faible surface, puisque ces derniers ne sont parcourus que par des courants de faible intensité et à basse tension. A côté de ces avantages, ce mode de commande présente celui de permettre, avec le même appareil, la commande de plusieurs unités motrices.

Les moteurs d'essieux (fig. 43 et 44) sont des moteurs série à collecteur et à carcasse complètement fermée. Les moteurs de l'un des bogies sont refroidis artificiellement au moyen de l'air fourni par un ventilateur; ceux de l'autre bogie sont à refroidissement naturel. Leur puissance normale est de 220 à 250 HP avec ventilation forcée et de 175-200 HP sans ventilation forcée.

Ces moteurs diffèrent de ceux de la locomotive N° 2 non seulement par leur forme extérieure, mais aussi par leur disposition intérieure. C'est ainsi que le système inducteur



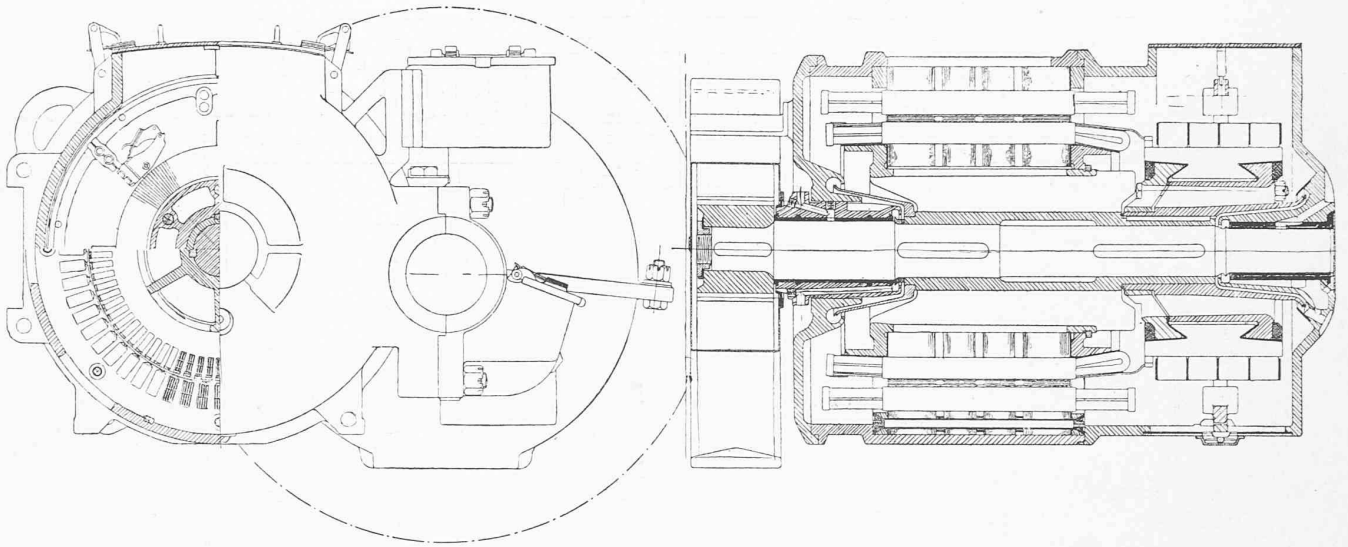


Fig. 44. — Moteur monophasé à collecteur de 220-250 HP de la locomotive N° 3.

ou stator comporte un paquet de tôles *sans pôles saillants* à la surface interne duquel sont ménagés deux systèmes de rainures contenant l'un, l'enroulement inducteur principal, l'autre, l'enroulement compensateur dont une partie crée un champ auxiliaire destiné à faciliter la commutation. L'induit ou rotor, qui est séparé de l'inducteur par un entrefer constant, porte un enroulement tambour placé dans des rainures ouvertes. Un second enroulement plus résistant et placé dans les mêmes rainures est dérivé des lames du collecteur et a pour but d'améliorer la commutation tout en contribuant dans une certaine mesure à la production du couple moteur. Le collecteur très divisé est très largement dimensionné.

La figure 45 reproduit les caractéristiques de fonctionnement de ces moteurs à différentes tensions.

(A suivre).

## Concours d'idées pour l'étude du Pont de Pérolles à Fribourg

Rapport du Jury.

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

### 1. Ponts métalliques.

N° 34. L'arc principal de 239 m. de portée et 52 m. 50 de flèche repose sur deux rotules aux naissances pour le poids propre; sous l'action des charges partielles et de la température, un encastrement se produit aux naissances. Une disposition semblable est d'un réglage difficile. Malgré son bel aspect, une travée si importante n'est pas justifiée, le poids du métal prévu dans l'évaluation est insuffisant.

Voir N° du 25 juillet 1908, page 162.

N° 31. — Le type de ce pont, avec travée centrale à trois articulations et consoles formant les travées extérieures, est inspiré par le viaduc de Viaur; le poids du métal indiqué est beaucoup trop faible. Ici encore, l'application d'une si grande travée ne se justifie pas.

N° 62. Ce projet, étudié avec soin, prévoit deux groupes de piles jumelles, espacées de 19 m. 4, supportant une construction métallique genre Cantilever à articulations. Les consoles à droite et à gauche de chaque groupe de piles ont 29 m. 1 de porte à faux et supportent une travée droite de 38 m. 8. Un pareil ensemble est non seulement tourmenté et peu satisfaisant comme architecture, il présente l'inconvénient plus grave de ne pas assurer au pont une rigidité suffisante. Les fers zorés, prévus sous la chaussée, n'augmentent pas la rigidité latérale du tablier et devraient, d'une manière assez générale, faire place à une dalle nervée en béton armé qui protège mieux le métal et constitue une poutre horizontale rigide.

N° 12 A et B. L'étude, qui est présentée par un rapport intéressant, prévoit deux solutions par superstructure métal-

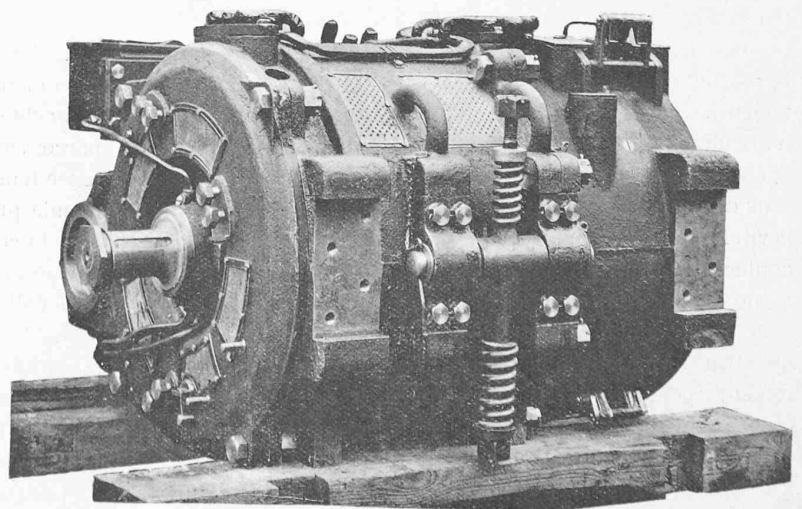


Fig. 43. — Moteur monophasé à collecteur de 220-250 HP de la locomotive N° 3.

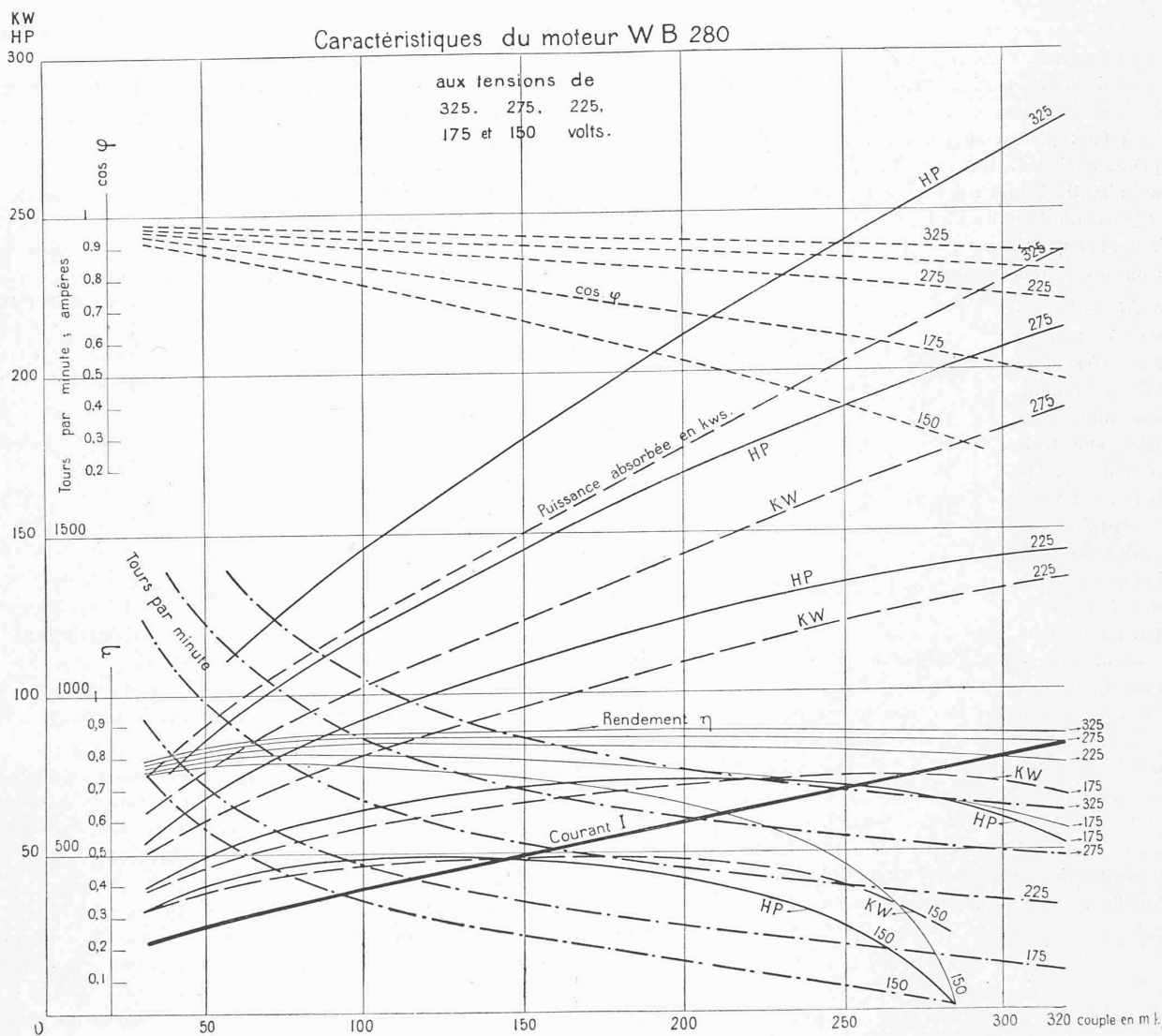


Fig. 45. — Caractéristiques de fonctionnement du moteur de 220-250 HP de la locomotive N° 3.

lique sur piles en maçonnerie pour franchir la vallée de la Sarine, la première A à l'aide de 5 arcs de 71 m. de portée, la deuxième B à l'aide de 3 arcs de 93 m. 50. Ces arcs sont continus et à tympan élastiques; l'auteur dispose des appuis à rouleaux sur les piles; les culées seules recevront la poussée des arcs. Cette disposition n'est pas recommandable pour un ouvrage de plusieurs travées, car les surcharges provoqueront des déformations d'autant plus grandes que l'auteur ne s'est pas préoccupé de donner de la rigidité aux tympan. Les culées s'appuient trop près du bord du rocher et les piles paraissent grêles, l'aspect des deux ouvrages serait peu satisfaisant.

N° 38. C'est le seul projet de pont suspendu; la vallée est franchie par une grande travée de 300 m. Afin d'éviter le trop grand poids des câbles d'un pont suspendu, l'auteur combine le câble avec un arc à trois articulations; par une disposition ingénieuse des appuis sur piles et des travées d'ancrage, il est possible d'obtenir un système statiquement déterminé, qui assurerait une répartition bien définie des charges entre le câble et l'arc. Néanmoins, les surcharges et la température produiraient de fortes déformations. C'est une solution élégante, mais

peu pratique, dont le coût dépasserait sensiblement l'évaluation de l'auteur, car elle offre de sérieuses difficultés d'exécution, qui ne sont nullement compensées par une économie quelconque, bien au contraire. Ce projet a cependant retenu l'attention du jury par son originalité.

N° 46. Le pont principal comporte 3 travées continues de 96, 109,80 et 96 m. à membrure inférieure arquée avec articulations dans la travée centrale à 23 m. 4 de l'axe des piles, laissant une travée suspendue entre articulations de 63 m. de portée. Les piles en maçonnerie sont continuées sur toute la hauteur des poutres et couronnées d'un motif architectural donnant à l'ensemble un aspect satisfaisant en élévation; de côté, on apercevrait la continuation des piles comme un simple parement de l'ossature métallique. La superstructure est formée de trois poutres principales, ce qui ne saurait être recommandé; deux poutres donnent plus de rigidité transversale, sans augmenter le poids des entretoises, puisque leur hauteur peut être choisie à volonté; elles suppriment toute indétermination dans la répartition des charges.

N° 49. Il s'agit, dans ce projet, d'un pont dont le montage doit s'effectuer en porte à faux; les piles, au nombre de deux