

Auteur ou collectivité : Auvert

Auteur : Auvert

Titre : Traction électrique par courant alternatif monophasé transformé sur la locomotive en courant continu. Essais effectués sur la ligne de Cannes à Grasse

Adresse : Paris : H. Dunod et E. Pinat, 1911.

Collation : 15 p. : pl. ; 32 cm

Cote : CNAM-BIB 4 Le 290

Sujet(s) : Voies ferrées

Date de mise en ligne : 08/11/2016

Langue : Français

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redirect?4LE290>

4<sup>e</sup> Le 290



# TRACTION ÉLECTRIQUE

PAR

## COURANT ALTERNATIF MONOPHASÉ

TRANSFORMÉ SUR LA LOCOMOTIVE EN COURANT CONTINU

ESSAIS EFFECTUÉS SUR LA LIGNE DE CANNES A GRASSE

par M. AUVERT,

INGÉNIEUR PRINCIPAL A LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

(Pl. XVIII à XXI)

Extrait de la **Revue Générale des Chemins de fer** et des TRAMWAYS

(N° de Juin 1911).

PARIS (VI<sup>e</sup>)

H. DUNOD ET E. PINAT, EDITEURS,

47 et 49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 47 et 49.

1911

Tous droits réservés

La **Revue Générale des Chemins de fer** et des TRAMWAYS paraît mensuellement, depuis Juillet 1878, sous le patronage et avec la collaboration d'un *Comité de Rédaction* composé de :

- MM. SALOMON, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est *Président*.
- BOËLL, Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur en chef attaché à la Direction des chemins de fer de l'Etat.
- GEOFFROY, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef Conseil de la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.
- HEURTEAU, Ingénieur en chef des Mines, Délégué Général du Conseil d'Administration de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans.
- DE LARMINAT, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur de la Compagnie de l'Ouest.
- MOFFRE, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi.
- MONMERQUÉ, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
- RENAULT, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Administrateur de la Société Générale des chemins de fer économiques.
- SARTIAUX, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de l'Exploitation de la Compagnie du chemin de fer du Nord.
- SIEGLER, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la Voie et des Travaux des Chemins de fer de l'Est.
- R. GODFERNAUX, Ingénieur, Membre du Comité des Travaux Publics des Colonies, *Secrétaire du Comité de Rédaction*.

SECRETARIAT : 88, Rue St-Lazare. PARIS (IX<sup>e</sup>).

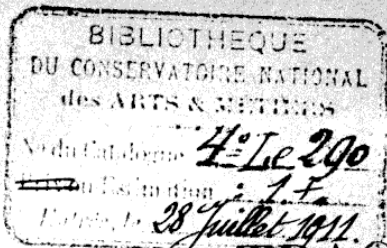
## BUT DE LA REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER ET DES TRAMWAYS

Les études et les travaux publiés en France et à l'étranger sur les chemins de fer, et plus généralement sur la question des transports, étaient disséminés dans diverses publications périodiques.

La *Revue Générale des Chemins de fer* et des Tramways a pour but de réunir et de centraliser toutes les publications spéciales relatives à l'industrie des chemins de fer. Elle est destinée à tenir tous ceux qui s'occupent de ces importantes questions, au courant des travaux exécutés, des progrès tentés et réalisés, et, en général, de tous les faits techniques ou commerciaux qui, en France ou à l'étranger, présentent quelque intérêt.

Elle publie, tout à la fois, des articles spéciaux relatifs à la construction des chemins de fer, à leur entretien, à l'établissement du matériel fixe et roulant, à la traction, etc.; des études économiques ou financières, des résultats ou renseignements ayant trait à l'exploitation technique ou commerciale, tels que : dispositions de gares, manutention, télégraphie et application de l'électricité, chauffage et éclairage des gares et des trains, tarifs, jurisprudence, comptabilité, statistique, etc. Elle donne, d'une façon complète, la statistique annuelle des principaux chemins de fer du monde.

En un mot, la *Revue Générale des Chemins de fer* et des Tramways constitue, en France, l'organe spécial des chemins de fer et des tramways, et, à ce titre, elle mérite d'appeler l'attention de toutes les personnes qui s'intéressent à la grande industrie des transports, ainsi qu'on pourra, d'ailleurs, le constater par la **Table générale des Matières** parues dans cette publication du 1<sup>er</sup> Juillet 1878 au 1<sup>er</sup> Janvier 1910.



*4° Le 290.*

# TRACTION ÉLECTRIQUE

PAR

# COURANT ALTERNATIF MONOPHASÉ

TRANSFORMÉ SUR LA LOCOMOTIVE EN COURANT CONTINU

ESSAIS EFFECTUÉS SUR LA LIGNE DE CANNES A GRASSE

Par M. AUVERT,

INGÉNIEUR PRINCIPAL A LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

(Pl. XVIII à XXI).

Extrait de la **Revue Générale des Chemins de fer et des TRAMWAYS**

(N° de Juin 1911).



PARIS (VI<sup>e</sup>)

H. DUNOD ET E. PINAT, ÉDITEURS,  
47 et 49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 47 et 49.

1911.



TRACTION ÉLECTRIQUE  
PAR  
COURANT ALTERNATIF MONOPHASÉ  
TRANSFORMÉ SUR LA LOCOMOTIVE EN COURANT CONTINU

---

ESSAIS EFFECTUÉS SUR LA LIGNE DE CANNES A GRASSE

Par M. AUVERT,

INGÉNIEUR PRINCIPAL A LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

---

(Pl. XVIII à XXI).

---

Dans le N° d'octobre 1905 de la *Revue Générale*, j'ai rendu compte des premiers essais effectués en mars et avril 1905 sur un appareil nouveau, le redresseur-régulateur système AUVERT et FERRAND, que la Compagnie P.-L.-M. avait fait construire en vue de l'application du courant alternatif monophasé à la traction.

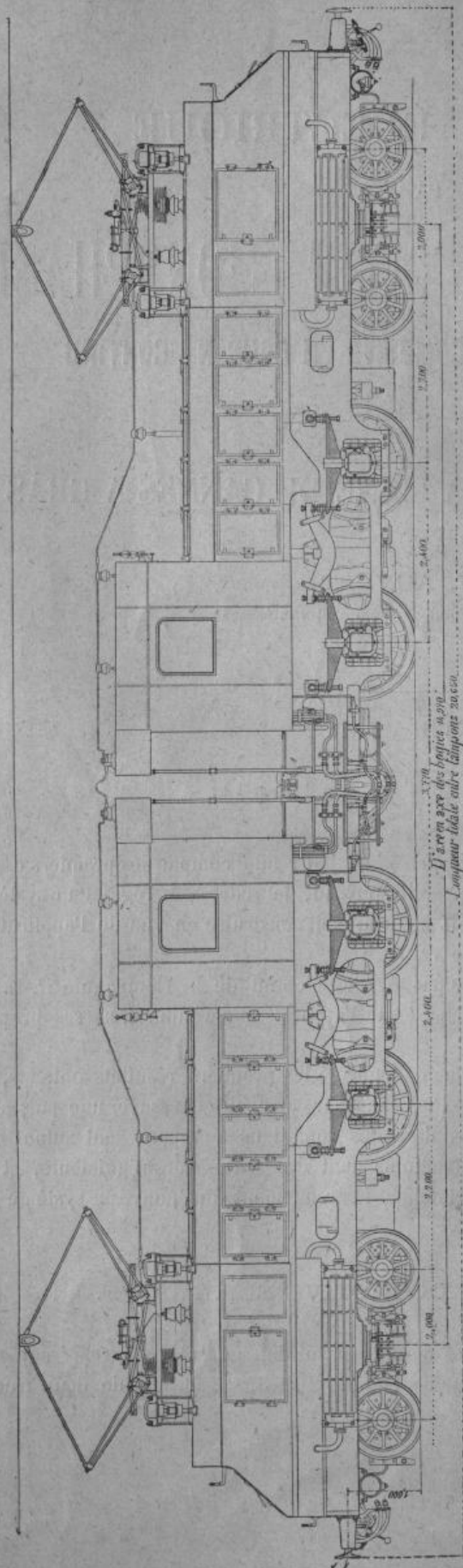
A la suite de ces essais, la Société d'Électricité Alioth obtint de la Compagnie P.-L.-M. l'autorisation de faire de nouvelles expériences sur l'appareil en question dans ses propres ateliers à Münchenstein, près Bâle.

Ces dernières expériences ayant pleinement confirmé les premiers résultats obtenus, la Société Alioth s'entendit avec la Compagnie P.-L.-M. pour construire et essayer une puissante locomotive électrique qui a permis d'étudier dans des conditions se rapprochant autant que possible de celles d'un service réel, le fonctionnement des redresseurs-régulateurs, et de déterminer les caractéristiques et en particulier le rendement du nouveau système de traction.

#### DESCRIPTION DE LA LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE.

**Disposition générale.** — La locomotive dont la disposition générale est représentée en élévation sur la Figure 1 et en perspective sur les Figures 2 et 3, est formée de deux trucks moteurs semblables.

Fig. 1. — LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE. Élévation.



Chacun de ces trucks est monté sur un bogie à roues de 1 mètre et sur deux essieux moteurs à roues de 1<sup>m</sup>,50.

Chaque truck porte une cabine et les logements des appareils de transformation et de réglage.

Dans ces logements sont placés, sur chaque truck :

Un transformateur statique fournissant le courant alternatif nécessaire aux moteurs synchrones qui font tourner les redresseurs et à un petit groupe moteur générateur auxiliaire ;

Un interrupteur automatique haute tension spécial à ce transformateur ;

Un transformateur statique fournissant le courant alternatif aux redresseurs-régulateurs du truck ;

Un interrupteur automatique haute tension spécial à ce transformateur ;

Une bobine de self-induction pour le courant redressé ;

Un groupe composé de deux redresseurs-régulateurs actionnés chacun directement par un moteur synchrone ;

Une pompe à air actionnée par un moteur série monophasé ;

Un groupe moteur-générateur auxiliaire, monophasé continu, servant au lancement et à la mise en phase des moteurs synchrones des redresseurs avant le départ, et produisant le courant continu nécessaire à divers appareils accessoires.

Dans la cabine de chaque truck se trouvent :

Les organes de commande relatifs aux prises de courant, aux interrupteurs haute tension, au changement de marche et aux appareils de réglage de la vitesse des moteurs des deux truck de la locomotive.

Chaque truck porte une prise de courant qui est constituée par un panto-

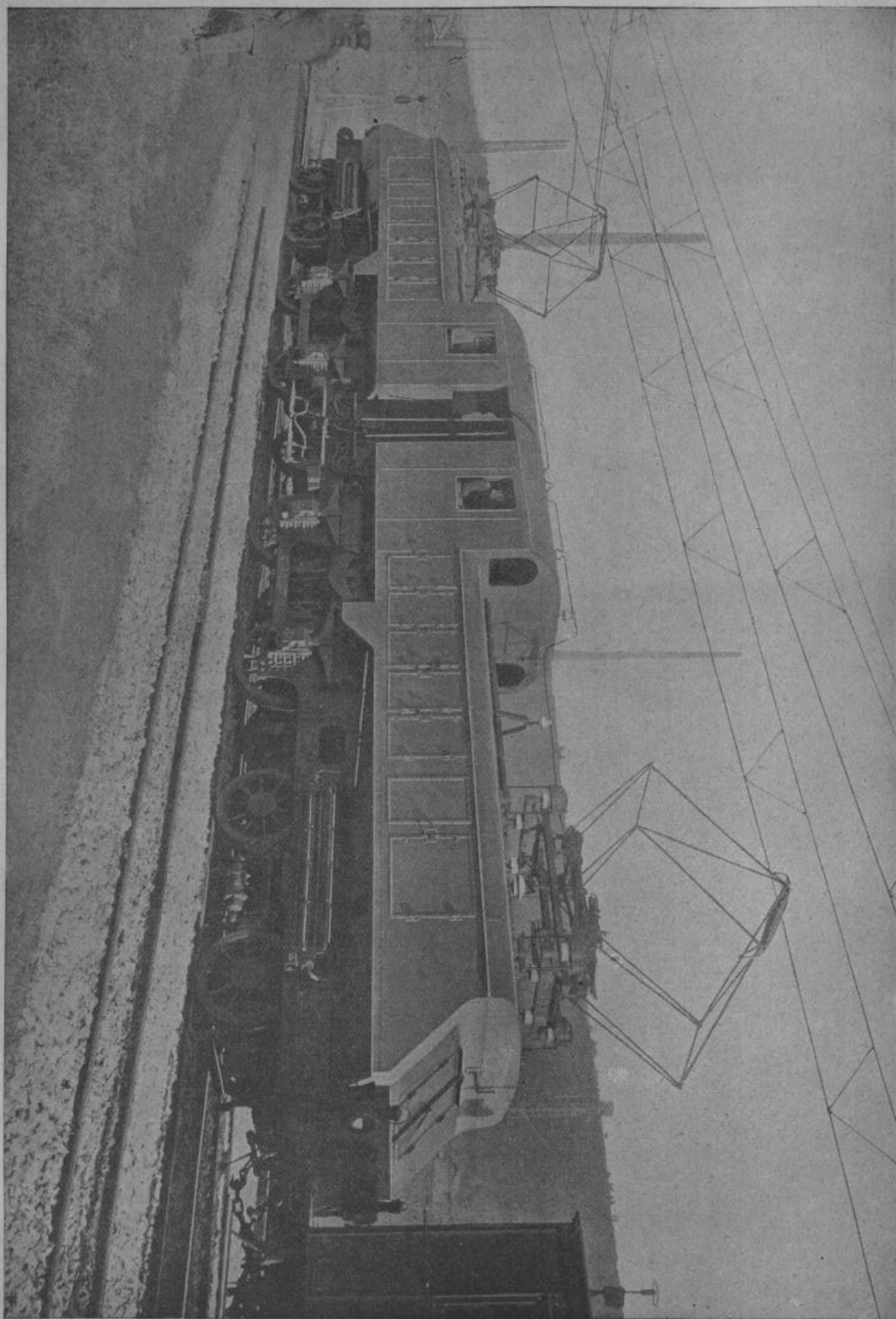


Fig. 2. — LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE. (Vue perspective).



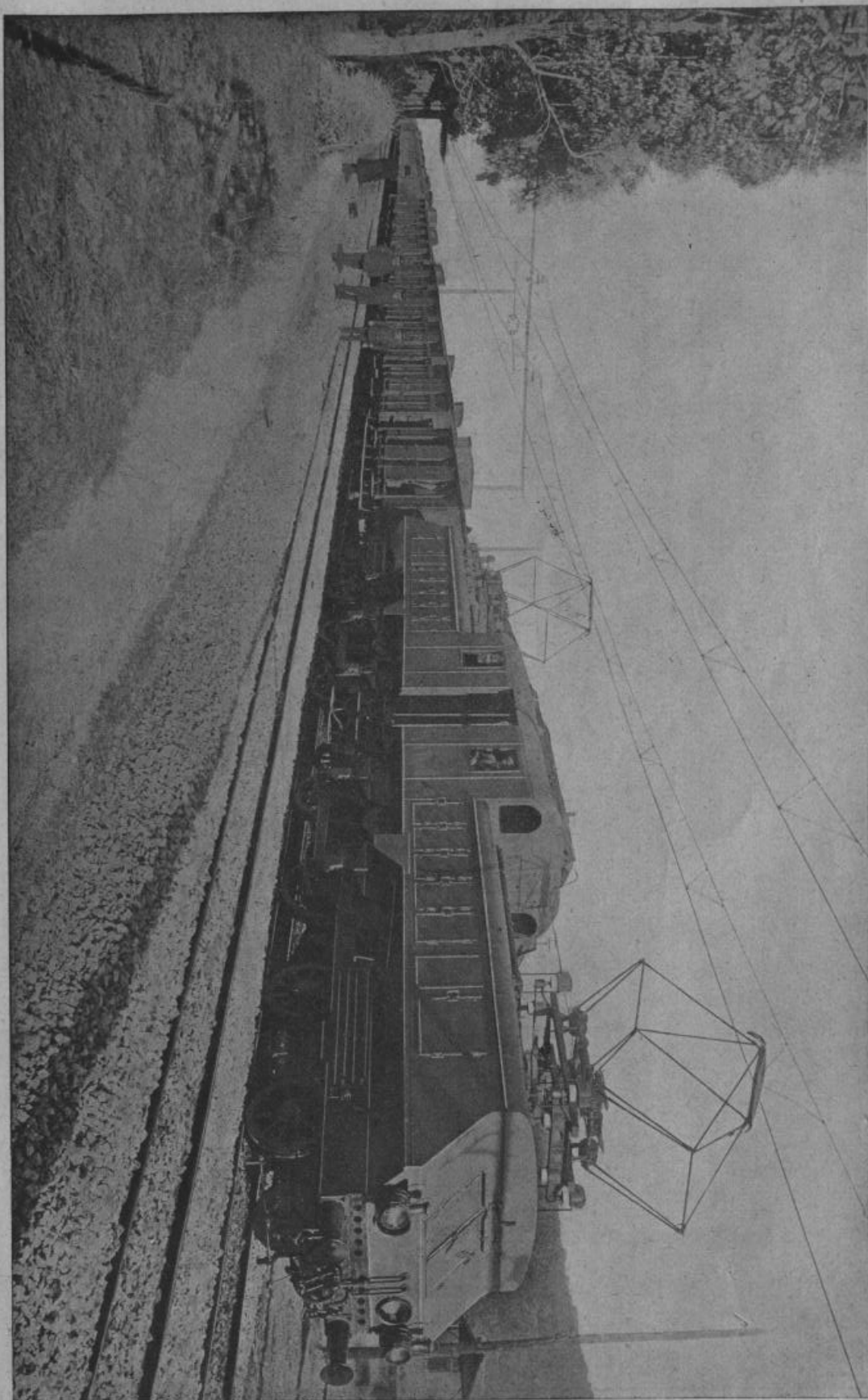


Fig. 3. — LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE EN TÊTE DU TRAIN D'ESSAI.

graphe système Westinghouse ; les deux prises de courant de la locomotive sont montées en parallèle.

Les deux trucks formant chacun une demi-locomotive sont complètement identiques ; ils sont accouplés cabine contre cabine au moyen d'un attelage analogue à l'attelage avant d'un tender.

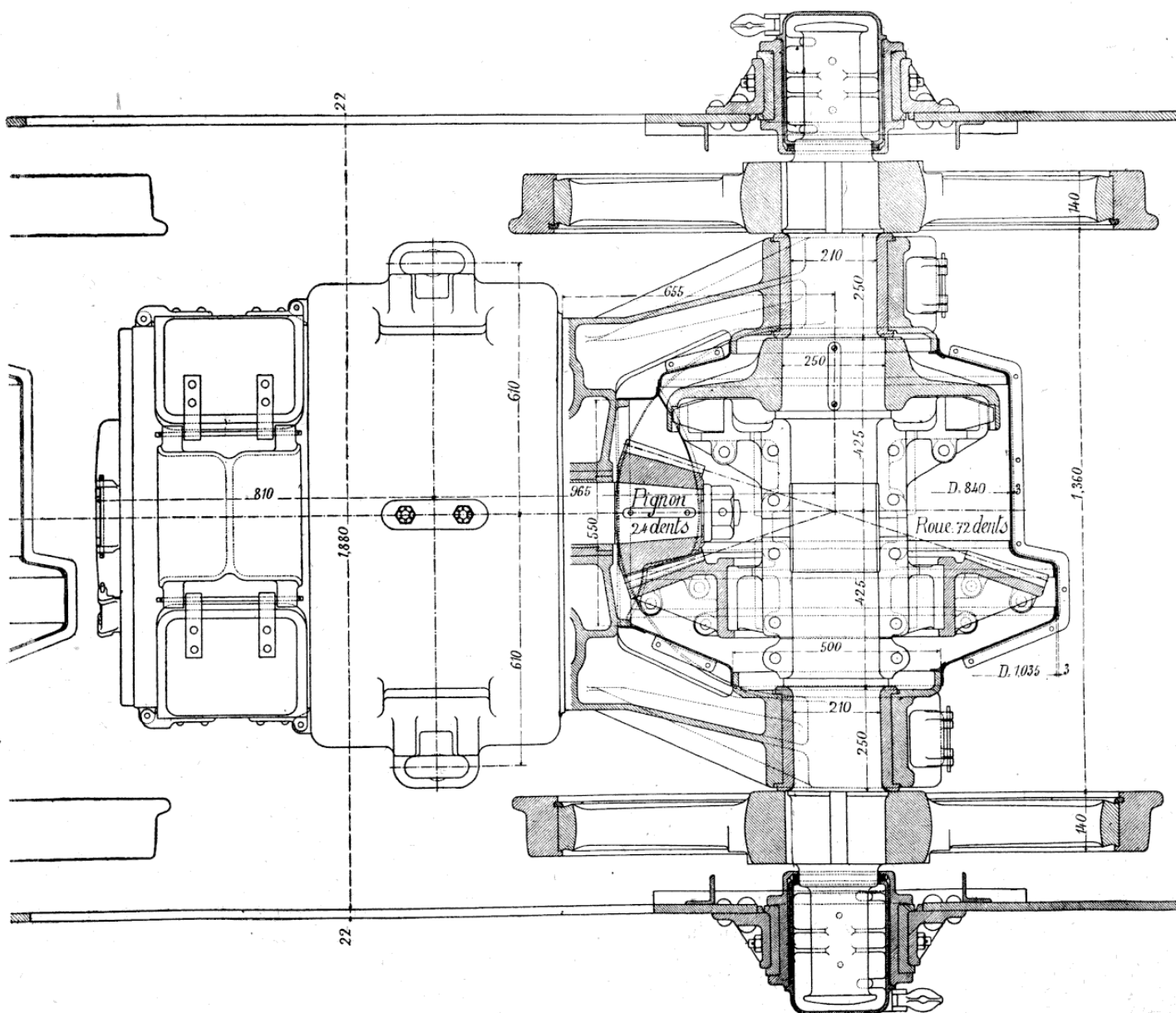
Le poids total de l'ensemble est égal à 136 tonnes qui se répartissent ainsi :

18 tonnes sur chacun des essieux moteurs ;

16 tonnes sur chacun des essieux des bogies.

**Essieux moteurs.** — Chaque essieu moteur est actionné par un moteur à courant continu

Fig. 4. — MOTEUR D'ESSIEU. (Vue en plan et coupe horizontale de l'accouplement).



à excitation série, à six pôles, pouvant développer normalement pendant une heure au moins

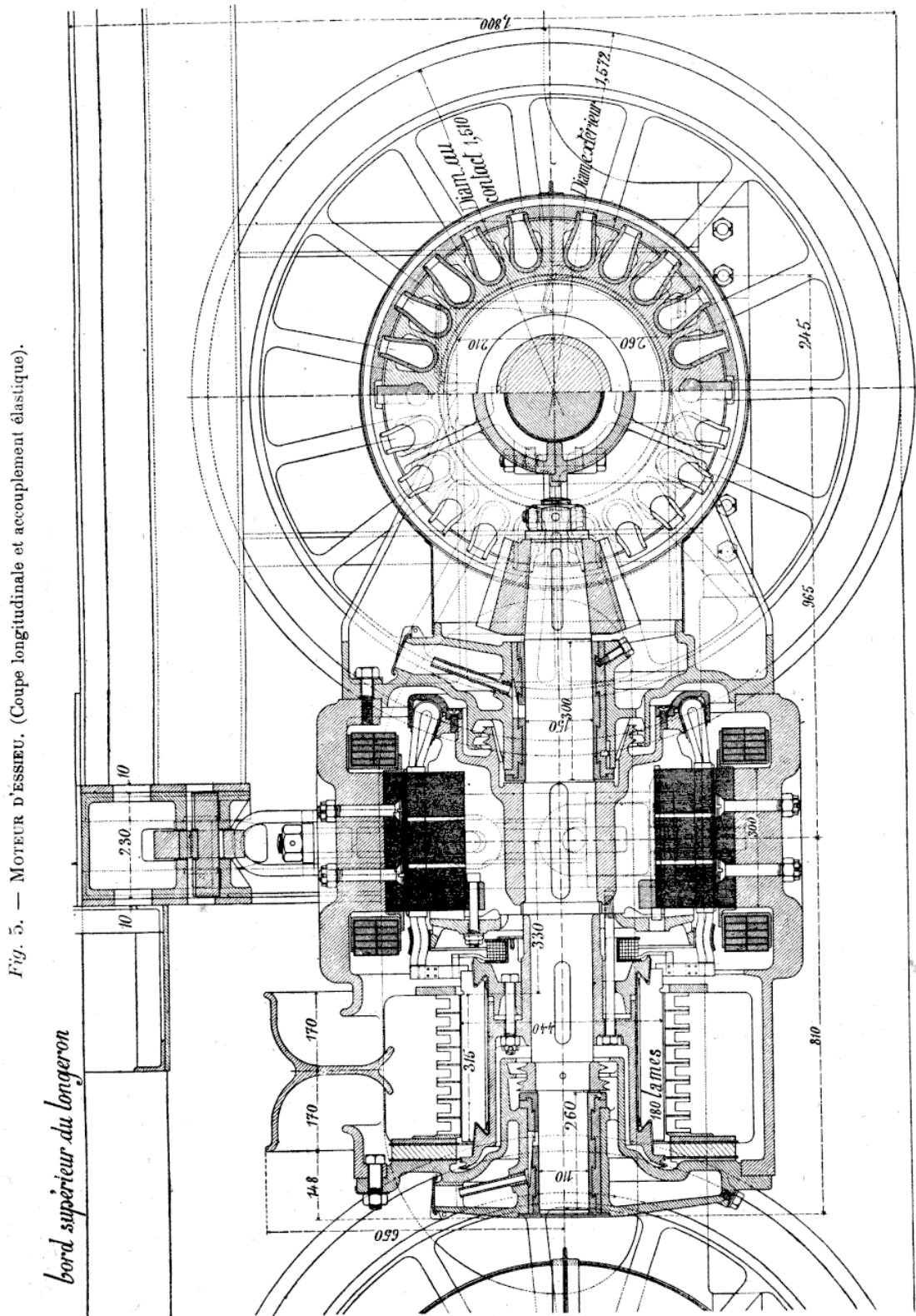


Fig. 5. — MOTEUR D'ESSIEU. (Coupe longitudinale et accouplement élastique).

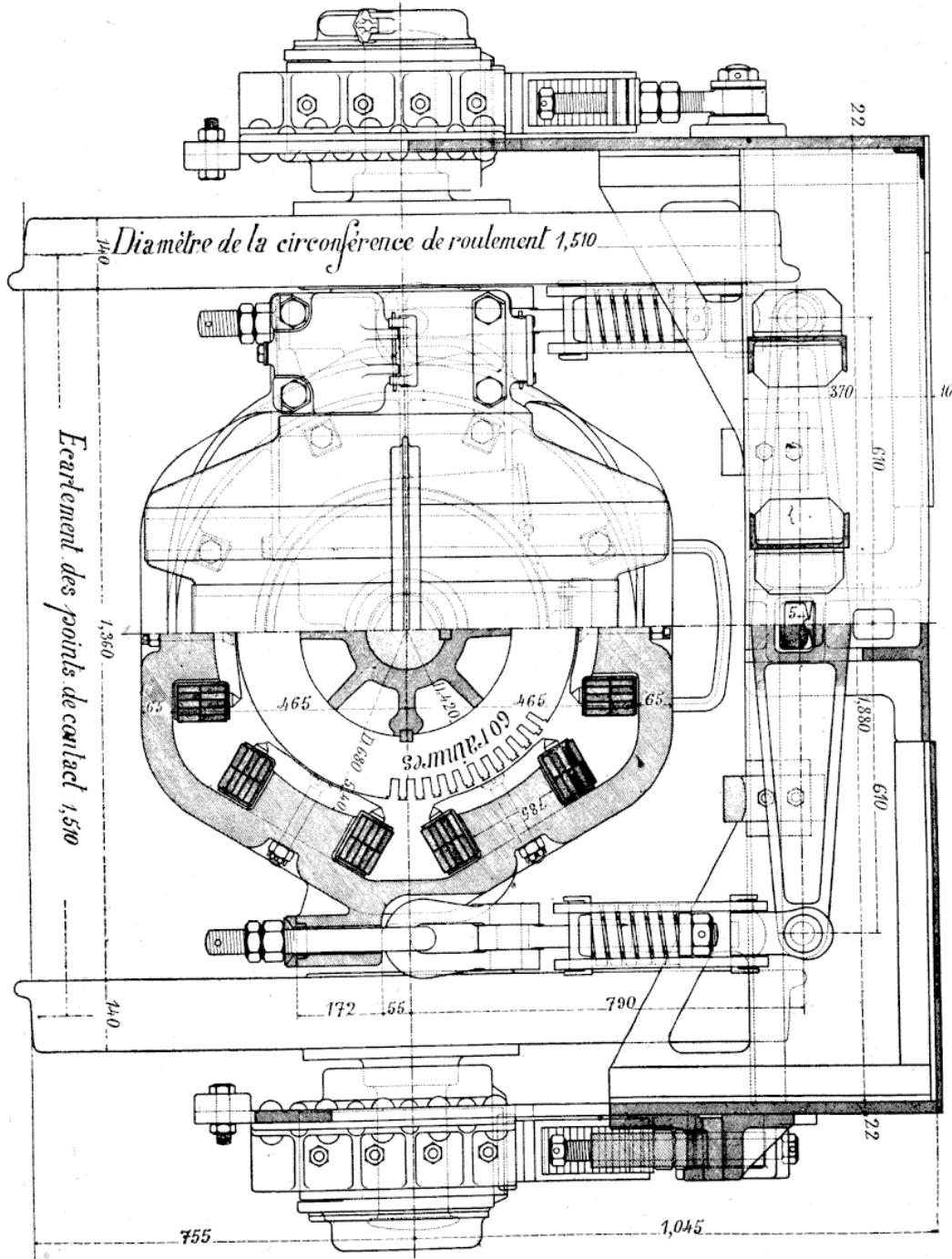
400 chevaux effectifs à 650 tours, ce qui correspond à une vitesse de marche de la locomotive de 63 kilomètres à l'heure environ.

Les deux moteurs d'une même demi-locomotive sont montés en série ; ils sont construits pour produire leur puissance normale à 650 tours sous la tension de 300 volts par moteur.

Les axes des moteurs sont disposés perpendiculairement aux essieux, qu'ils attaquent au moyen de roues d'angle et d'accouplements élastiques (Voir Fig. 4 et 5).

Le bâti de chaque moteur est suspendu au châssis de la locomotive au moyen d'un balancier

Fig. 6. — MOTEUR D'ESSIEU. (Coupe transversale et suspension).



transversal et de ressorts en spirale disposés de telle façon que le centre de gravité de l'ensemble du moteur se trouve dans le plan de suspension (Voir Fig. 6).

**Redresseurs.** — Les deux redresseurs de chaque demi-locomotive diffèrent un peu comme construction de ceux qui ont été décrits dans le N° d'octobre 1905 de la *Revue Générale* ; ils ont d'ailleurs une puissance beaucoup plus grande.

Les deux collecteurs de chacun d'eux sont montés en série, au lieu d'être montés en parallèle comme dans le premier modèle essayé.

Les deux redresseurs eux-mêmes sont montés en série ; la tension maxima par collecteur est égale à 150 volts de sorte que la tension totale du courant redressé sur une demi-locomotive atteint 600 volts lorsque les balais mobiles sont dans la position de décalage maximum.

Le débit normal est égal à 1.200 ampères, mais peut atteindre momentanément une valeur beaucoup plus élevée.

Le décalage des balais des redresseurs est fait au moyen d'un servo-moteur dont l'organe essentiel est un petit moteur électrique disposé d'une manière toute spéciale.

L'induit de ce moteur est traversé par un courant continu sensiblement constant de faible intensité, fourni par le groupe auxiliaire moteur-générateur dont il a été parlé plus haut.

L'inducteur porte deux enroulements d'excitation ; l'un d'eux à fil fin est parcouru par un courant provenant de la même source. Ce courant a une intensité variable à la volonté du mécanicien et on peut même le changer de sens.

L'autre enroulement est constitué par 4 tours d'un conducteur de grande section qui est parcouru par le courant redressé qui alimente les moteurs d'essieux.

Ces deux enroulements sont de sens tels que le courant redressé tende à annuler l'effet du courant qui traverse l'enroulement à fil fin.

Si l'intensité du courant dans le circuit à fil fin est telle que le nombre d'ampères-tours dans ce circuit soit supérieur au nombre d'ampères-tours dans le circuit antagoniste parcouru par le courant redressé, l'induit du petit moteur tourne dans le sens voulu pour augmenter l'intensité du courant redressé en augmentant sa tension par le décalage des balais.

Le petit moteur s'arrête quand l'intensité du courant redressé est telle que l'excitation de ce moteur est nulle.

Enfin, si pour une cause quelconque l'intensité du courant redressé vient à augmenter, le moteur tourne en sens inverse de manière à diminuer la tension, ce qui ramène l'intensité au taux voulu.

Le mécanicien, en réglant à volonté l'intensité du circuit d'excitation à fil fin du petit moteur de décalage, règle donc par cela même l'intensité du courant qui traverse les moteurs d'essieux.

Ce procédé de réglage permet de réaliser des démarrages qui se font sans aucun à-coup et très rapidement, car l'effort de traction peut être maintenu sensiblement constant pendant la presque totalité du démarrage.

Il a en outre l'avantage de limiter automatiquement l'intensité du courant qui traverse les moteurs.

L'appareil de décalage des balais est disposé de telle sorte que lorsque les balais arrivent à la position qui correspond au minimum de tension, le courant à haute tension qui alimente le grand transformateur est coupé automatiquement ; d'autre part, dès que l'on commence à décaler les balais dans le sens de l'augmentation de la tension à partir de la position du minimum, le courant à haute tension qui alimente le grand transformateur est automatiquement rétabli.

L'intensité du courant redressé dans chaque demi-locomotive dépend uniquement, ainsi que

je l'ai expliqué plus haut, de l'intensité du courant d'excitation du petit moteur de décalage de cette demi-locomotive.

Les choses sont disposées de telle sorte que les circuits d'excitation à fil fin des moteurs de décalage des deux demi-locomotives sont montés en série. Il en résulte que sous l'influence du réglage opéré par le mécanicien, les deux servo-moteurs s'arrêtent dans des positions correspondantes, telles que l'intensité du courant redressé soit la même dans les deux demi-locomotives.

**Changement de marche.** — Le changement de marche est obtenu au moyen d'un appareil qui intervertit le sens du courant dans les inducteurs des moteurs. Cet appareil est manœuvré à distance au moyen de l'air comprimé.

Il y a un appareil de changement de marche sur chaque demi-locomotive et les circuits pneumatiques sont disposés de façon que les deux appareils sont toujours manœuvrés simultanément de l'une quelconque des cabines.

La commande des appareils de changement de marche est enclanchée mécaniquement avec l'appareil de décalage des balais du redresseur correspondant, de telle manière qu'il est impossible de changer la marche tant que les balais mobiles ne sont pas revenus dans la position qui correspond au minimum de tension et que le courant qui traverse les redresseurs n'est pas coupé.

**Appareils divers.** — Les interrupteurs à haute tension, aussi bien du transformateur auxiliaire que du grand transformateur, sont commandés à distance au moyen de l'air comprimé.

L'air comprimé sert également à relever ou à abaisser les pantographes de prise de courant ; toutefois, la pression que les frotteurs exercent sous le fil aérien est due uniquement à l'action de ressorts.

Indépendamment des appareils de mise en route et de contrôle du moteur générateur et des moteurs synchrones des redresseurs, le mécanicien a sous les yeux un ampèremètre et un voltmètre qui lui indiquent l'intensité et la tension du courant redressé sur la demi-locomotive où il se trouve.

On a vu plus haut que grâce au fonctionnement simultané des servo-moteurs, l'intensité et la tension sont toujours sensiblement les mêmes sur les deux demi-locomotives.

**Courant d'alimentation.** — Le courant d'alimentation est fourni aux pantographes à la tension normale de 12.000 volts, 25 périodes, par un fil de prise de courant en cuivre profilé de 80<sup>mm</sup><sup>2</sup> de section dont la hauteur au-dessus des rails varie depuis 6<sup>m</sup>,000 en pleine voie jusqu'à 4<sup>m</sup>,500 au passage sous certains ponts.

Le fil de prise de courant est maintenu parfaitement tendu au moyen d'une suspension caténaire de disposition nouvelle qui a été spécialement étudiée par la Société Alioth.

Des compensateurs de dilatation assurent une tension constante de ce fil, quelles que soient les variations de température.

L'autre conducteur de distribution est constitué par les rails de la voie, lesquels sont connectés tous les 150 mètres avec un conducteur en cuivre de 60<sup>mm</sup><sup>2</sup> de section disposé parallèlement à la voie sur les poteaux qui servent à supporter les potences auxquelles est suspendu le fil de prise de courant.

## ESSAIS DE LA LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE.

Pour essayer la locomotive électrique, on fit choix de la ligne de Cannes à Grasse (Alpes-Maritimes) parce que cette ligne présente des rampes assez fortes atteignant jusqu'à 20<sup>mm</sup> par mètre et qu'il était possible de s'y procurer l'énergie électrique nécessaire aux essais.

Celle-ci est fournie par la Société « Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen » qui a consenti à mettre *pendant une partie de la nuit*, à la disposition de la Compagnie P-L-M. et de la Société d'Électricité Alioth, deux alternateurs de l'usine de la Siagne, qu'on fait pour la circonstance fonctionner en monophasé.

Le courant alternatif ainsi produit dans l'usine de la Siagne à la tension de 30.000 volts est ensuite transformé en courant alternatif à 12.000 volts environ dans un poste qui a été spécialement établi à cet effet par la Société Alioth en vue des essais, dans une localité dénommée le Pré-du-Lac, située à 7 kilomètres environ de Grasse.

Du poste du Pré-du-Lac le courant monophasé est conduit d'abord au poste de Grasse, appartenant à la Société « Énergie électrique du Littoral Méditerranéen », où sont installés des appareils enregistreurs de haute précision, système Hartmann et Braun, servant à mesurer *la tension, l'intensité et la puissance* du courant alternatif haute tension employé aux essais de traction.

Enfin, deux conducteurs partant du poste de Grasse aboutissent près de la gare de Grasse à un point où se fait la jonction, d'une part avec le fil aérien de prise de courant, d'autre part avec la voie et le conducteur aérien auxiliaire dont il a été question précédemment.

On a équipé électriquement sur cette ligne les 7,3 kilomètres situés entre les gares de Grasse et Mouans-Sartoux.

**Essais préliminaires sans charge.** — Un certain nombre de parcours haut-le-pied ont été effectués d'abord sur les voies de la gare de Grasse puis entre Grasse et Mouans-Sartoux, afin de vérifier et mettre au point la ligne de prise de courant ainsi que tous les organes de la locomotive dont la plupart avaient des dispositions entièrement nouvelles.

Ce n'est qu'ensuite qu'ont commencé les véritables essais avec charges remorquées.

**Essais en charge.** — Les trains d'essai sont composés d'un nombre variable de fourgons, voitures et wagons, tous munis du frein continu Westinghouse et d'un wagon dynamomètre qui enregistre les efforts de traction au crochet de la locomotive lorsque la circulation se fait dans le sens de la montée, c'est-à-dire de Mouans-Sartoux à Grasse.

Aucune mesure n'est faite dans le sens Grasse-Mouans-Sartoux, parce que dans tout le parcours la pente est telle que l'effort dû à la gravité est très supérieur à la résistance des trains.

Les résultats des essais ont été mis sous forme de graphiques dont les Pl. XVIII, XIX et XX montrent trois spécimens correspondant respectivement à des trains comprenant des charges remorquées de 198 tonnes, 225 tonnes et 236 tonnes.

En étudiant ces graphiques on voit que :

1° Les démarrages s'effectuent sans à-coup, avec une grande régularité et en même temps une grande rapidité ;

2° La puissance électrique (courbes X) demandée à la centrale sous forme de courant haute tension est très faible au début du démarrage et croît bien régulièrement avec la puissance mécanique développée ;

3° Le nombre d'ampères haute tension (courbes VIII), au moment du démarrage est également très faible, de sorte que le facteur de puissance, qui est très élevé en marche normale, reste encore relativement élevé et supérieur à 0,50, même au moment où le train commence seulement à se mettre en marche.

Il en résulte que le démarrage d'un train, même en pleine rampe, n'exerce aucun à-coup sur la centrale ;

4° Le rendement total du système (courbes XI), toutes transformations électriques et mécaniques comprises, c'est-à-dire le rapport de la puissance mécanique à la jante des roues de la locomotive, à la puissance électrique haute tension mesurée au poste de Grasse est très élevé et varie en pleine marche de 78 % à 80 %.

**Remarque N° 1.** — En examinant les courbes relevées au dynamomètre et particulièrement celle qui est relative au train d'essai du 5 février, train où on a supprimé l'effort moteur notablement avant l'arrêt, on remarque qu'à partir de la suppression de l'effort moteur et tandis que le train continue à rouler en vertu de la vitesse acquise, la réaction moyenne entre la locomotive et le dynamomètre est sensiblement nulle.

On doit en conclure que la résistance par tonne de la locomotive est sensiblement égale à la résistance par tonne du train remorqué.

Donc, si on désigne par  $F$  l'effort de traction à la jante des roues motrices, par  $f$  l'effort de traction au crochet enregistré par le dynamomètre, par  $p$  le tonnage du train remorqué évalué en tonnes, 136 étant le poids en tonnes de la locomotive, on en déduit :

$$F = f \frac{p + 136}{p}$$

Il est clair que les puissances à la jante et au crochet de traction sont dans le même rapport :

$$\frac{p + 136}{p}$$

**Remarque N° 2.** — Les essais effectués de Mouans-Sartoux à Grasse, malgré leur courte durée, permettent de vérifier le fonctionnement de tous les organes électriques et mécaniques de la locomotive et de faire toutes les mesures relatives au rendement du système.

Ils ne pourraient cependant donner que des indications insuffisantes en ce qui concerne l'échauffement, mais des essais préliminaires faits dans les ateliers du constructeur à Münchenstein sur les transformateurs statiques, les redresseurs-régulateurs et les moteurs, ont permis de déterminer les intensités normales et les limites admissibles pour chacun de ces appareils.

En se basant sur les résultats de ces essais d'atelier et sur les débits relevés au cours des essais récents, on est fondé à considérer comme puissance normale horaire, la puissance de 1.700 chevaux qui a été plusieurs fois atteinte et même dépassée notablement dans les essais de traction faits jusqu'à ce jour.



## CONSTATATIONS FAITES AU COURS DES ESSAIS.

**Prises de courant.** — La ligne de prise de courant et les pantographes se sont toujours comportés parfaitement pendant les essais et les passages sous les ponts surbaissés n'ont donné lieu à aucune difficulté.

Il n'y a pas d'étincelles appréciables au contact du pantographe avec le fil aérien.

**Redresseurs-Régulateurs.** — Le fonctionnement des redresseurs-régulateurs en tant que convertisseurs de courant, avait été vérifié de la façon la plus complète dans les ateliers de Münchenstein au point de vue du rendement et de la commutation, mais on n'avait pas de certitude absolue sur la manière dont se comporteraient les moteurs synchrones de ces redresseurs dans la réalité, lorsqu'ils seraient alimentés par une ligne sujette à des variations importantes de fréquence et de tension.

On a constaté qu'en pratique la stabilité de ces moteurs est complète et qu'il ne se produit jamais d'oscillation pendulaire de l'un à l'autre, même dans le cas de variation brusque et importante dans le débit ou la tension de la ligne.

Ce résultat a été obtenu grâce à l'emploi d'amortisseurs très puissants et d'un dispositif spécial d'accouplement électrique des induits entre eux qui les forcerait à osciller synchroniquement, si une oscillation avait tendance à se produire.

**Effort au démarrage.** — Il est possible d'exercer des efforts considérables au crochet de traction, *la locomotive étant immobile*, et cela pendant un temps relativement long, plusieurs minutes, *sans aucun inconvénient pour les appareils électriques*.

Cet avantage, qui résulte de l'emploi du courant continu dans les moteurs de la locomotive, peut présenter un intérêt tout particulier dans le cas où on manquerait le démarrage, ce qui peut se produire par exemple à la suite d'un desserrage incomplet des freins.

Le tableau ci-après indique les efforts que la locomotive, *en restant immobile*, peut exercer pendant *deux minutes* environ au crochet de traction ; il indique également les intensités, voltages, puissances électriques et facteurs de puissance correspondants :

EFFORT de traction enregistré.	VOLTAGE enregistré	INTENSITÉ enregistrée	PUISSANCE électrique apparente en KVA	PUISSANCE électrique réelle enregistrée en KW.	FACTEUR de puissance.
k	v	a			
3875	11.500	33,5	385,25	200	0,51
6650	»	37,0	»	248	»
7250	11.500	39,5	454,25	265	0,58
8100	11.350	45,0	510,75	320	0,62
9800	10.950	53,0	580,35	405	0,69

Il y a lieu de remarquer dans le tableau ci-dessus les faibles valeurs des intensités ainsi que l'élévation *relative* des facteurs de puissance au moment où la locomotive est encore immobile.

## CONCLUSION.

Les résultats obtenus permettent de conclure qu'en employant les redresseurs-régulateurs, on peut opérer la traction électrique des trains à l'aide du courant alternatif monophasé avec un rendement élevé et une grande souplesse, avantages qui intéressent aussi bien les stations centrales que les locomotives elles-mêmes.

Il restait toutefois, en partant de l'expérience acquise dans les essais d'atelier et les essais de traction faits sur la ligne de Grasse, à créer un type de locomotive véritablement pratique, aussi simple et léger que possible, eu égard à la puissance réalisée.

**Projet de locomotive nouvelle.** — Je donne ci-après, à titre d'exemple, les conditions d'établissement et les dessins d'ensemble (Voir Pl. XXI), d'une locomotive électrique de grande puissance dont le projet a été établi en vue d'une application particulière :

Puissance normale horaire.....	2.000 chevaux ;
Effort à la jante des roues motrices.....	12.800 kgs.
Vitesse correspondant à l'effort ci-dessus.....	42 klm. à l'heure.
Vitesse maximum.....	75 klm. à l'heure.

Cette locomotive comporte un châssis unique qui repose sur 4 essieux moteurs accouplés entre eux et 2 essieux porteurs.

Chaque essieu porteur est conjugué avec l'essieu moteur voisin par le dispositif Zara dont les avantages sont bien connus.

Il n'y a plus qu'un seul moteur à courant continu de 2.000 chevaux qui commande les essieux moteurs par l'intermédiaire d'un faux essieu et de bielles d'accouplement verticales et horizontales.

Ce moteur, placé au centre de la caisse, est parfaitement accessible dans toutes ses parties et prévu avec un grand entrefer entre les inducteurs et l'induit, de sorte que l'entretien en sera facile et le fonctionnement très sûr.

Il est alimenté par un seul redresseur double et un seul transformateur principal.

Ces appareils sont étudiés en vue de l'emploi du courant monophasé à 15 périodes par seconde.

Les redresseurs auront 4 lignes de balais comme ceux de la locomotive d'essai, mais par suite de la diminution de la fréquence, la vitesse périphérique de leurs collecteurs ne dépassera pas 17 mètres par seconde, ce qui constitue un grand avantage car tous les praticiens connaissent les multiples inconvénients qui résultent des vitesses trop élevées pour les appareils munis de collecteurs.

Un petit redresseur auxiliaire à démarrage automatique remplace les moteurs générateurs auxiliaires de la locomotive d'essai.

Le nombre des *organes principaux* de la nouvelle locomotive est ainsi réduit de *plus* de moitié et le châssis est considérablement allégé.

Comme en outre, il n'est plus nécessaire d'avoir un système de commande multiple afin d'asservir l'un à l'autre les deux appareils de changement de marche et de décalage des balais comme dans la locomotive d'essai, les *organes accessoires* sont très simplifiés.

Il résulte de ces conditions nouvelles une diminution de poids considérable.

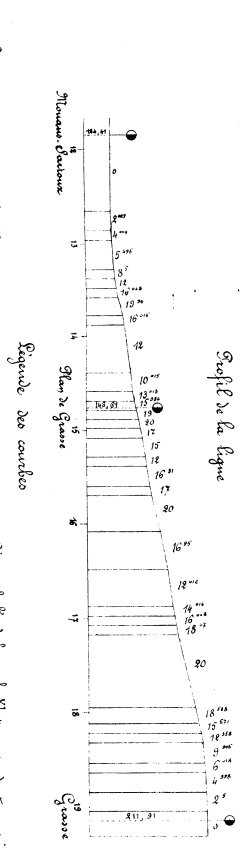
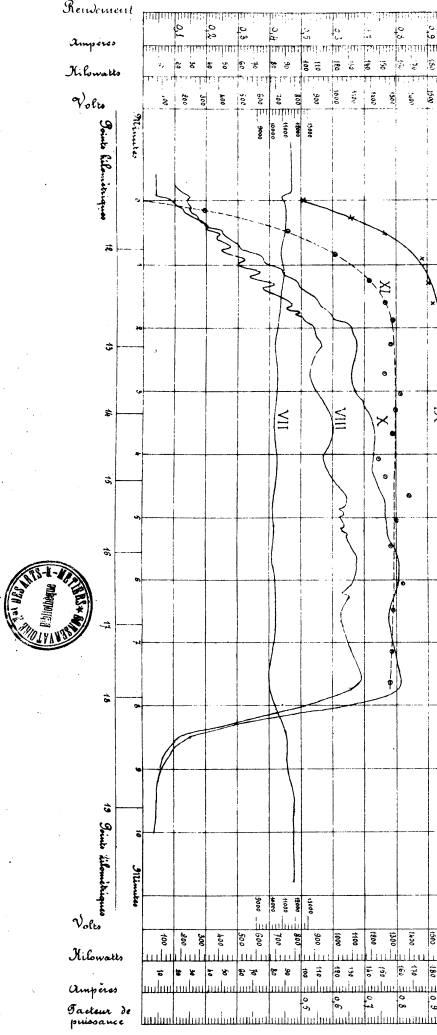
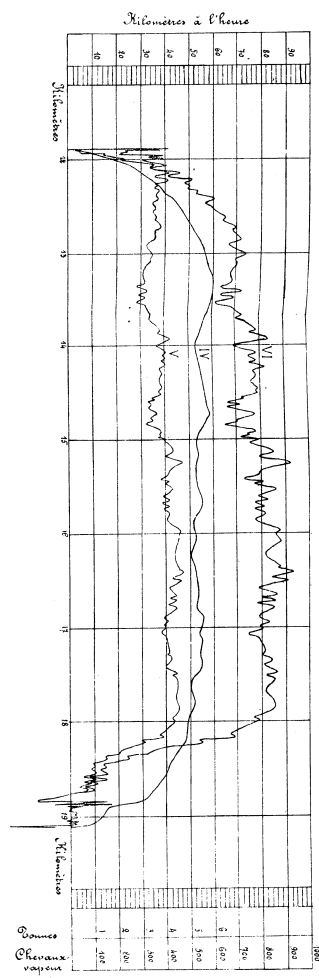
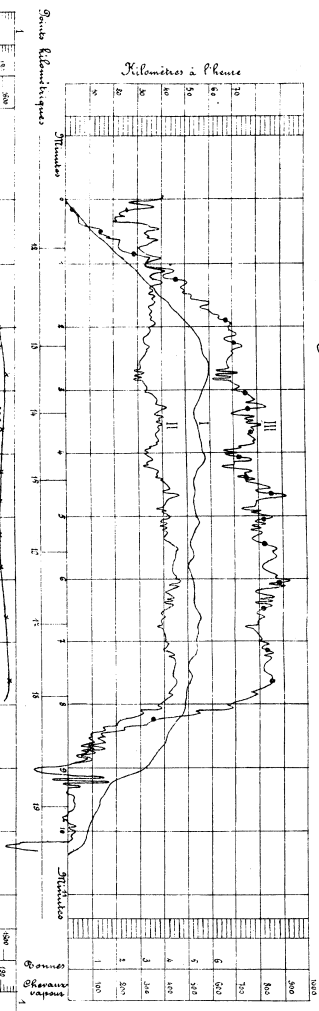
Le poids total de la nouvelle locomotive ne dépassera pas 96 tonnes dont 72 tonnes sur les essieux moteurs et 24 tonnes sur les essieux porteurs.



On obtient les puissances à la jante des roues motrices en multipliant les données de la courbe III par le rapport  $\frac{33\frac{1}{3}}{100} = 1,68$

Essai du 26 novembre 1910

Courage du train enregistré 198 T  
Courage total du train 334 T

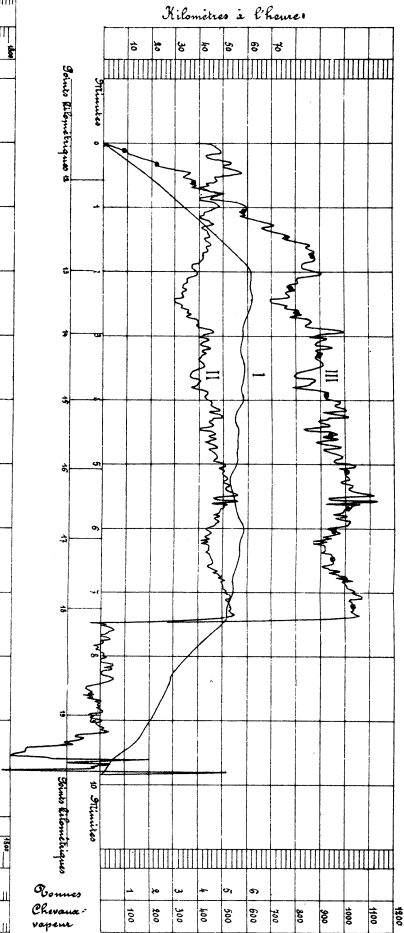


- Échelle des courbes**
- x Sans calcul de la courbe IX
  - I Pliasse du train en fonction du temps
  - II Effort au câble de traction en fonction du temps
  - III Puissance au câble de traction en fonction du temps
  - IV Pliasse du train en fonction de l'espèce parcourue
  - V Effort au câble de traction en fonction de l'espèce parcourue
  - VI Sans calcul de la courbe XI et correspondance aux points de la courbe III
  - VII Puissance au câble de traction en fonction de l'espèce parcourue
  - VIII Intérêt de la courbe finale traction en fonction du temps
  - IX Pliasse du train en fonction de l'espèce parcourue
  - X Puissance électrique finale traction en fonction du temps
  - XI Rendement: Puissance à la jante des roues motrices / Puissance électrique consommée finale traction

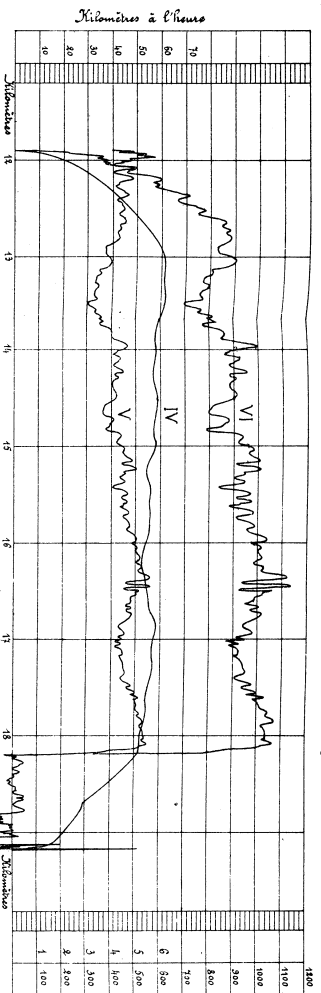
On obtient la puissance à la suite de deux moteurs en multipliant les adresses de la corde III par le rapport  $361 = 1,61$

Soit du 5 Février 1911

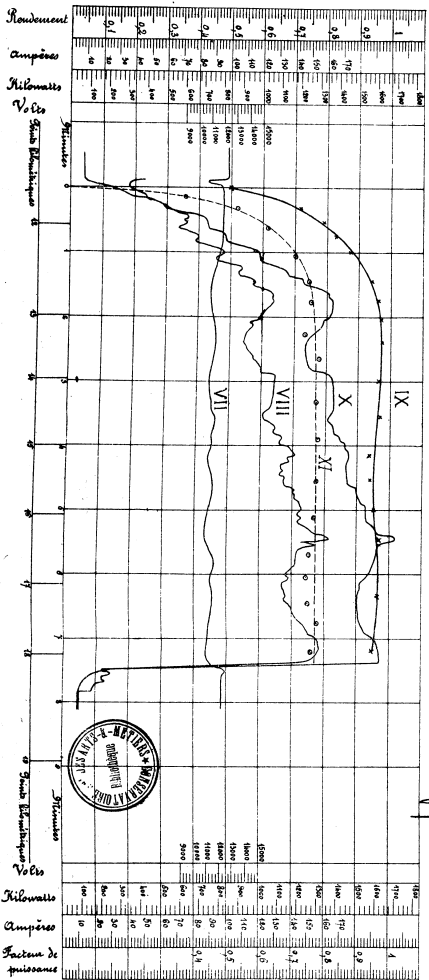
Remarque du train numéro 285 T  
Remarque total du train 361 T



Donnes Chevaux-vapeur



Donnes Chevaux-vapeur



Donnes Chevaux-vapeur

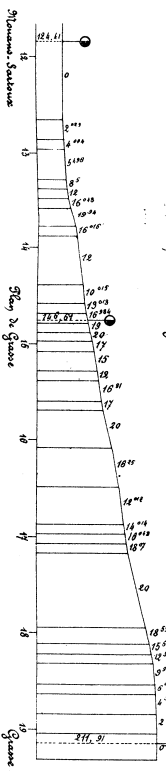


Schéma de la figure

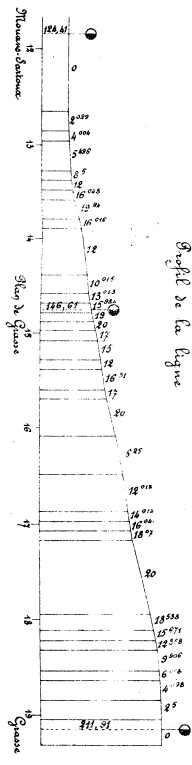
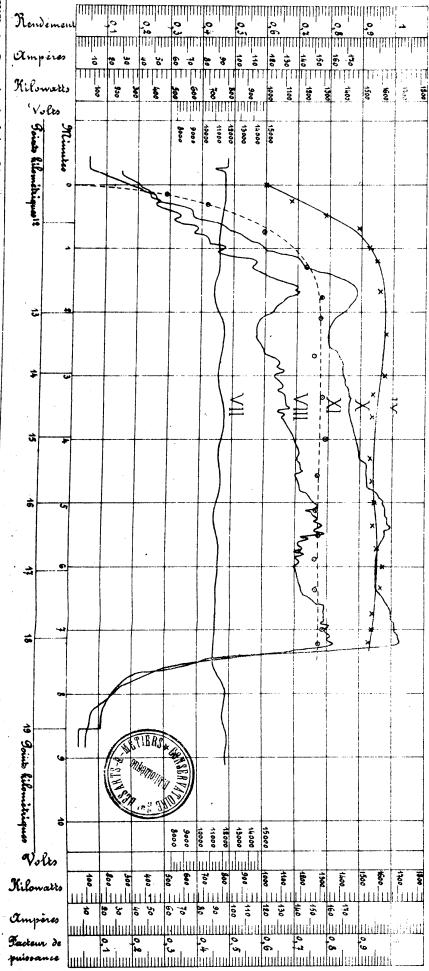
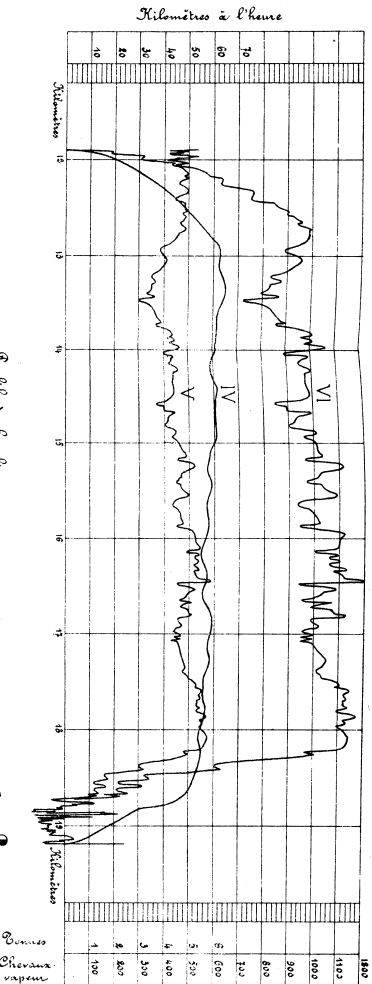
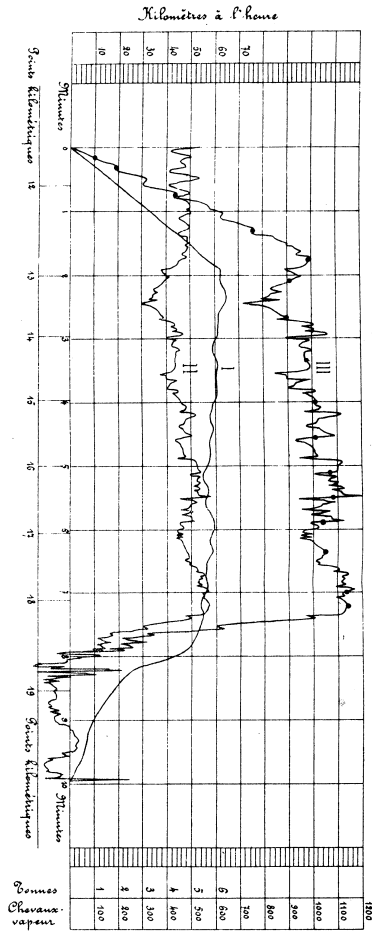
Départ des câbles

- \* Soit câble de la corde IX
- I vitesse du train en fonction du temps
- II Effort au câble de traction en fonction du temps
- III Surtension au câble de traction en fonction du temps
- IV vitesse du train en fonction de l'espace parcouru
- V Effort au câble de traction en fonction de l'espace parcouru
- o Soit câble de la corde XI et correspondant aux points de la corde
- VI Surtension au câble de traction en fonction de l'espace parcouru
- VII Vitesse du courant haute tension en fonction du temps
- VIII Débit du courant haute tension en fonction du temps
- IX Section de puissance du courant haute tension en fonction du temps
- X Surtension électrique haute tension en fonction du temps
- XI Surtension : Surtension à la suite de deux moteurs Surtension électrique du courant haute tension

On obtient la puissance à la jante des roues motrices en multipliant les valeurs de la courbe III par le rapport  $\frac{215}{155} = 1,39$

Essai du 16 Février 1911

Vitesse du train : 35,6 T  
Somme des pertes : 379 T



- I Vitesse du train en fonction du temps
- II Effort au coude de traction en fonction du temps
- III Surtension au coude de traction en fonction du temps
- IV Vitesse du train en fonction de l'espace parcouru
- V Effort au coude de traction en fonction de l'espace parcouru
- VI Surtension au coude de traction en fonction de l'espace parcouru
- VII Vitesse du train en fonction du temps
- VIII Surtension du coude de traction en fonction du temps
- IX Surtension de puissance du coude de traction en fonction du temps
- X Surtension électrique du coude de traction en fonction du temps
- XI Rendement : Surtension électrique du coude de traction
- XII Surtension électrique de la courbe IX
- XIII Surtension électrique de la courbe XI et correspondant aux points a de la courbe III

TRACTION ÉLECTRIQUE PAR COURANT ALTERNATE MONOPHASE TRANSFORMÉ SUR LA LOCOMOTIVE EN COURANT CONTINU. Note par M. AUYERIN.

