

---

---

# NOTE

SUR

## LES ESSAIS DE TRACTION ÉLECTRIQUE

PAR LOCOMOTIVES ÉQUIPÉES

AVEC MOTEURS A COURANT MONOPHASÉ

Par M. JULLIAN,

INGÉNIEUR EN CHEF ADJOINT

DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI

---

### OBJET DE LA NOTE.

La Compagnie des Chemins de fer du Midi a décidé, en 1908, d'électrifier une partie importante de son réseau pyrénéen et d'employer pour la traction des trains, du courant monophasé à la fréquence de 16,66 périodes sous la tension des 12.000 volts à la ligne de travail (1).

Nous ne donnerons pas ici les raisons qui ont fait décider cette électrification ni la justification du choix de la nature du courant, de sa fréquence et de la tension d'alimentation de la ligne de travail : cela nous conduirait à des développements qui sortiraient du cadre de la présente note et qui trouveront mieux leur place dans l'étude qui sera publiée ultérieurement sur les données générales de cette électrification et sur les résultats obtenus.

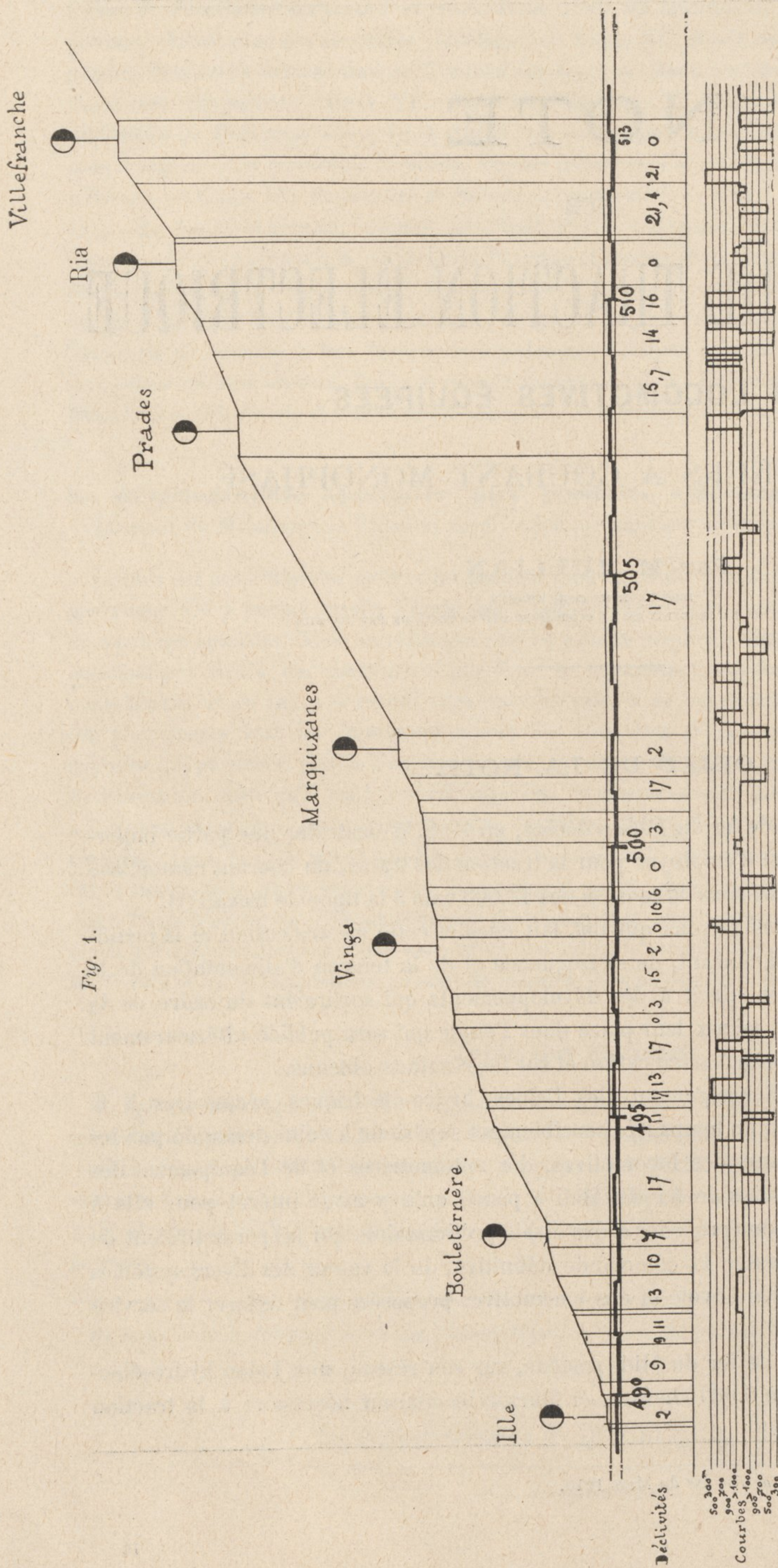
L'exécution des travaux d'aménagement des Usines hydro-électriques nécessaires à la production du courant exigeant un temps très sensiblement supérieur à celui demandé par les constructeurs pour la fourniture des locomotives, des automotrices et de l'équipement des voies, la Compagnie des Chemins de fer du Midi a pensé qu'il y avait intérêt pour elle à profiter de cette circonstance pour procéder à des essais préliminaires qui lui permettraient de se rendre compte, avant de passer la commande définitive, de la valeur des divers systèmes admissibles pour l'équipement de la voie et des locomotives proposées pour assurer le service dans les conditions projetées.

La Compagnie des Chemins de fer du Midi possède, sur son réseau, une Usine hydro-électrique aménagée pour produire 6.000 chevaux et fournir le courant nécessaire à la traction

---

(1) Voir *Revue Générale des Chemins de fer*, N<sup>o</sup> de Mars 1910.





électrique des trains sur la ligne à voie étroite de Villefranche-Vernet-les-Bains à Bourg-Madame. Cette Usine se trouve à 24 kilomètres environ de Villefranche en remontant la Vallée de la Têt, mais elle fournit, sur toute la ligne et notamment à la gare de Villefranche, l'énergie électrique sous forme de courants triphasés à la tension de 20.000 volts et à la fréquence de 25 périodes.

La gare de Villefranche est, en outre, le terminus de la section à voie normale ayant son origine à Perpignan, sur la ligne de Narbonne à la frontière Espagnole. C'est cette section qu'il a été décidé d'affecter aux essais sur une longueur de 24 kilomètres environ, entre les stations d'Ille-sur-Têt et de Villefranche. Cette section comprend des déclivités de 17 et 22<sup>mm</sup> et représente assez bien le profil moyen du réseau qui sera électrifié (voir Figure N° 1).

La présente note a pour objet de faire connaître les dispositions prises pour la production du courant monophasé nécessaire à la traction et sa distribution sur la voie, le programme donné aux constructeurs pour les locomotives destinées à ces essais et les caractéristiques de celles qui y prendront part.



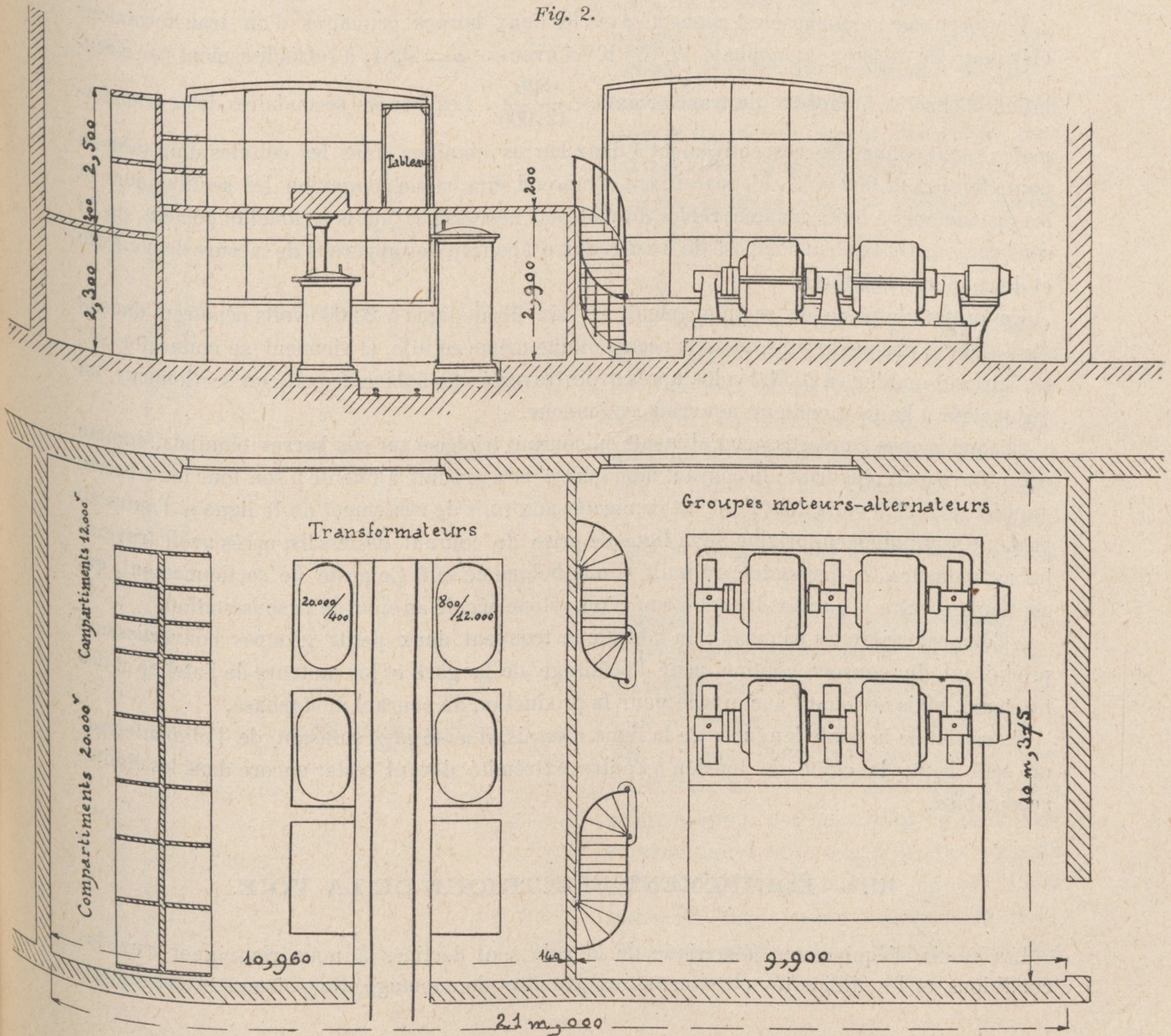
## II. — PRODUCTION DU COURANT MONOPHASÉ.

Le courant triphasé provenant de l'Usine de La Cassagne arrive à Villefranche par une double ligne à câbles d'aluminium ; l'une, destinée à porter le courant aux commutatrices de la sous-station qui alimente en courant continu le troisième rail de la ligne de Cerdagne est constituée par 3 câbles de  $30\text{mm}^2$  de section ; l'autre, plus spécialement destinée aux essais, est constituée par 3 câbles de  $70\text{mm}^2$  de section. Toutefois, un poste de sectionnement placé près de la sous-station permet de substituer, le cas échéant, une ligne à l'autre et même de les réunir en parallèle. Ce poste de sectionnement sert aussi de poste de parafoudres.

La transformation du courant triphasé en courant monophasé est opérée dans une sous-station accolée à celle qui donne le courant continu au 3<sup>e</sup> rail de la ligne de Cerdagne.

**Sous-station.** — La Figure 2 montre en plan et en coupe les dispositions de cette sous-station.

Fig. 2.





Elle contient deux groupes convertisseurs avec leurs transformateurs et leurs accessoires. La place est réservée pour un 3<sup>e</sup> groupe complet si son emploi est jugé nécessaire. Chaque groupe est composé :

D'un moteur asynchrone triphasé de 550 kilowatts sous 410 volts à 6 poles et devant, à vide, tourner à 500 T.M. ;

D'un alternateur monophasé à 4 poles, accouplé directement au moteur et produisant, à la vitesse de 500 T.M., du courant à 800 volts et à la fréquence de  $16 \frac{2}{3}$  périodes ;

D'une excitatrice en bout d'arbre pour l'alternateur.

Le moteur asynchrone est connecté avec les 3 bornes secondaires d'un transformateur abaisseur de tension triphasé de 610 KVA avec  $\cos \varphi = 0,91$  à refroidissement par circulation d'eau à rapport de transformation  $\frac{20.000}{400}$  ; les bornes primaires de ce transformateur sont connectées respectivement à 3 barres omnibus dans les cellules d'un tableau à haute tension 20.000 volts.

L'alternateur monophasé est connecté avec les deux bornes primaires d'un transformateur élévateur de tension monophasé de 625 KVA avec  $\cos \varphi = 0,81$ , à refroidissement par circulation d'eau et à rapport de transformation  $\frac{800}{12.000}$ . Les bornes secondaires de ce transformateur sont connectées respectivement à deux barres omnibus dans les cellules d'un tableau haute tension 12.000 volts. L'appareillage comprend sur chaque connexion les sectionneurs et les disjoncteurs à huile manœuvrables du tableau, nécessaires au bon fonctionnement de la sous-station. Un tableau composé de 5 panneaux est pourvu des appareils de mesure de contrôle et de couplage habituels.

En quittant le poste de sectionnement, les six fils de ligne à 20.000 volts pénètrent dans la sous-station, chaque groupe de 3 fils occupant une même cellule, et viennent se connecter sur les 3 barres omnibus à 20.000 volts, après avoir traversé une bobine de self, un sectionneur, un disjoncteur à huile et enfin un nouveau sectionneur.

Chaque groupe convertisseur s'alimente en courant triphasé sur ces barres omnibus, comme cela a été décrit plus haut ; le courant monophasé qu'il produit alimente à son tour les 2 barres omnibus à 12.000 volts dont l'une est connectée aux rails de roulement de la ligne et l'autre au poste de sectionnement origine de la ligne de prise de courant des essais, après avoir traversé les sectionneurs, les disjoncteurs à huile et une bobine de self. Ce poste de sectionnement, qui contient en outre le parafoudre est formé d'un pylone accolé au mur de la sous-station.

A l'étage derrière les panneaux du tableau se trouvent deux petits groupes convertisseurs produisant du courant continu pour l'éclairage de la gare et les moteurs de l'atelier et des tracteurs, mais ne jouant aucun rôle pour la production du courant monophasé.

En raison de la faible longueur de la ligne d'essais, il a été jugé suffisant de l'alimenter par un seul bout, la chute de tension à l'autre extrémité devant rester encore dans les limites acceptables.

### III. — ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DE LA VOIE.

Les essais d'équipement électrique de la voie sont destinés à nous renseigner sur les conditions et les difficultés plus ou moins grandes de montage des poteaux et des lignes,



éléments qui ont une très grande importance dans l'électrification d'une ligne ouverte à l'exploitation; ils nous permettront aussi d'apprécier leur façon de se comporter sous l'effort des agents atmosphériques, le vent notamment qui souffle souvent avec une extrême violence dans ces régions et sous celui des archets ou pantographes de prise de courant des locomotives marchant à une vitesse pouvant atteindre 75 K.H. Sur la section affectée aux essais qui nous occupent, les rails de roulement (double champignon poids de 38 k. 5 au mètre courant), ont été éclissés électriquement par des connexions en cuivre logées entre les éclisses mécaniques et le rail et offrant au passage du courant, une section de  $56\text{mm}^2$ .

**Différents types d'équipements mis en essais.** — La ligne a été divisée en 6 sections, chacune d'elles devant être équipée avec des poteaux et un système de suspension

du conducteur de prise de courant différents de ceux des autres sections. Le fil de prise de courant est normalement fixé à la hauteur de  $5^{\text{m}},50$  au-dessus du plan de roulement des rails; aux passages à niveau, il est remonté à 6 mètres et sous les ouvrages d'art et les tunnels il peut être baissé sans jamais être à moins de  $4^{\text{m}},50$  des rails.

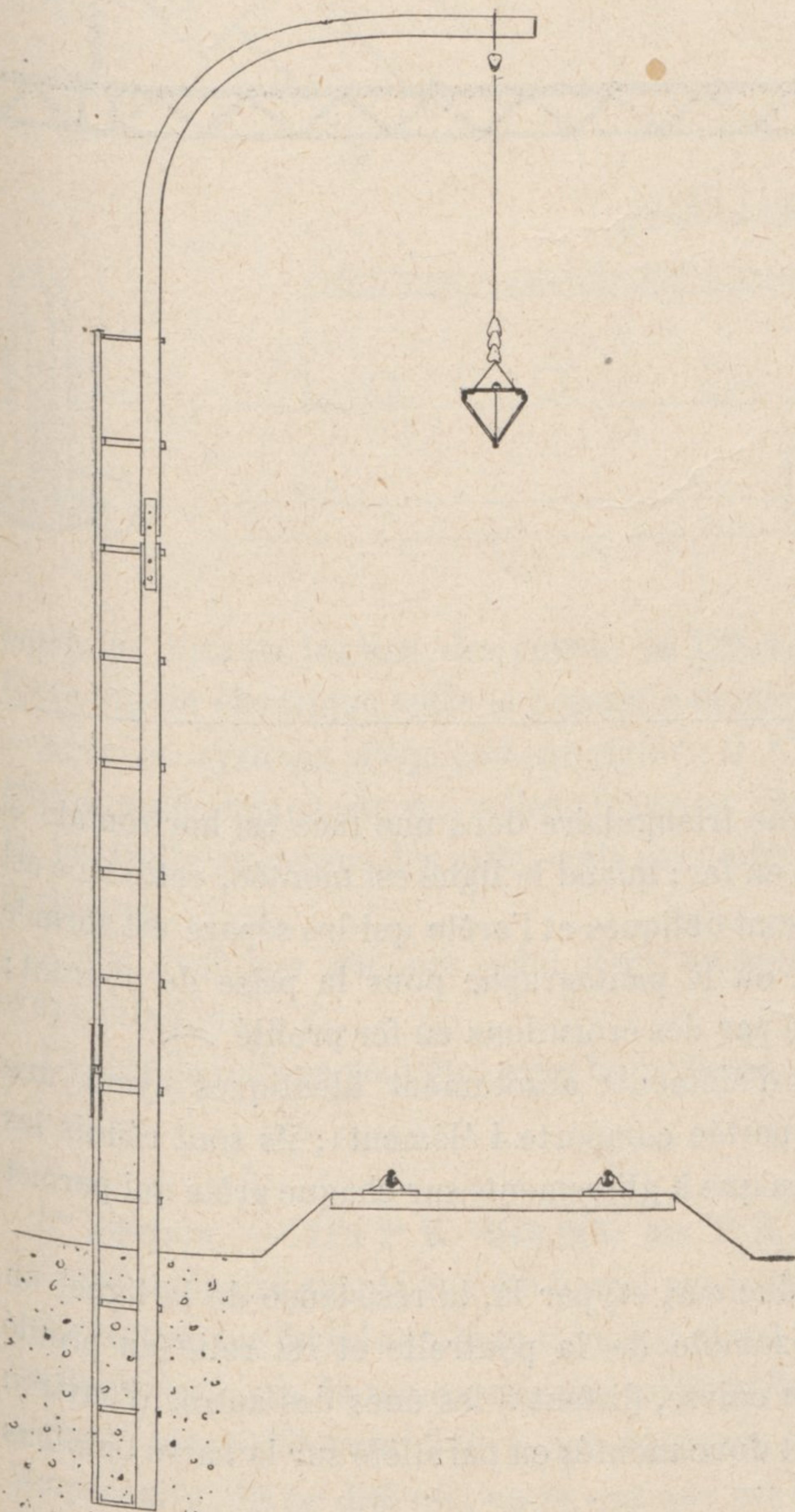
Nous donnons ci-après quelques détails sur les divers équipements.

**1<sup>re</sup> SECTION.** — Du P.K. 489,02 au P.K. 492,8 (Ille-sur-Têt). — L'équipement de cette section est d'un type imaginé par M. Paul, Ingénieur en Chef de la Compagnie des chemins de fer du Midi, réalisé et mis au point par MM. Vedovelli, Priestley et C<sup>ie</sup>, constructeurs et qu'on peut classer dans la catégorie des équipements rigides.

**Poteaux.** — Ils sont exclusivement métalliques et consistent en une poutre armée constituée par deux montants parallèles en rails à double champignon entretoisés à une distance convenable par des éclisses de la voie et fixés de telle façon que les plans médians des deux files de rails sont rectangulaires entre eux. L'un des montants est prolongé par un bout de rail, qui, à son extrémité libre, est cintré en quart de cercle dans son plan médian, formant ainsi une

potence à l'extrémité de la poutre armée (voir Figure 3).

Fig 3.





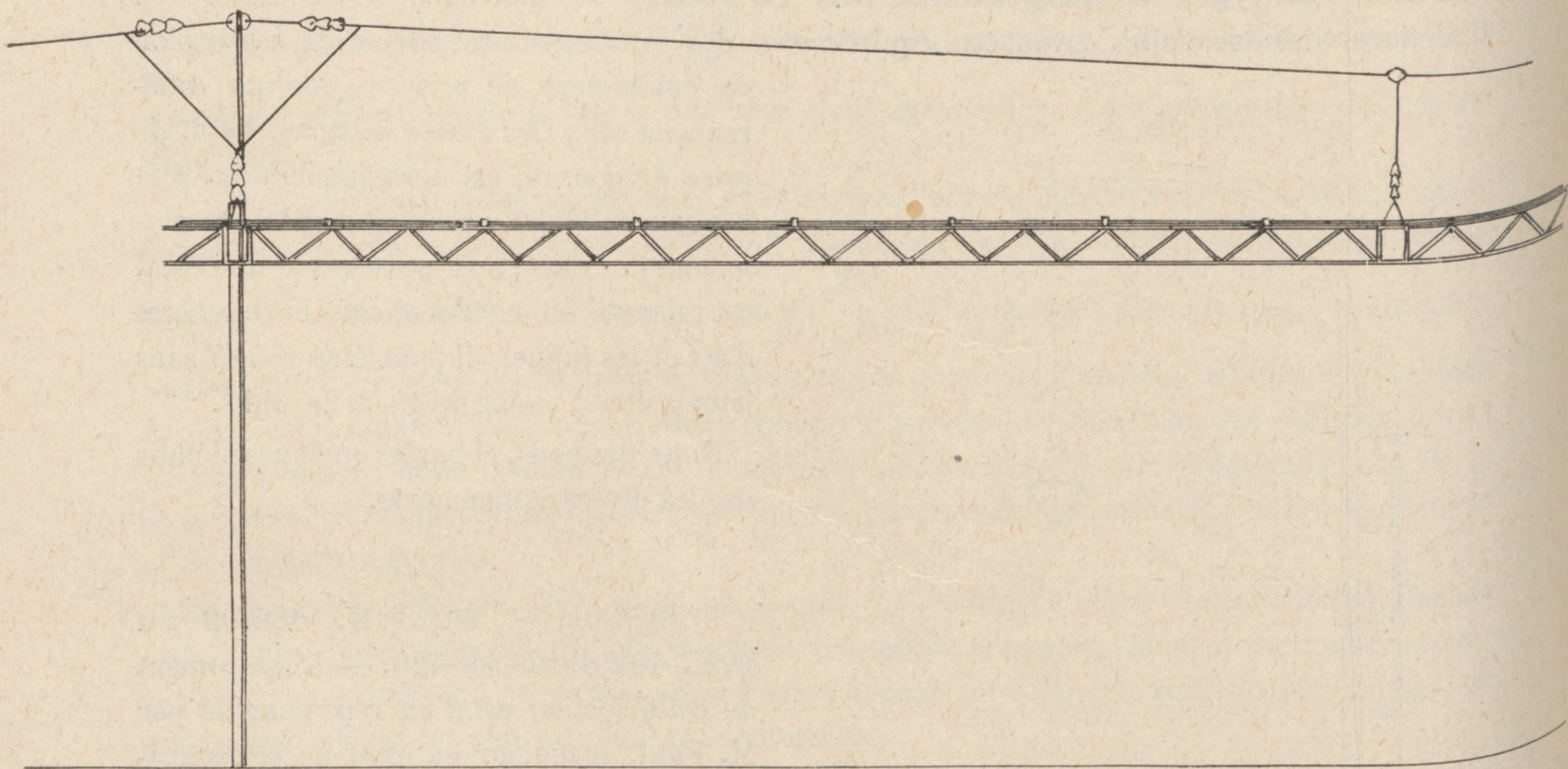
Le poteau est implanté de façon que la potence se projette normalement à l'axe de la voie de roulement.

Il n'existe qu'un seul type de poteau, car il n'a pas été utile de prévoir de poteaux de rappel ou d'antibalançants.

Toutes les portées sont uniformément de 50 mètres.

**Ligne.** — La ligne consiste en une poutrelle horizontale en treillis suspendue à des câbles en acier amarrés dans chaque portée aux poteaux de support (Figure 4).

Fig. 4.



La poutrelle en treillis a la forme d'un prisme triangulaire dont une face est horizontale et limitée par des arêtes formées par une cornière en fer ; quand la ligne est montée, cette face est la plus éloignée du sol ; les deux autres faces sont obliques et l'arête qui les sépare est formée par un fer profilé sur lequel frottera l'archet ou le pantographe pour la prise de courant ; l'entretoisement des arêtes du prisme est assuré par des croisillons en fer profilé  $\curvearrowright$ .

La poutrelle est constituée par une suite d'éléments absolument identiques ayant une longueur de 12<sup>m</sup>,50 de telle sorte que chaque portée comporte 4 éléments ; ils sont réunis les uns aux autres par un système d'éclissage mécanique à glissements sur chaque arête qui permet leur libre dilatation (voir Figure 5).

Dans le but de réduire l'impédance de ce conducteur, et, par là, la résistance de la ligne, un feeder d'aluminium est placé sur la face horizontale de la poutrelle et est relié au profilé formant l'arête inférieure par des connexions en cuivre, distantes les unes des autres d'environ 1,800 ; la poutrelle et le feeder d'aluminium sont donc montés en parallèle sur la barre omnibus à 12.000 volts de la sous-station.

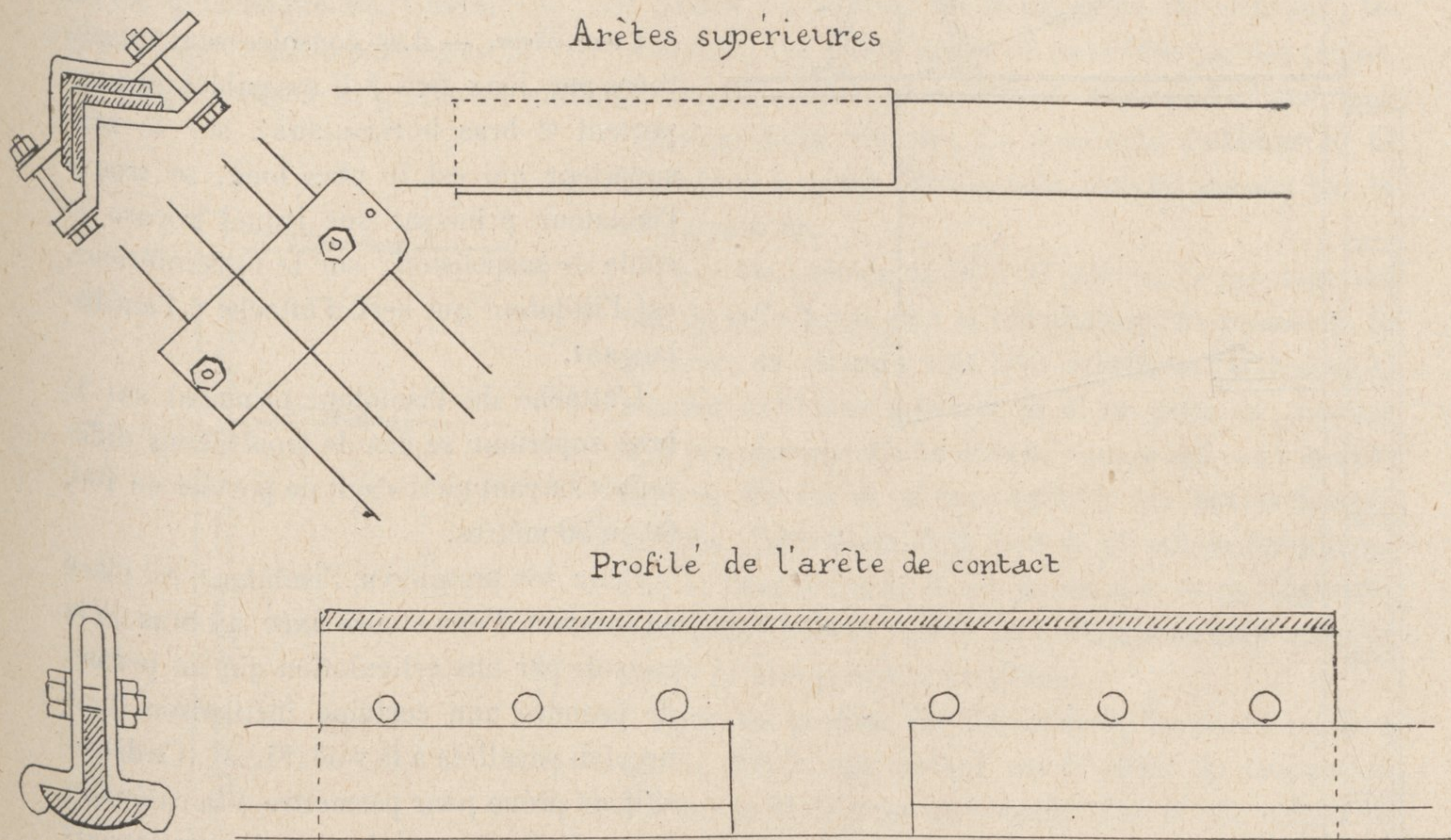
Dans chaque portée, une chaînette en câble d'acier est solidement amarrée par chacune de ses extrémités à la partie horizontale qui termine la potence des poteaux, avec interposition



de chapelets isolants vers les extrémités, de façon à assurer un isolement parfait des chaînes par rapport aux poteaux.

C'est à ces chaînes que les éléments de la poutrelle en treillis sont suspendus par des

Fig. 5.



pendules distants les uns des autres de  $12^m,50$  et coupés par des isolateurs qui suppriment toute liaison électrique entre la poutrelle et les chaînes.

Avec ce système d'équipement rigide, il n'y a pas à prévoir de compensation pour les variations de température ; celles-ci auront pour effet de modifier légèrement la hauteur de la poutrelle au-dessus des rails, mais sans créer des points durs, la poutrelle restant toujours rectiligne.

A cet avantage s'ajoute celui d'un montage et d'un réglage très faciles, même en cours d'exploitation.

La section entière peut être mise hors circuit grâce à un sectionneur placé à son origine.

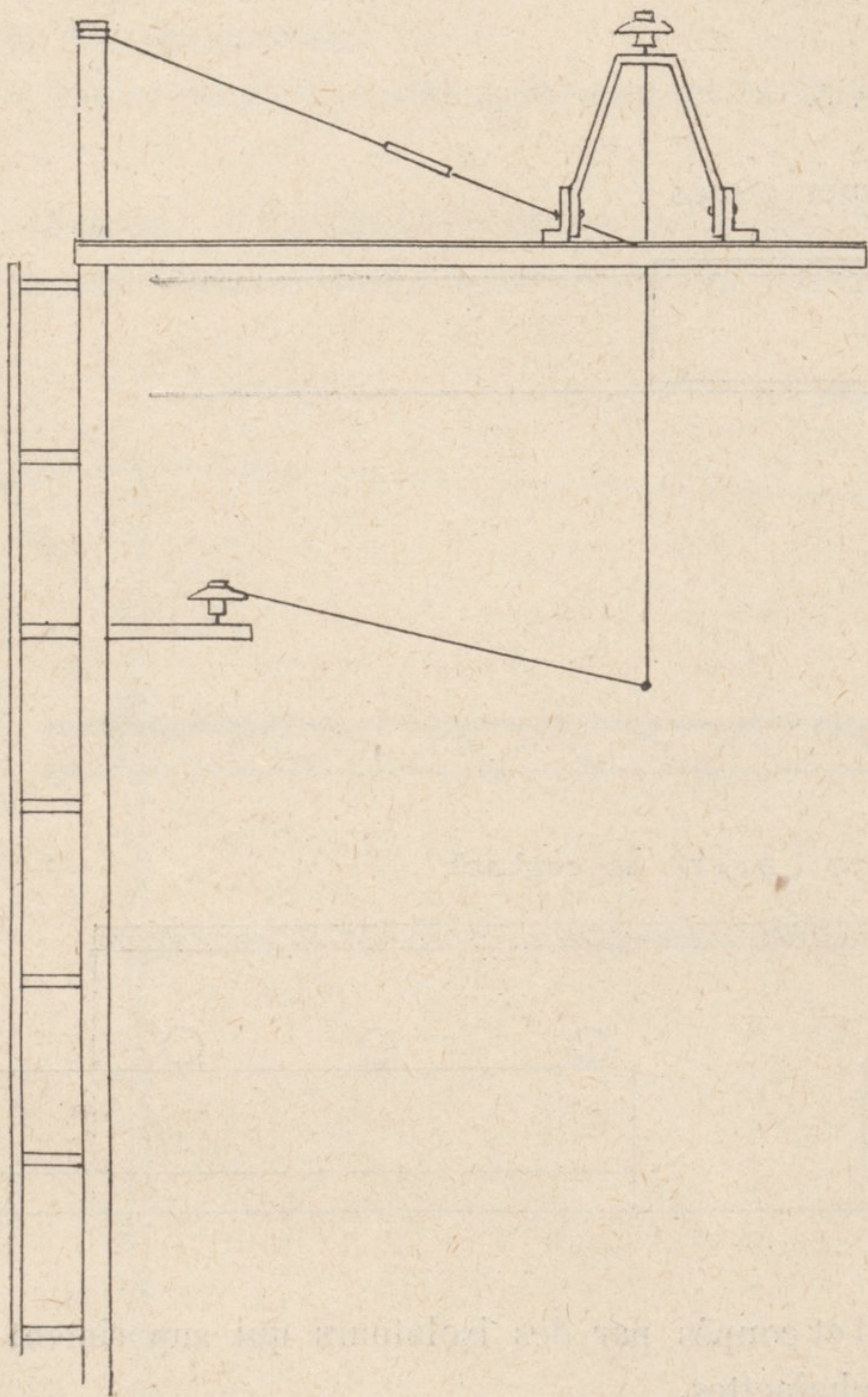
2<sup>e</sup> SECTION. — Du P.K. 492,800 au P.K. 495,927. — L'équipement de cette section est du type caténaire simple et a été fourni par la Société anonyme Westinghouse, du Havre.

La section est divisée en trois tronçons ayant chacun un mode d'équipement particulier. Dans les deux premiers, la ligne caténaire ne possède aucun dispositif de compensation et le câble porteur, invariablement fixé à ses supports, est soumis à des tensions variant avec la température : ils ne diffèrent entre eux que par la longueur de la portée qui est de 50 mètres pour l'un et de 60 mètres pour l'autre. Dans le troisième, la caténaire est pourvue d'un système compensateur qui sera indiqué et la longueur des portées atteint 100 mètres.



**Poteaux.** — Les poteaux utilisés sont d'un type analogue à celui décrit pour la première section, ils sont métalliques et construits avec des rails retirés du service, mais la partie supérieure du rail le plus rapproché de la voie n'est pas recourbée.

Fig. 6.



**Consoles.** — Les consoles sont constituées par deux fers à U assemblés et comportent 2 bras horizontaux ; sur le bras supérieur qui est le plus long, se trouve l'isolateur principal sur lequel repose le câble de suspension ; sur le bras inférieur, est l'isolateur qui sert d'attache à l'antibalancement.

L'attache de l'isolateur principal sur le bras supérieur se fait de trois façons différentes suivant qu'il s'agit de portées de 100, 60 ou 50 mètres.

Pour les premières, l'isolateur est placé au sommet d'une chaise fixée au bras de la console par une articulation qui lui permet de prendre une certaine inclinaison dans un plan parallèle à la voie (Fig. 6). Ce dispositif est prévu pour permettre à la caténaire de se déplacer sous l'action du contre poids du compensateur.

Pour les portées de 60 mètres, l'isolateur est encore porté sur une chaise ; mais celle-ci est plus basse que la précédente, et, en

outre, elle est fixée d'une façon invariable sur le bras (Fig. 7).

Fig. 7.

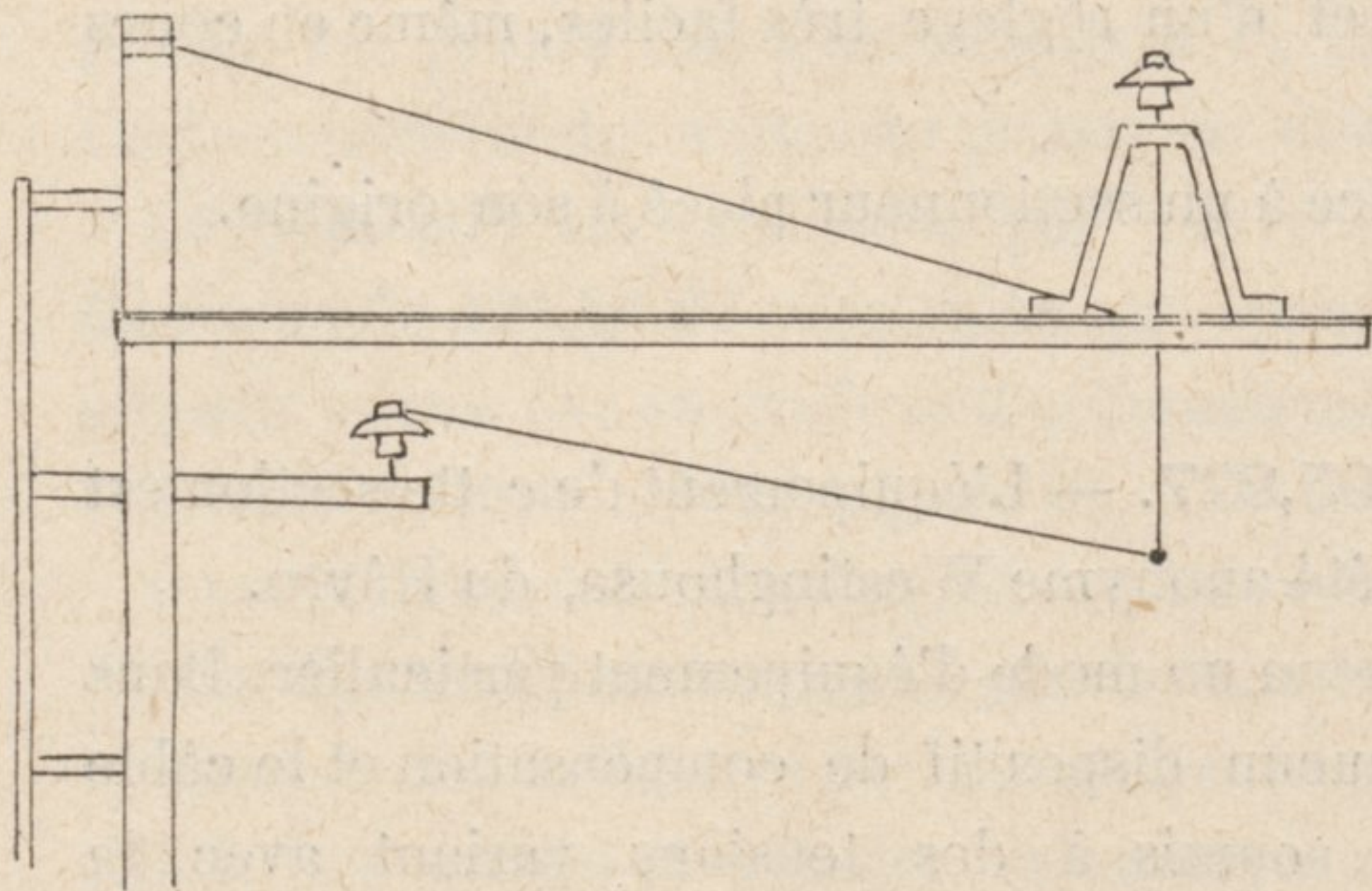
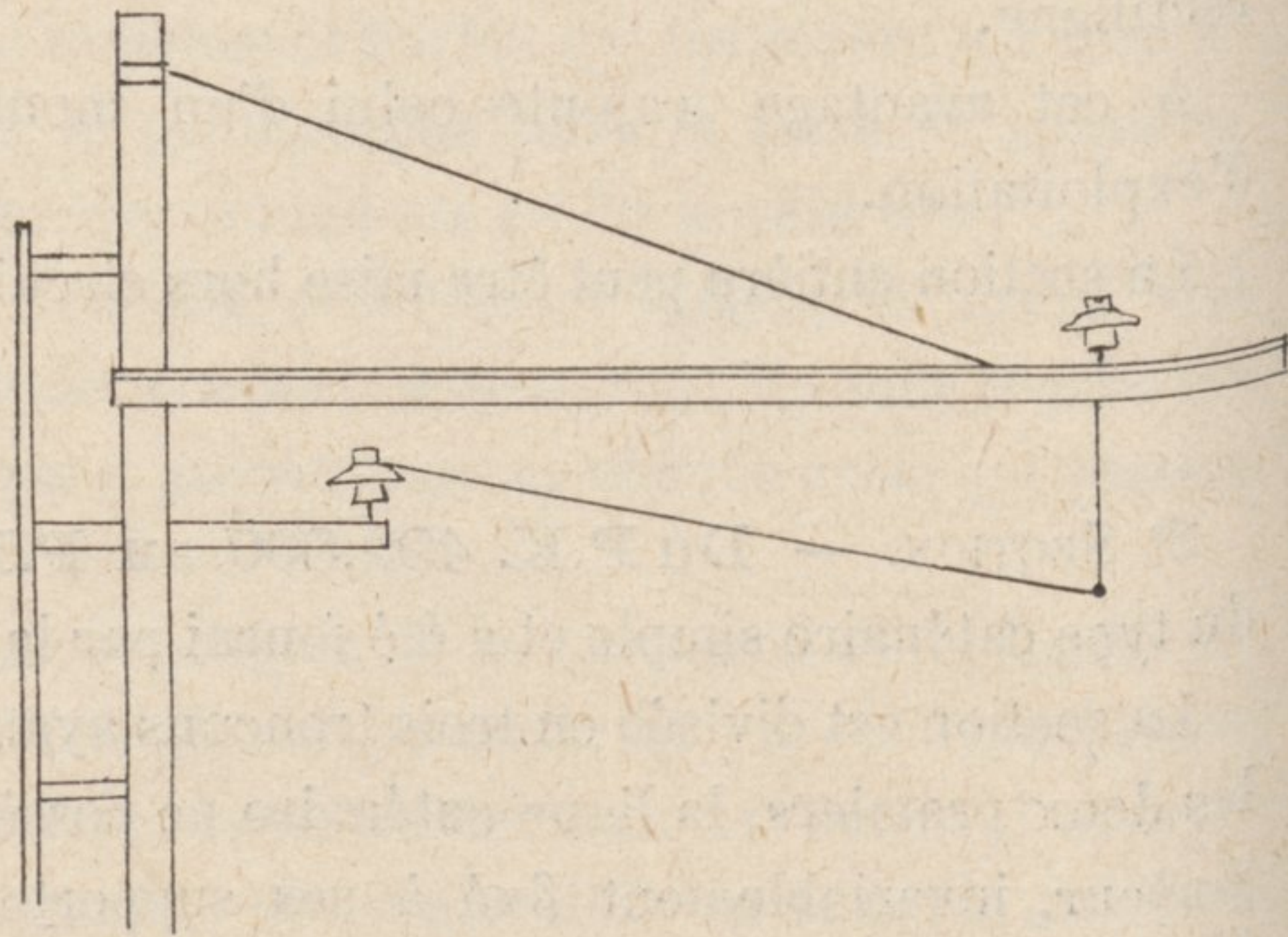


Fig. 8.



Enfin, pour les portées de 50 mètres, l'isolateur est directement fixé sur le bras horizontal (Fig. 8).

Les isolateurs portent à leur partie supérieure, un chapeau protecteur en fonte malléable.

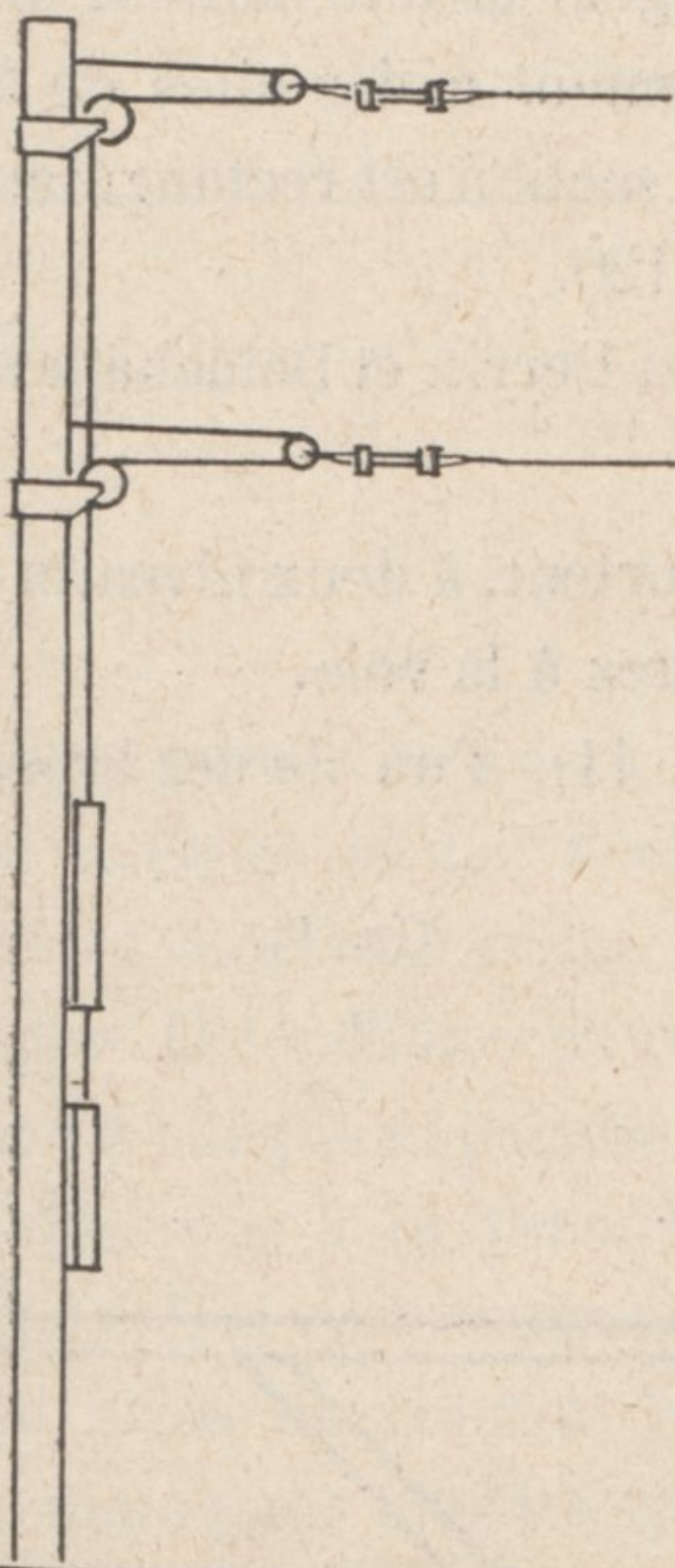


**Ligne.** — Le câble porteur est en acier dans les 3 cas : et il est fixé d'une façon invariable sur l'isolateur : à la température moyenne, il a une flèche de 660<sup>mm</sup> pour les portées de 50 mètres, de 945 pour celles de 60 mètres et de 2.560 à toutes températures pour les portées de 100 mètres.

Les pendules sont demi-rigides et disposés de façon que dans aucune circonstance une portion quelconque du pendule ne peut passer au-dessous du fil de prise de courant. Ils reposent sur le câble porteur au moyen de cavaliers et retiennent le fil de cuivre par des griffes.

A chaque poteau se trouve un antibalçant constitué par un tube en acier fixé à l'isolateur inférieur de la console ; il a pour rôle d'obliger le fil de cuivre à rester dans le plan vertical passant par le câble porteur.

Fig. 9.



Pour les portées de 50 à 60 mètres, le montage est fait de telle façon qu'à la température moyenne, le fil de prise de courant soit bien rectiligne ; aux températures extrêmes prévues, le fil de prise de courant doit prendre une flèche dirigée vers le sol, aux températures élevées et en sens opposé aux basses températures. Cette flèche doit être de 20 centimètres dans l'un et l'autre cas et il est admis que le pantographe ou l'archet pourra suivre les ondulations sans exercer sur le fil une pression exagérée.

Pour les portées de 100 mètres, le poids tendeur est de 350 kilogs, autant sur le câble de suspension que sur le fil de prise de courant (Fig. 9). En raison du mode de montage, on voit que la tension est de 700 kilogs sur chacune des lignes.

Pour donner plus de rigidité à l'équipement, toutes les consoles de ce tronçon sont reliées par un fil

d'acier : les antibalçants sont articulés sur la ferrure qui les fixe aux isolateurs.

Grâce à cette disposition et à celle des pendules de suspension, le fil de cuivre peut prendre, par rapport au câble de suspension tous les déplacements relatifs nécessités par les variations de la température.

**Points spéciaux sous le tunnel de Serra-Ternère.** — La caténaire est supprimée et le fil de prise de courant est suspendu aux parois du tunnel par deux câbles, un de chaque côté, dont l'isolement est assuré par deux isolateurs à disques en série.

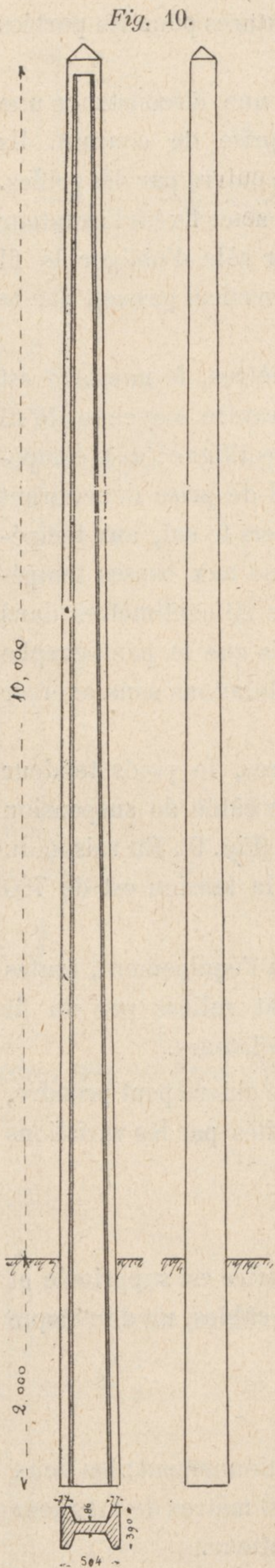
**Sectionneur.** — A l'extrémité de la section, est placé un poste de sectionnement : les deux tronçons du fil de cuivre y sont complètement séparés et un fil neutre de 60 mètres de longueur est jeté sur la partie laissée libre pour assurer la continuité de prise du frotteur.

L'interrupteur bipolaire à cornes placé à ce poste met le fil neutre en tension, lorsque les deux tronçons sont eux-mêmes en tension, mais lorsque le courant est interrompu sur l'un quelconque de ces tronçons, il l'est également sur le fil neutre.



3<sup>e</sup> SECTION. — Du P.K. 495,927 au P.K. 497,927. — L'équipement de cette section est du type caténaire simple, étudié et construit par la Société A.E.G. (Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft).

Les portées  $y$  sont uniformément de 100 mètres.

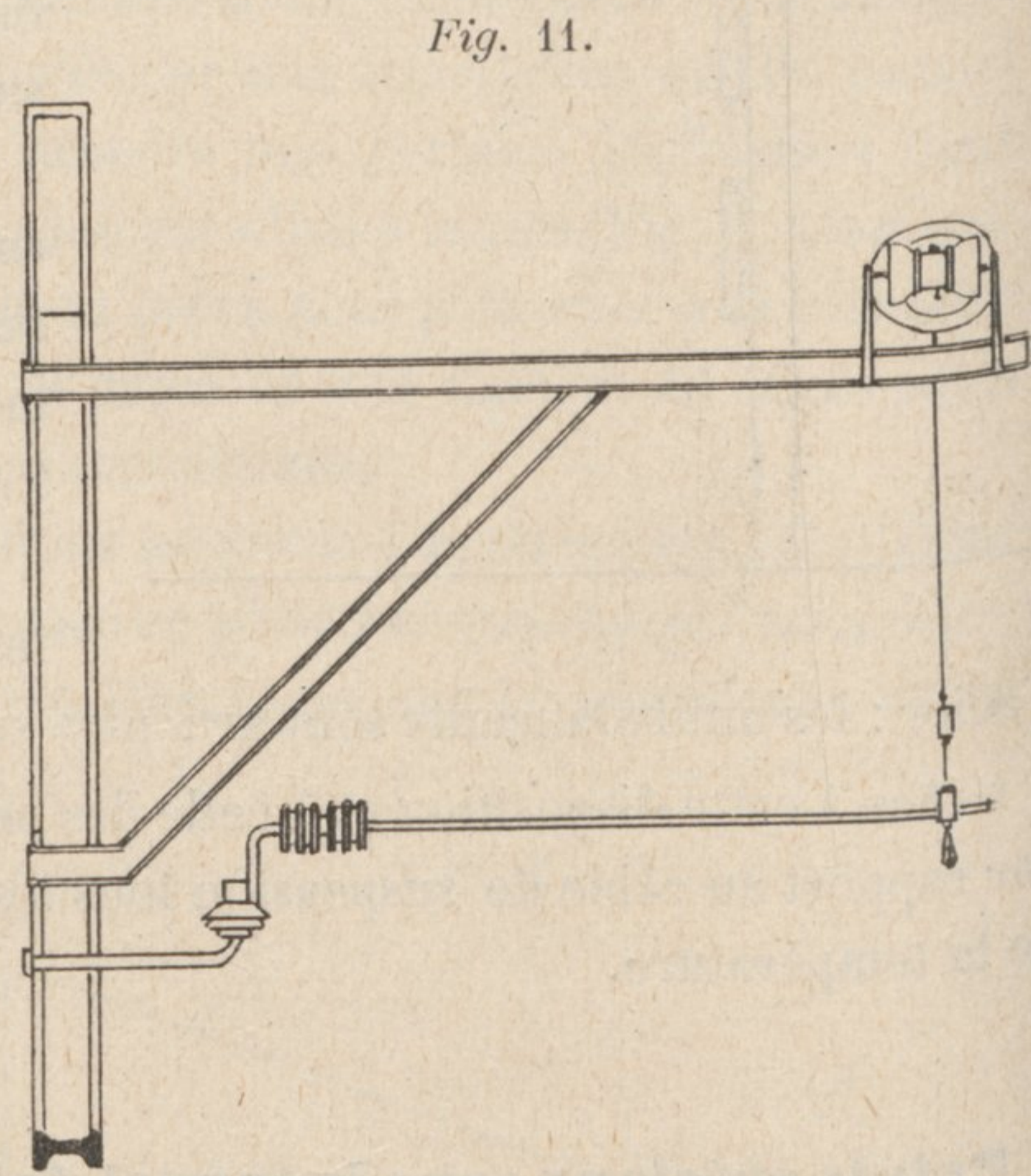


**Poteaux.** — Ils sont en ciment armé à section **I** d'une hauteur totale de 12 mètres dont 10 au-dessus du sol ; ils sont construits en deux forces différentes : aux plus forts, la section à l'encastrement a des ailes d'une longueur de 360 et une hauteur de 470, et la section au sommet a des ailes de 210 de largeur et une hauteur de 270 ; aux plus faibles, la section à l'encastrement a des ailes de 270 et une hauteur de 350, quant au sommet la section est rectangulaire sur une longueur de 1<sup>m</sup>,00 avec section 150/120.

Ils ont été construits par la maison Perrin et Delachanal. (Fig. 10).

**Consoles.** — Tous les poteaux portent, à deux niveaux différents, des bras horizontaux perpendiculaires à la voie.

Sur les poteaux de support (Fig. 11), l'un de ces bras, constitué par un fer **U** armé d'une contrefiche, est fixé à la partie supérieure du poteau et sert au support de l'ensemble de la caténaire ; l'autre bras, fixé au-dessous du premier, sert au guidage du fil de prise de courant ; à l'extrémité du bras supérieur est fixé un isolateur accordéon à axe horizontal : la tige de guidage est doublement isolée du poteau par un isolateur à cloche et un isolateur accordéon ; à son extrémité côté voie, se trouve la machoire où se fixe le fil de prise de courant.



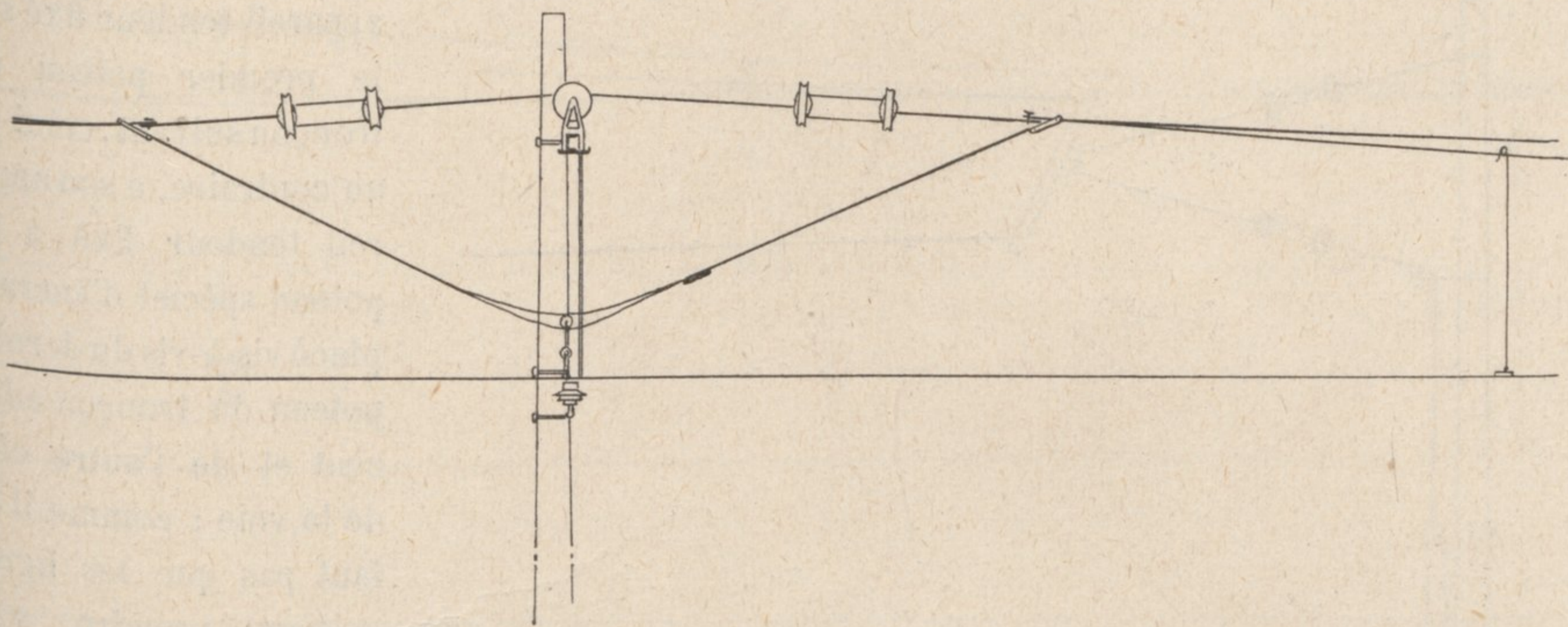
Sur les poteaux de rappel, les deux bras sont de simples tiges de guidage comme celle qui vient d'être décrite ; à l'extrémité côté voie du bras supérieur se trouve la machoire où se fixe le câble supérieur de la caténaire : la machoire du bras inférieur sert à fixer le fil de prise de courant et son câble de support.

**Ligne** (Fig. 12). — Sur l'isolateur accordéon de chaque console est placé, à cheval, un



bout de câble en acier de 3 mètres de longueur environ, terminé à chacune de ses extrémités par deux isolateurs à disque conjugués en série. Chaque extrémité sert d'amarrage à deux câbles, l'un supérieur, dit câble de tension, l'autre inférieur, dit câble de suspension.

Fig. 12.



Dans chaque portée, on a donc deux câbles ayant deux points communs placés respectivement à 1<sup>m</sup>,50 des consoles et une flèche différente ; mais on peut considérer que le câble supérieur forme, avec les éléments isolés à cheval sur les isolateurs accordéons, une chaîne mécaniquement continue. Cette chaîne ne règne que sur 10 travées, soit sur une distance de 1.000 mètres et se termine à chaque extrémité par un appareil tendeur ; une autre chaîne de 1.000 mètres de longueur, identique à la première, lui fait suite et il en va ainsi sur toute la section qui se trouve divisée ainsi en tronçons de 1.000 mètres de longueur.

Le fil de prise de courant en cuivre est suspendu au câble de suspension par des petits pendules comme dans tous les systèmes caténaires simples.

Les câbles en acier de l'équipement fonctionnent en parallèle avec le fil de prise de courant : d'ailleurs, le câble supérieur, ou de tension, n'est pas interrompu à son point d'amarrage, mais il va rejoindre le point d'amarrage de la travée suivante en s'infléchissant sous la console : il prend ainsi la forme d'un V dont la partie basse sert à la suspension de fil de prise de courant.

Les variations de température ont pour effet, puisque le câble supérieur est sous tension constante, d'éloigner les points d'amarrage et, par suite, de relever le câble de suspension quand la température augmente et de rapprocher les points d'amarrage et baisser le câble de suspension dans le cas contraire ; on voit par là, que ces effets combinés avec ceux que la dilatation produit sur les pendules, peuvent produire une compensation à peu près complète sur le fil de prise de courant et le maintenir à une hauteur pratiquement constante au-dessus du sol.

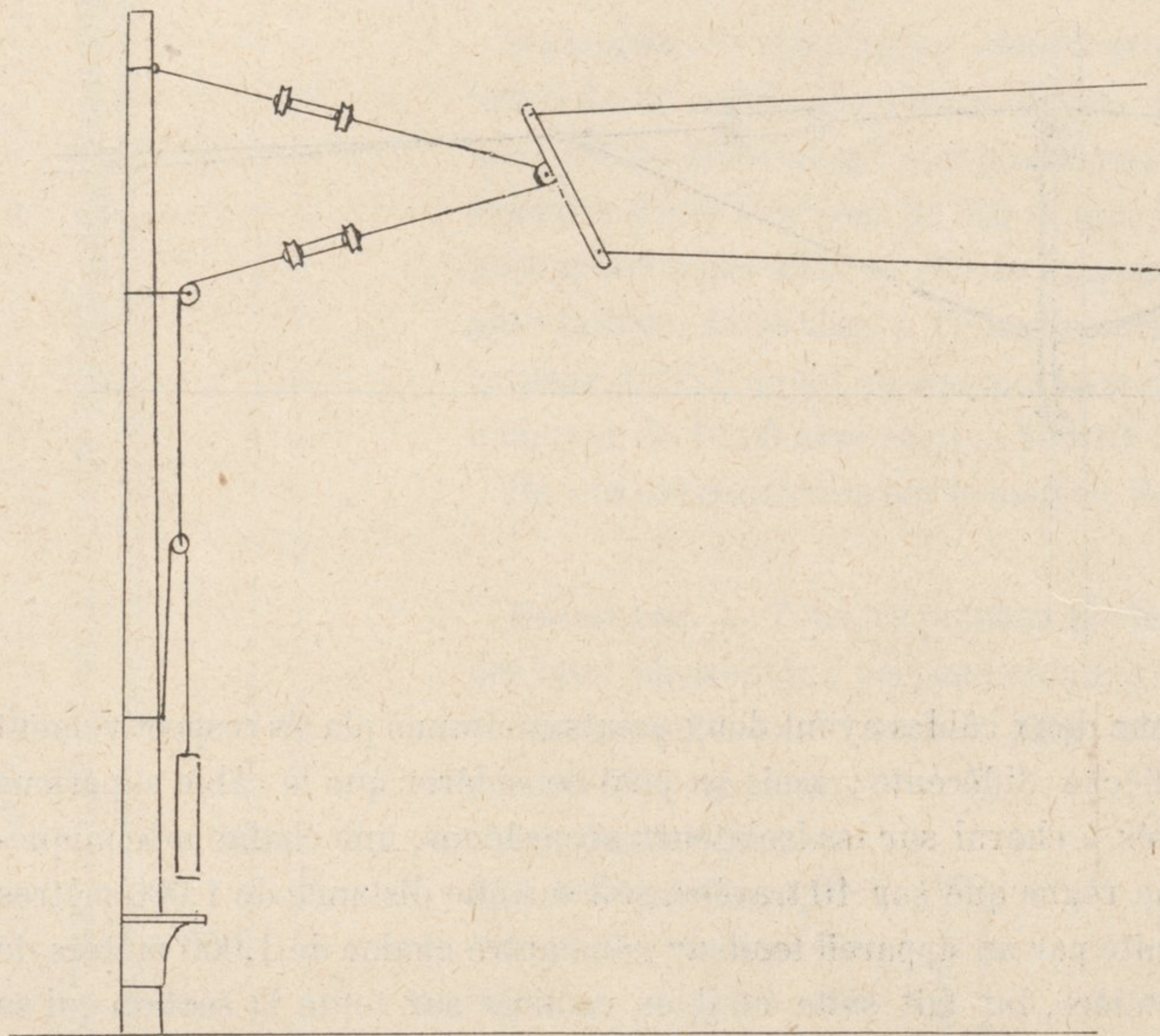
**Dispositif de tension.** — Après avoir dépassé le poteau qui limite le tronçon, le câble tendeur et le câble porteur sont réunis par une épissure et le câble unique qui constitue le prolongement est conduit jusqu'à une faible distance du poteau d'ancrage : l'extrémité de ce câble est fixée à l'extrémité d'un petit balancier en fer ; le fil de prise de courant est également conduit près du poteau d'ancrage et son extrémité est fixée à l'extrémité libre du petit balancier : c'est sur celui-ci qu'agit le poids tendeur au moyen de chaînes et de poulies de renvoi prenant



leur appui sur le poteau d'ancrage ainsi que le montre la Figure 13 qui se rapporte à une extrémité de la section.

Deux tronçons consécutifs ont une travée commune et le dispositif de tension est un peu

Fig. 13.

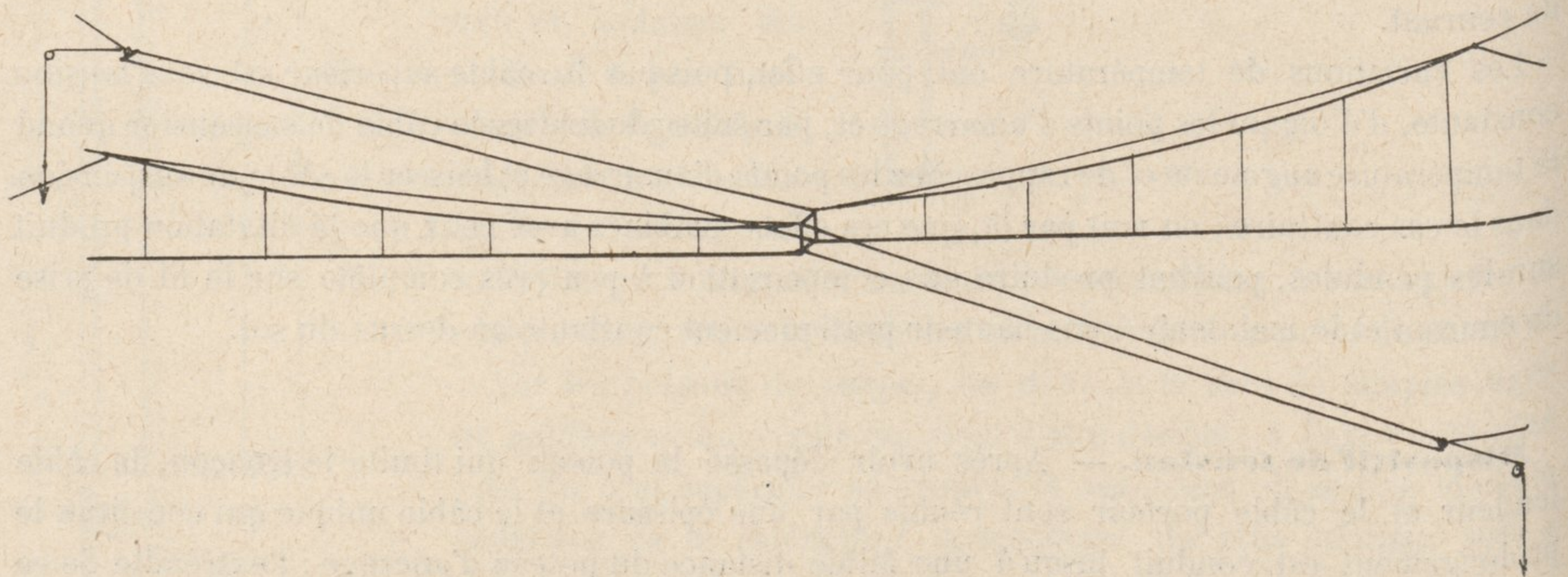


modifié comme suit : l'un des tronçons a son appareil tendeur fixé sur le premier poteau du tronçon suivant : celui-ci, au contraire, a son appareil tendeur fixé à un poteau spécial d'ancrage placé vis-à-vis du dernier poteau du tronçon adjacent et de l'autre côté de la voie ; comme il ne faut pas que les lignes puissent prendre, sous l'influence du vent ou des vibrations dues au passage des trains un écartement tel que l'archet ou le pantographe perde le contact, les deux lignes sont fixées au mi-

lieu de la travée à un cadre en fer qui joue le rôle d'entretoise (Voir Fig. 14).

De tout ce qui précède, il résulte que chaque dispositif tendeur n'agit que sur une longueur de 500 mètres et que la caténaire pourrait sans inconvénient être fixée au milieu des tronçons ; sous l'influence des variations de température, tout le système se déplace vers le contrepoids quand la température augmente et en sens inverse quand elle diminue.

Fig. 14.

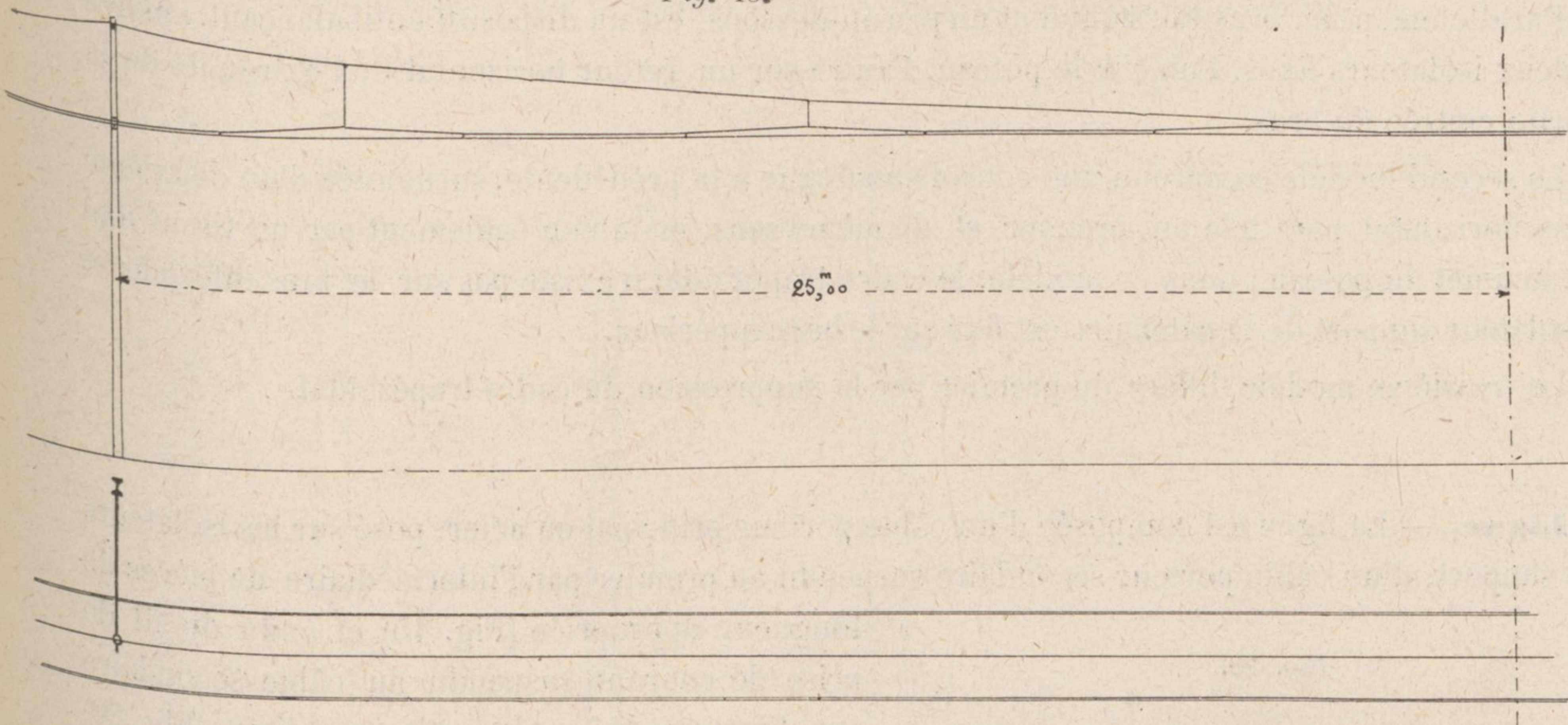


Sous les tunnels, le câble tendeur est supprimé ; le câble de suspension et le fil de prise de courant sont reliés par de petites tiges de fer rigides suspendues elles-mêmes à des câbles transversaux fixés à la voûte par des scellements comportant des isolateurs.



4<sup>e</sup> SECTION. — Du P.K. 497.927 au P.K. 501.894. — L'équipement de cette section est du type caténaire double (Voir Fig. 15) étudié et construit par la Société Thomson-Houston.

Fig. 15.



Les portées sont de 50 mètres entre les P.K. 497.927 et 500.185 et de 100 mètres sur le reste de la section.

**Poteaux.** — Ils sont en ciment armé à section **I**.

Ils sont construits sur trois modèles : l'un servant pour la suspension de caténaires sur portées de 100 mètres ; l'autre pour la suspension des caténaires sur portées de 50 mètres et la troisième pour l'attache des dispositifs de rappel dans les deux cas.

Ils ont été construits par M. Sarda (Fig. 16).

**Consoles.** — Comme les poteaux, elles sont construites sur trois modèles : l'un, appliqué aux poteaux servant aux portées de 50 mètres (Fig. 17), l'autre aux portées de 100 mètres (Fig. 18), le troisième (Fig. 19), aux dispositifs de rappel ; le premier modèle est constitué par

Fig. 16.

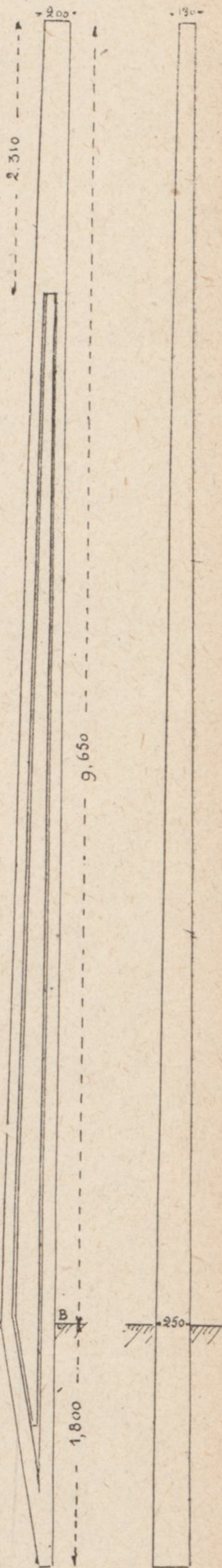


Fig. 18.

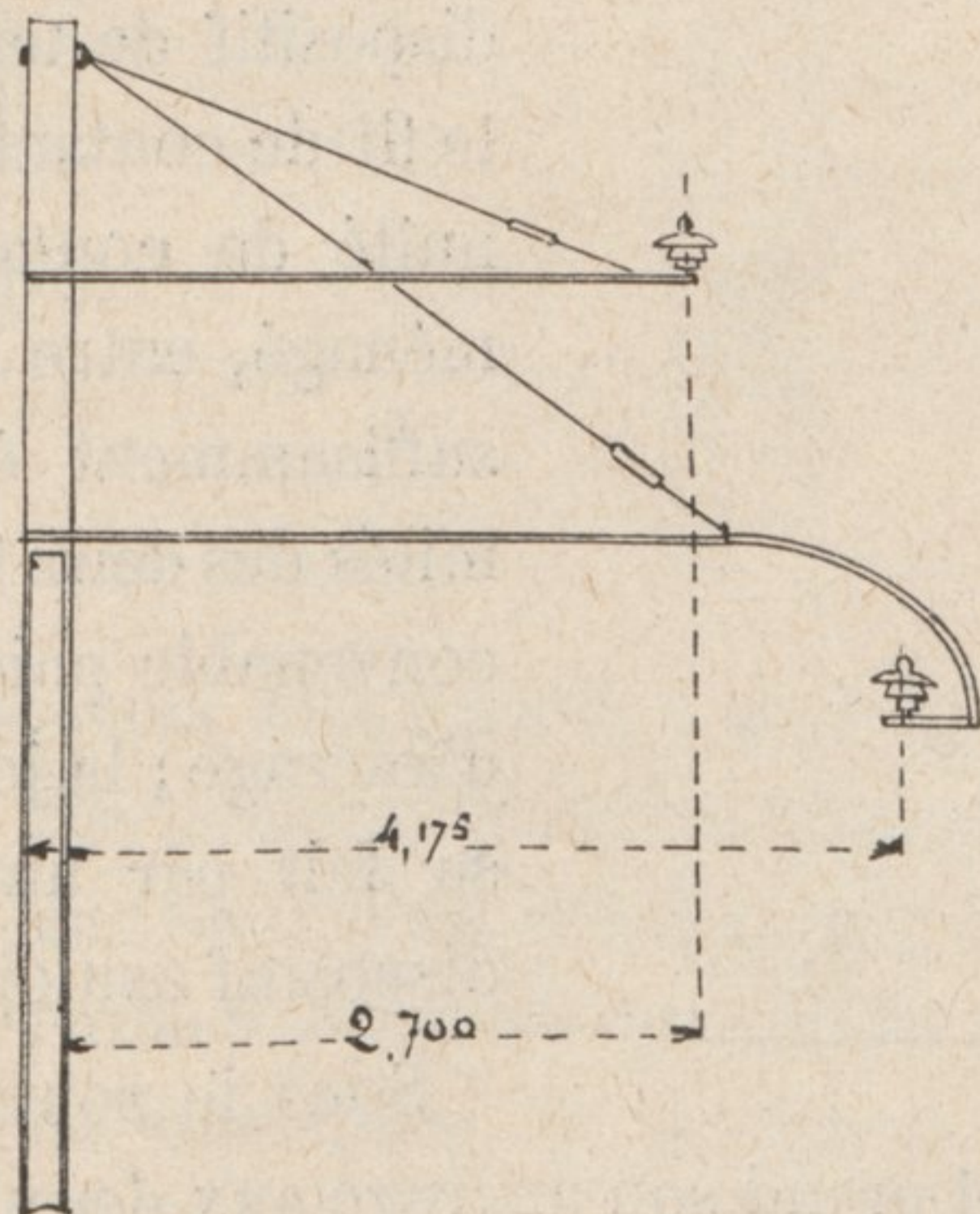


Fig. 19.

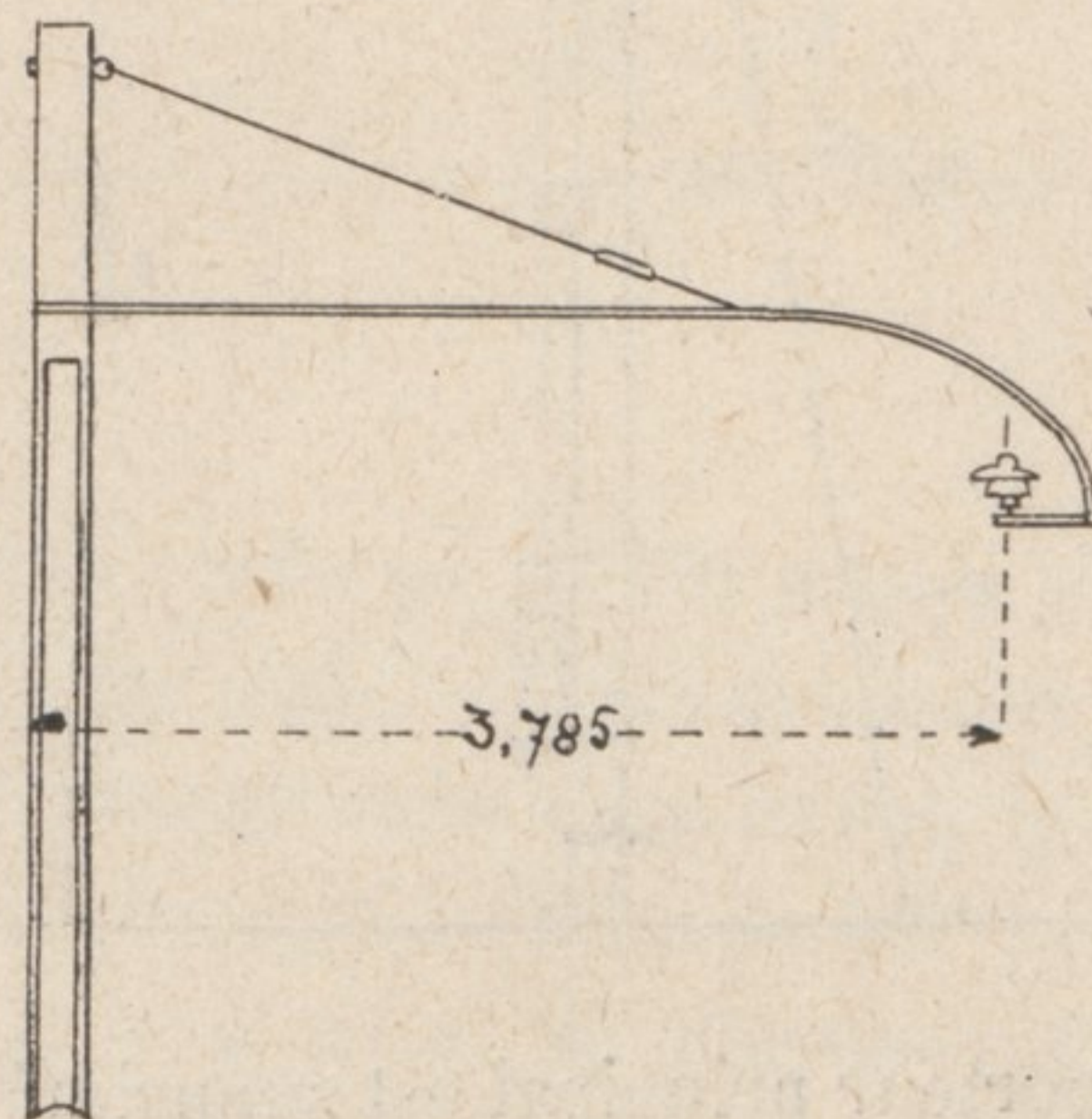
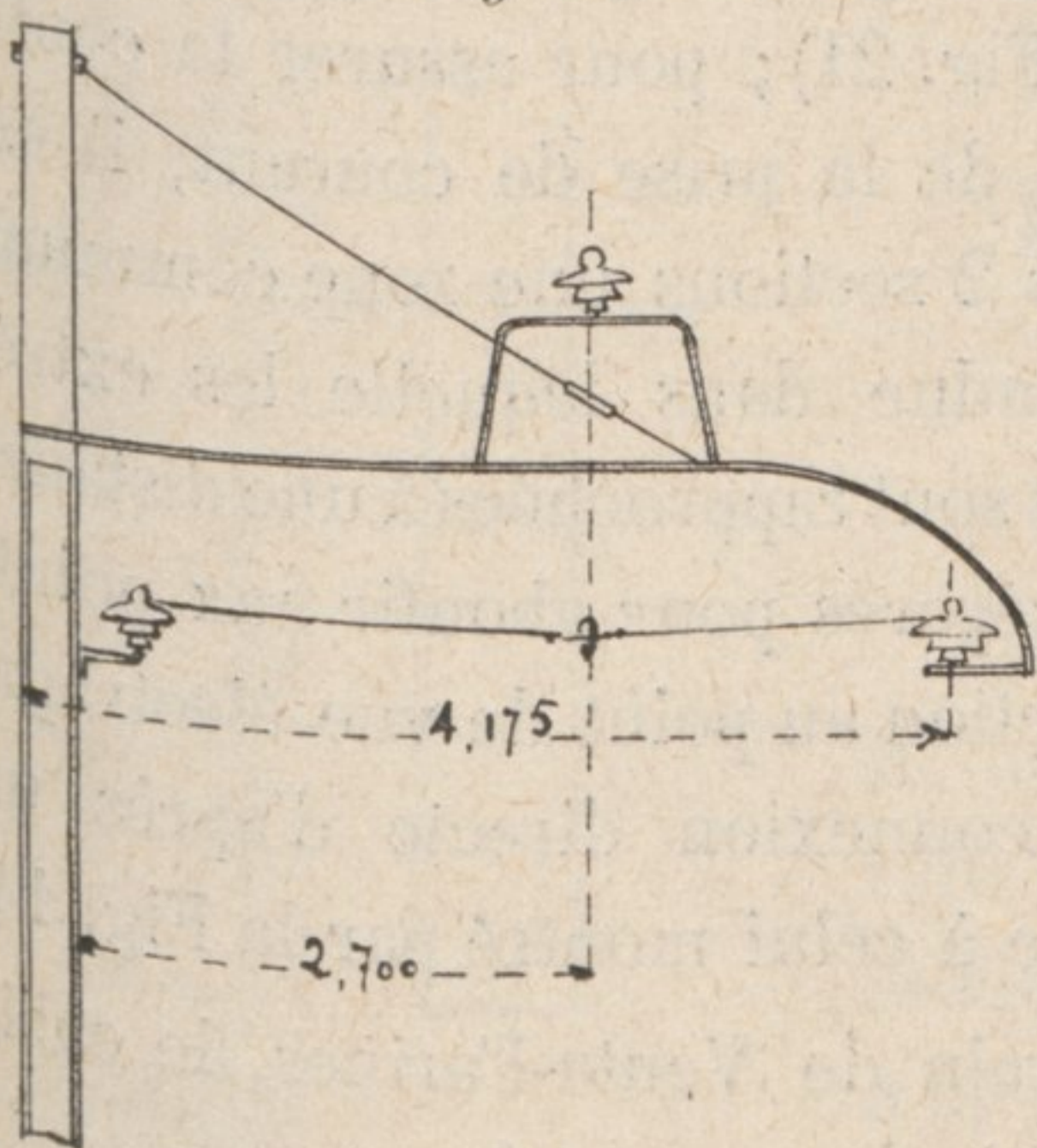


Fig. 17.





un bras horizontal formé de deux cornières assemblées dont l'horizontalité est assurée par un tirant fixé au sommet du poteau ; l'extrémité du bras opposé au poteau est cintrée vers les rails : un cadre de forme trapézoïdale est fixé vers le milieu et au-dessus de ces bras pour servir de support à un fort isolateur, destiné à porter la caténaire.

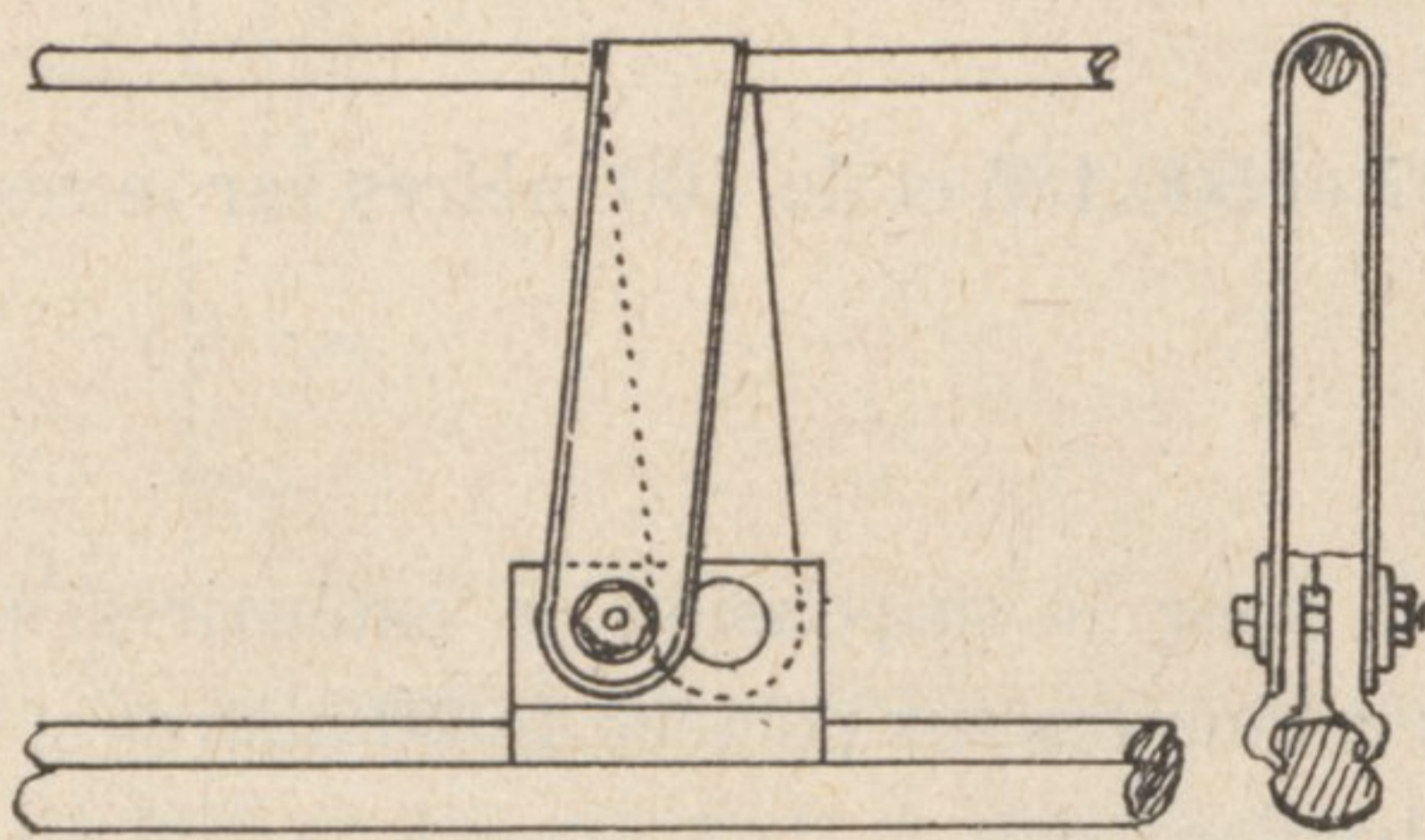
Parallèlement au bras horizontal et un peu au-dessous, est un dispositif antibalçant, amarré à deux isolateurs fixés, l'un sur le poteau, l'autre sur un retour horizontal de l'extrémité de la partie cintrée du bras.

Le second modèle comprend une console analogue à la précédente, surmontée d'un deuxième bras horizontal parallèle au premier et de même sens, maintenu également par un tirant fixé au sommet du poteau ; dans ce modèle, le cadre trapézoïdal n'existe pas sur le bras inférieur et l'isolateur support de la caténaire est fixé sur le bras supérieur.

Le troisième modèle diffère du premier par la suppression du cadre trapézoïdal.

**Ligne.** — La ligne est composée d'un câble porteur principal en acier, posé sur les isolateurs de support, d'un câble porteur secondaire suspendu au premier par l'intermédiaire de pièces de

Fig. 20.

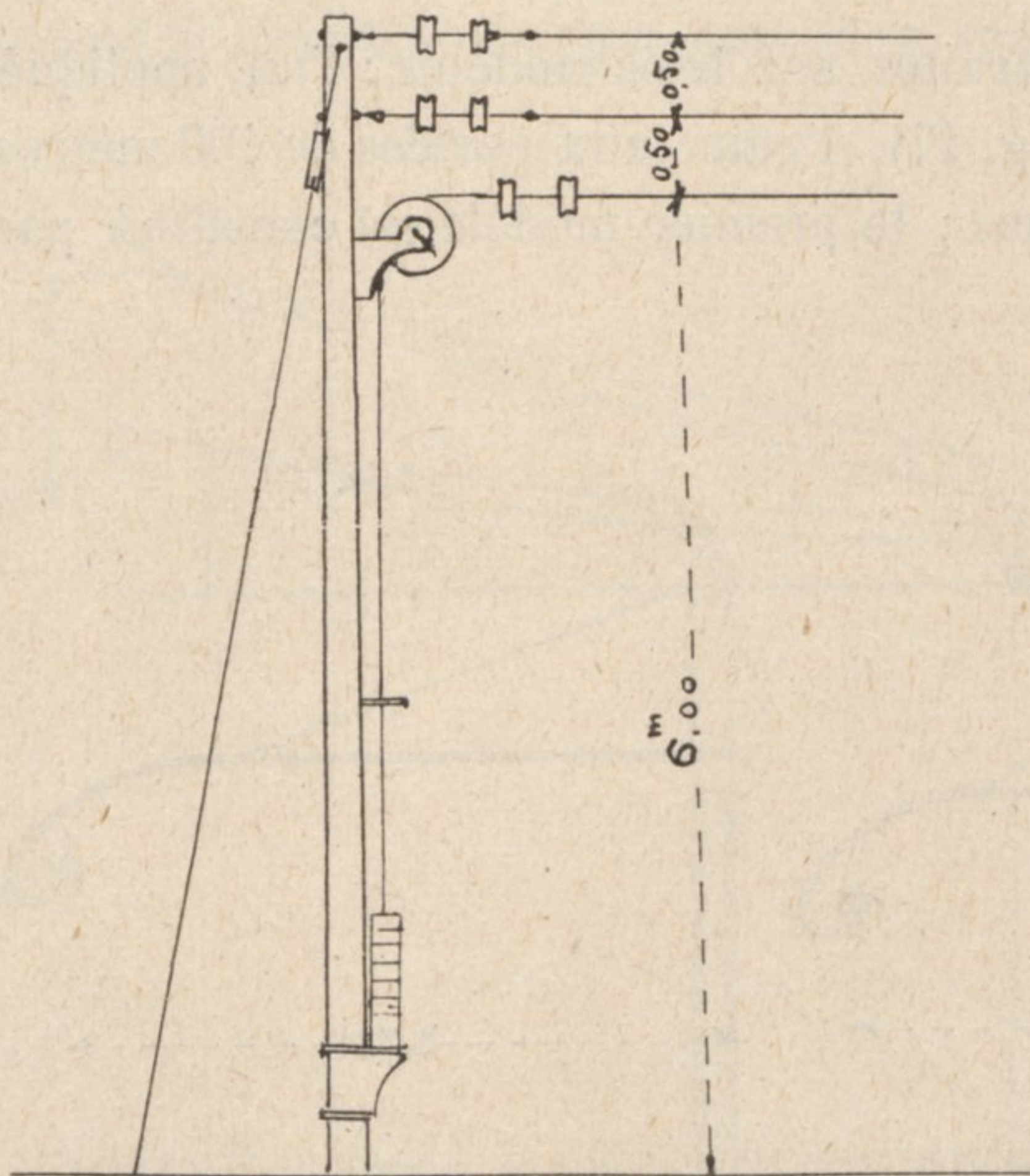


longueur appropriée (Fig. 15) et enfin du fil de prise de courant suspendu au câble secondaire par l'intermédiaire de petits cavaliers (Fig. 20) qui permettent de réaliser un déplacement relatif du fil de contact par rapport au câble porteur, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens vertical.

En alignement, la ligne de contact est montée en zig-zag par rapport à l'axe de la voie ferrée avec un désaxement atteignant de part et d'autre de l'axe une valeur de 40 centimètres.

■ Au passage du tronçon où les portées sont de 50 mètres à celle où les portées sont de 100 mètres, la ligne est sectionnée.

Fig. 21.



Chaque section comporte, à son extrémité, des ancrages sur poteau et, à l'autre extrémité, un dispositif de tension par simple contreponds sur le fil de contact (Fig. 21) ; pour assurer la continuité de contact de la prise de courant, il est ménagé, entre les 2 sections une zone commune suffisamment étendue dans laquelle les extrémités des deux fils sont rapprochées à une distance convenable puis séparés pour aboutir aux points d'ancrage ; la jonction au point de vue électrique se fait par une connexion directe d'après un dispositif analogue à celui montré par la Fig. 14.

Sous le souterrain de Venta-Farines, le câble porteur principal est supprimé et prend son ancrage aux deux têtes du souterrain.



Le câble porteur secondaire est suspendu à des brins transversaux fixés à des isolateurs scellés de la voûte

5<sup>e</sup> SECTION. — Du P.K. 501.894 au P.K. 507.647. — L'équipement de cette section est du type caténaire simple étudié et construit par la Maison Bisson-Bergès et Cie.

Fig. 22.

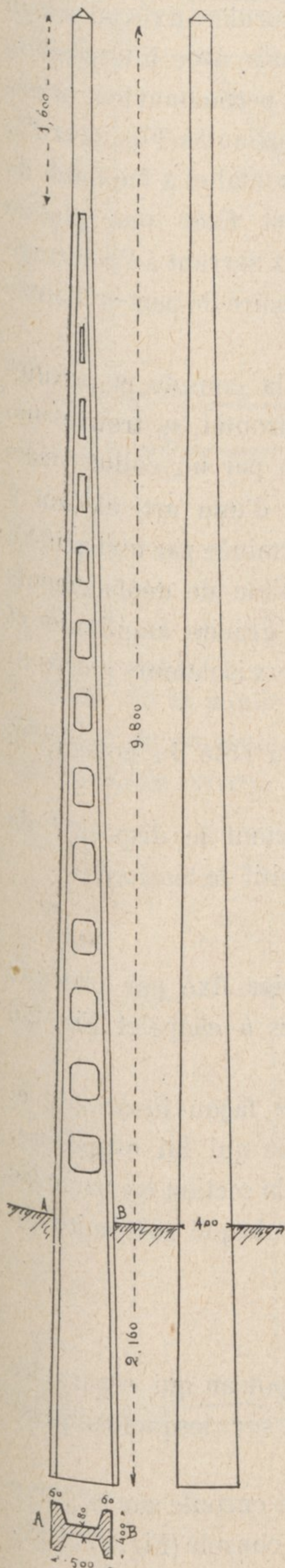


Fig. 23.

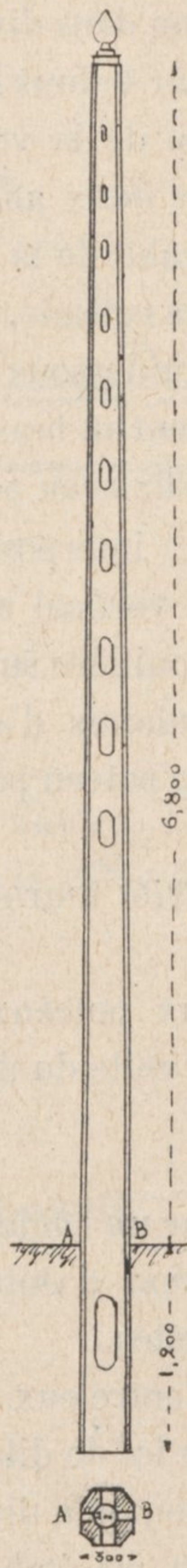


Fig. 24.

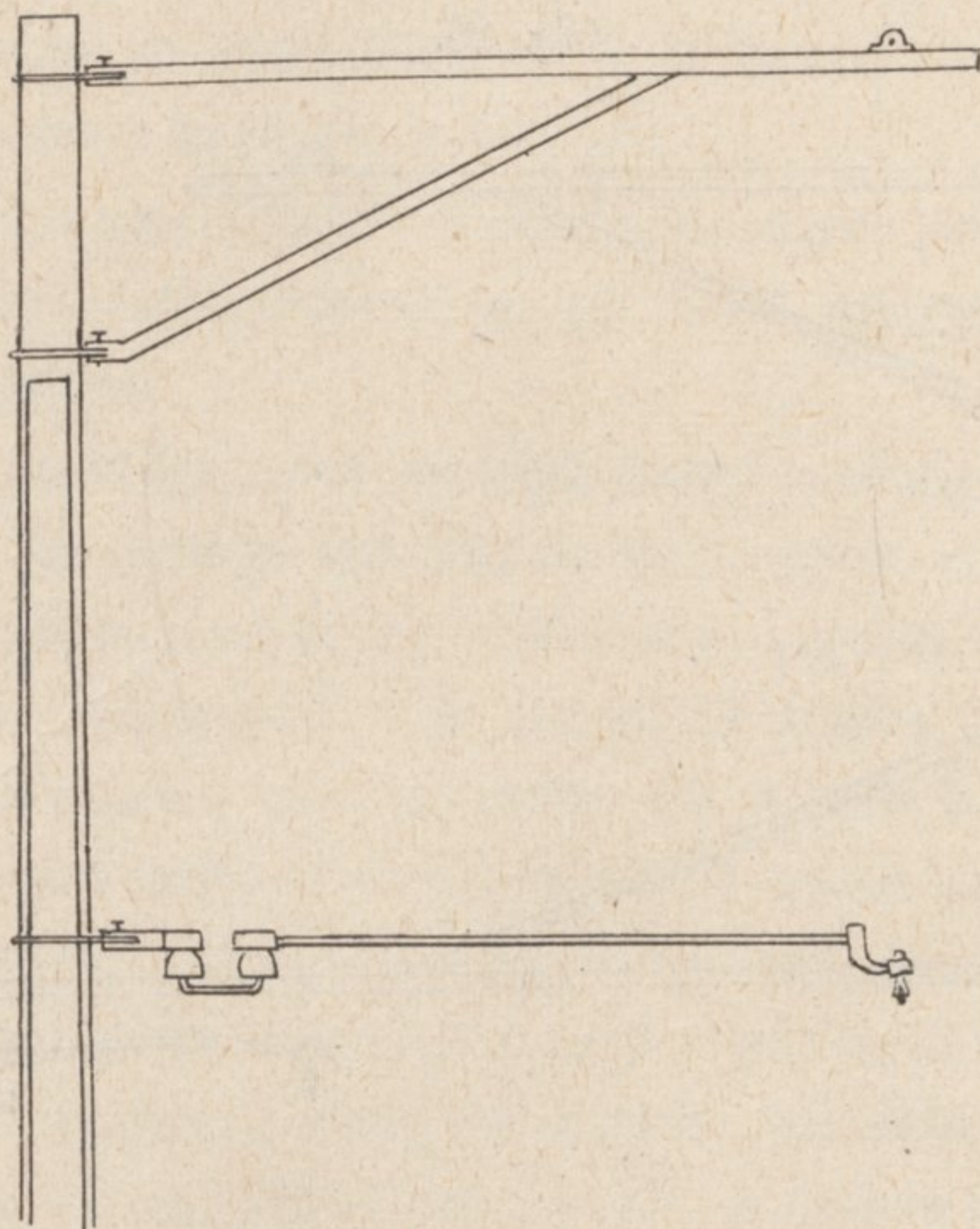
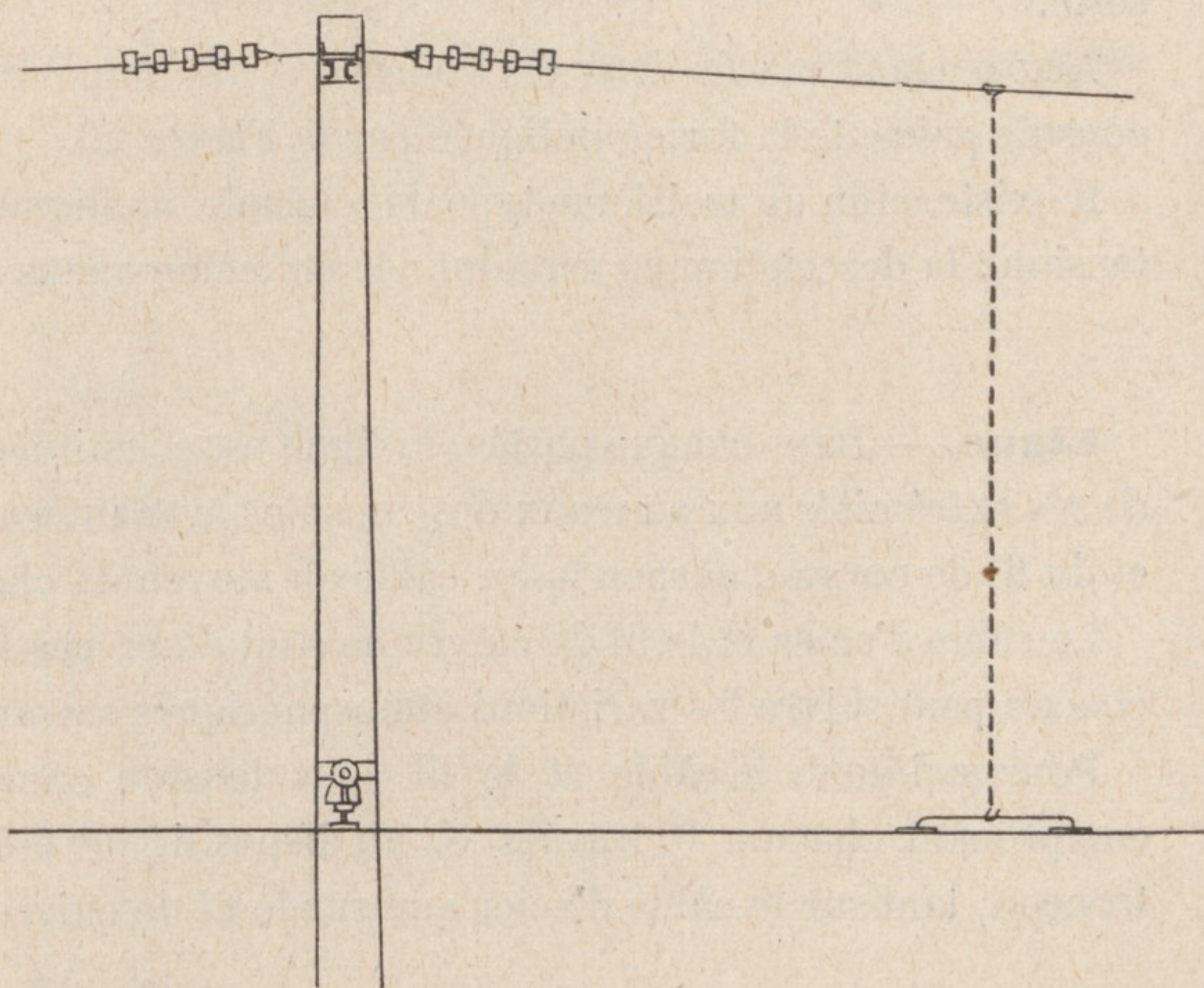


Fig. 25.



Les poteaux sont plantés à une distance uniforme de 100 mètres : ils ont une hauteur de 9<sup>m</sup>,80 au-dessus du plan de roulement des rails et leur section est à forme **I** ; à l'encastrement dans le sol, la section droite a une hauteur de 500<sup>mm</sup> et une largeur d'ailes de 400<sup>mm</sup> ; à la partie supérieure, la section est carrée avec les dimensions 180 × 180.

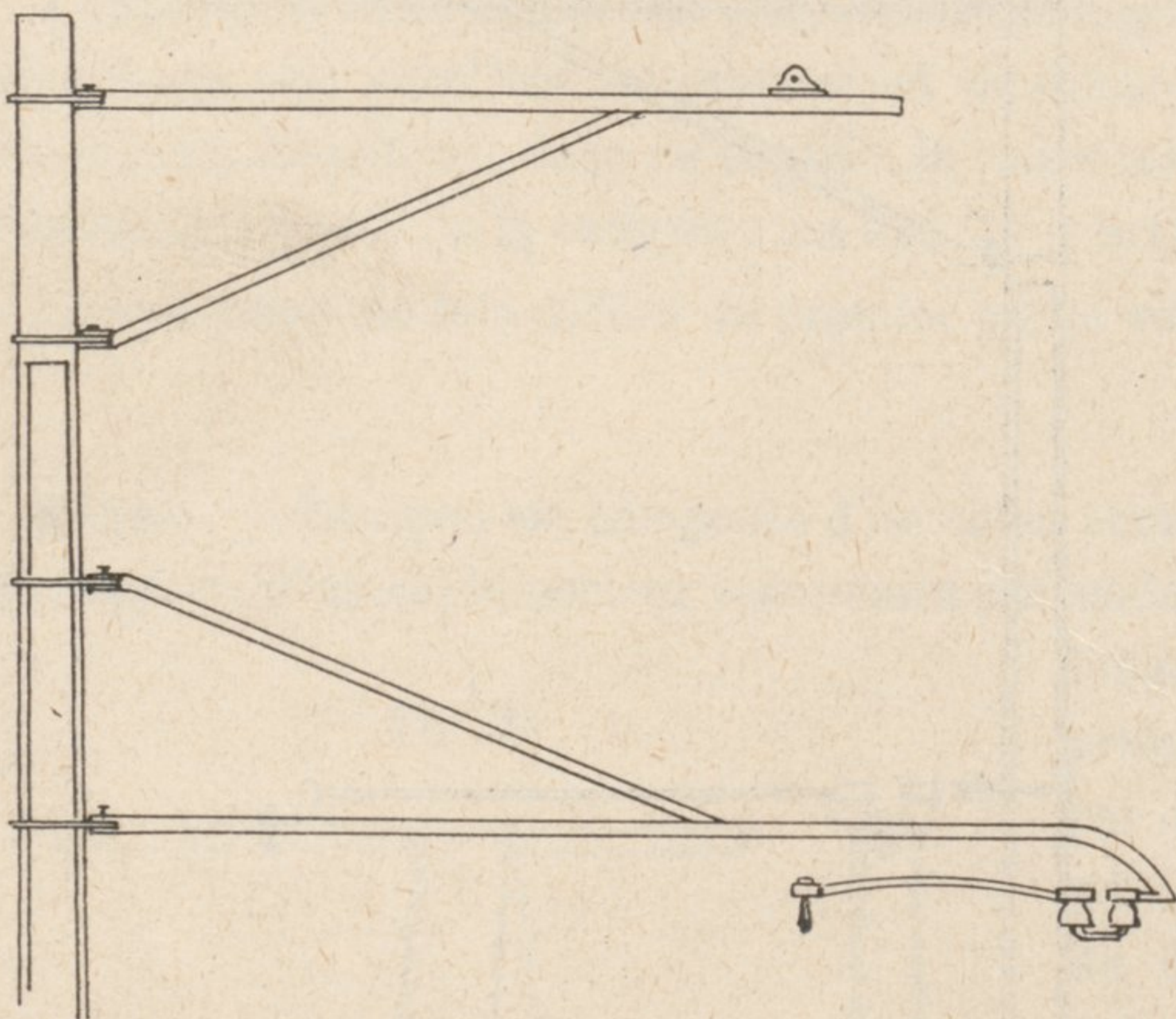


Ces poteaux sortent des chantiers de M. Piketty (Fig. 22).

Les poteaux de rappel sont également en ciment armé, mais creux ; leur section droite a extérieurement la forme octogonale et intérieurement la forme circulaire ; ils sortent des chantiers Sarda Michel. (Fig. 23).

**Consoles.** — Chaque poteau porte une console composée d'un bras horizontal et d'une

Fig. 26.



contrefiche en fer cornière fixés au poteau par un collier, mais avec interposition de gonds verticaux permettant leur orientation dans divers azimuths (Fig. 24 et 25).

Sur le bras horizontal et à l'aplomb de l'axe de la voie est fixée une platine avec deux anneaux servant à l'amarrage du câble de la caténaire de part et d'autre de la console.

Au-dessous de la console et parallèlement au bras horizontal, se trouve une tige fixée au poteau par un collier, mais avec interposition d'une articulation à axe vertical et terminée par une griffe à genouillère susceptible de déplacements angulaires d'assez grande amplitude et

destinée à fixer le fil de prise de courant : la tige est isolée du poteau par deux isolateurs placés en série.

Aux poteaux placés dans les courbes ayant leur concavité tournée du côté du poteau, la console présente la forme indiquée par la Figure 26.

Il existe enfin un troisième type de console appliqué aux poteaux portant le dispositif de tension : la description en sera donnée en même temps que celle du dispositif de tension.

**Ligne.** — Dans chaque portée, la ligne est constituée par un câble d'acier fixé par chacune de ses extrémités aux anneaux des consoles avec interposition d'isolateurs à chapelet (Fig. 25) et du fil de courant suspendu au câble au moyen de chaînettes.

Le câble d'acier et le fil de cuivre ne sont donc pas liés entre eux d'une façon invariable et chacun peut suivre les variations atmosphériques suivant la loi de dilatation qui lui est propre.

Pour maintenir le câble et le fil sous tension constante, on a divisé la section en tronçons comprenant chacun 10 travées et un dispositif de tension est établi à chaque extrémité du tronçon, tant sur le câble d'acier que sur le fil de cuivre.

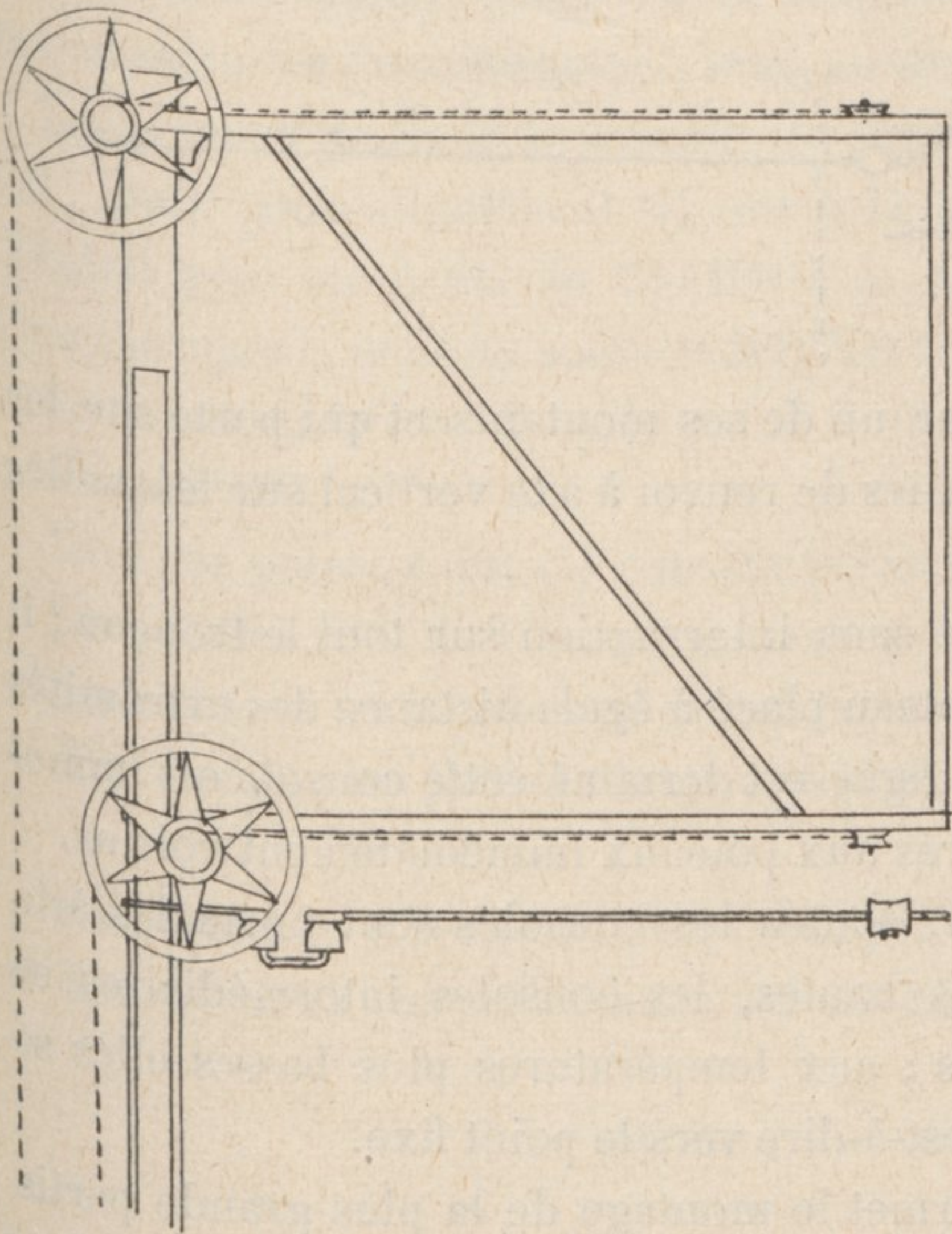
**Dispositif de tension.** — Ce dispositif est placé sur la console du poteau qui sépare les deux tronçons ; il consiste en poulies de renvoi et poulies différentielles sur lesquelles passe le câble à tendre.

La tension est produite par un poids suspendu à l'extrémité d'un câble enroulé sur la gorge d'une grande poulie à axe horizontal mobile dans un boisseau fixé sur la console (Fig. 27 et 28).



Cette poulie fait corps avec un tambour concentrique de moindre diamètre sur lequel vient s'enrouler le câble à tendre après être passé sur les poulies de renvoi dont il vient d'être parlé : les diamètres de la poulie à gorge et du tambour sont très différents et leur rapport fixe

Fig. 27.



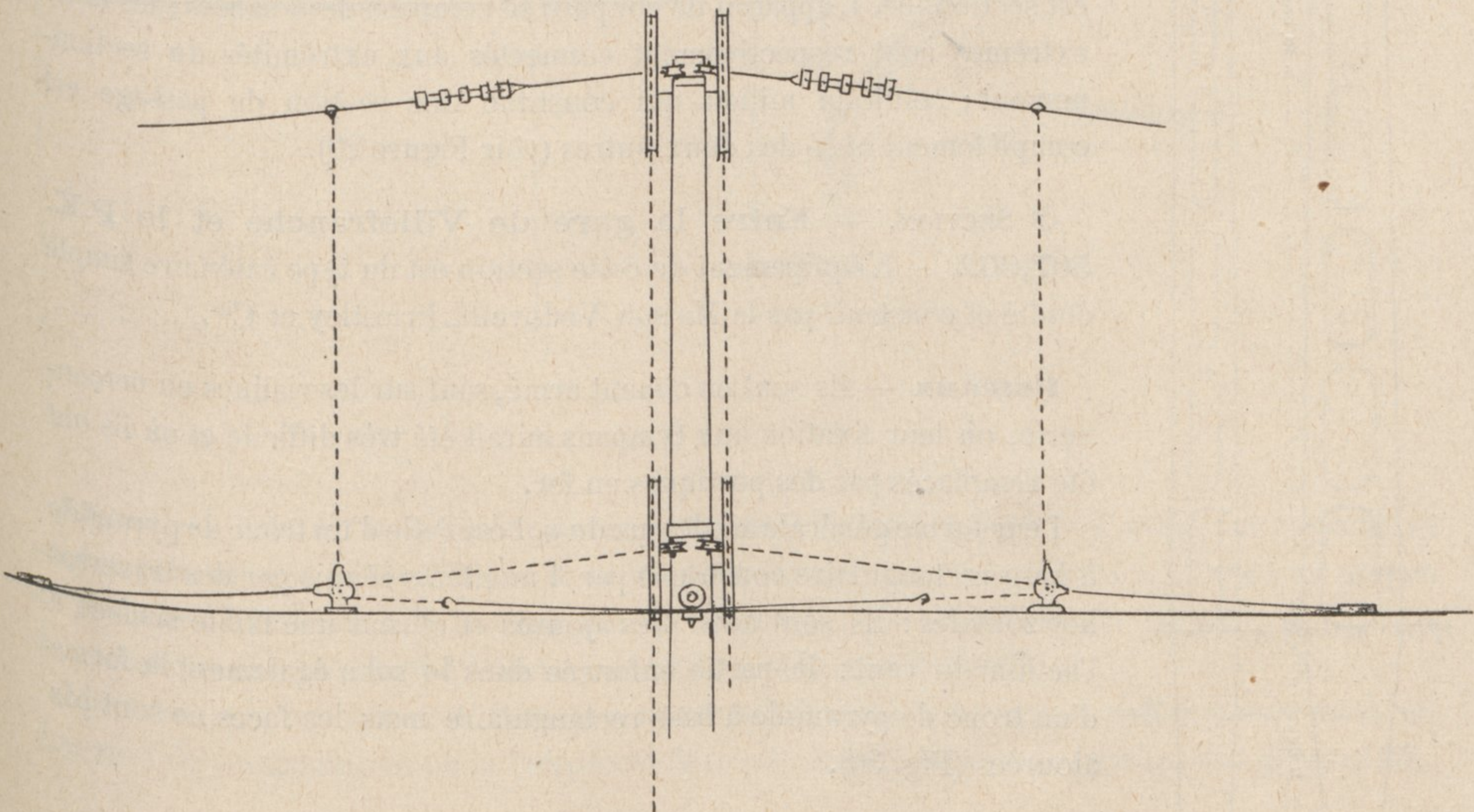
le coefficient de multiplication du poids tendeur ; il est à peine besoin de faire remarquer que les organes destinés à la tension du câble d'acier de la caténaire sont ceux situés à la partie supérieure et ceux destinés à la tension du fil de cuivre à la partie inférieure.

L'appareil tendeur du fil de cuivre présente en outre une disposition qu'il est intéressant de signaler.

Le fil de cuivre est légèrement prolongé au-delà de la console qui limite le tronçon et terminé à son extrémité par une boucle qui sert d'attache au câble tendeur ; la première poulie de renvoi rencontrée par ce câble est à axe horizontal perpendiculaire au fil de cuivre et est suspendue au câble d'acier de la caténaire ; elle est, en outre, amarrée au moyen d'un petit tirant au fil de cuivre du tronçon voisin : en somme, le câble tendeur exerce son effort sur les fils de cuivre des deux tronçons voisins, directement sur l'un d'eux, par

le tirant de la poulie sur l'autre. Ce dispositif permet d'avoir une meilleure répartition des efforts et de ne soumettre le câble tendeur qu'à une tension près de moitié de celle adoptée pour le fil de cuivre.

Fig. 28.





La console qui porte le dispositif de tension a la forme d'un cadre rectangulaire fixé

Fig. 29

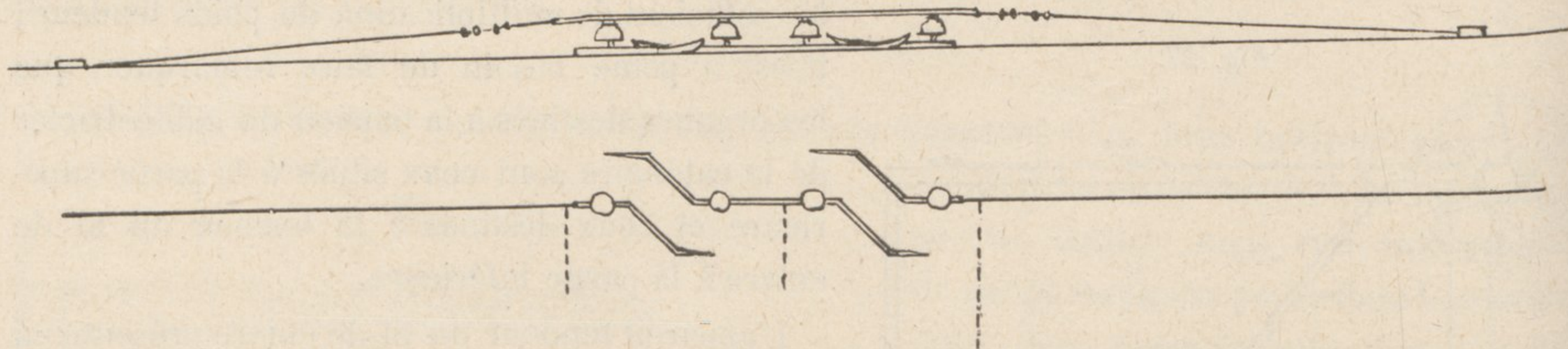
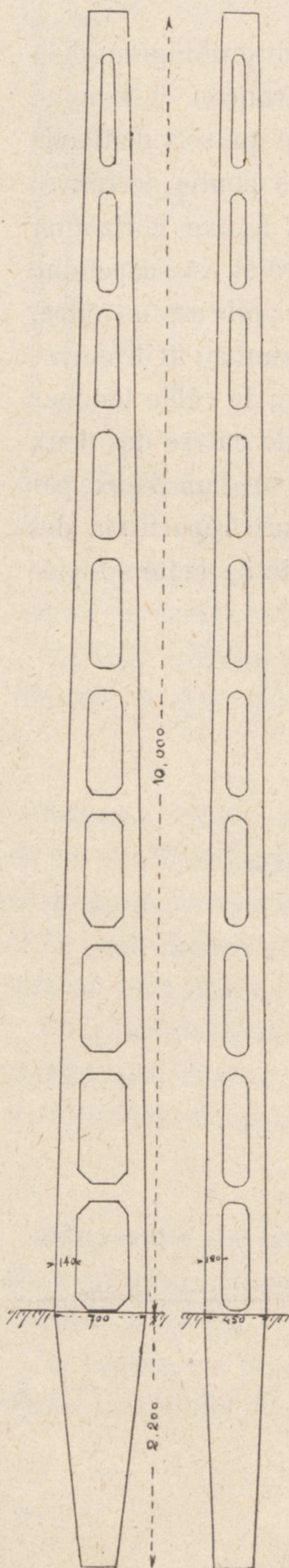


Fig. 30.



invariablement au poteau par un de ses montants et qui porte sur les traverses horizontales les poulies de renvoi à axe vertical sur lesquelles passent les câbles tendeurs.

Le fil de cuivre se continue sans interruption sur tout le tronçon ; il est ancré sur la console du poteau placé à égale distance des extrémités et, lorsque le montage de la ligne est terminé cette console est immobilisée par des haubans amarrés aux poteaux immédiatement voisins.

A la température moyenne, toutes les consoles sont normales à la voie ; aux températures plus hautes, les consoles intermédiaires se déplacent vers le contrepoids ; aux températures plus basses elles se déplacent en sens opposé, c'est-à-dire vers le point fixe.

Ce mode d'équipement permet le montage de la plus grande partie de la ligne, sans entraver la circulation des trains en période d'exploitation, car les consoles peuvent être ramenées à une position de 90° de leur position normale pour la fixation des isolateurs et le montage des différents fils ou câbles ; lorsque les opérations sont à peu près terminées, on ramène en un seul coup tout l'équipement à sa place.

En des endroits convenablement choisis, la ligne de prise de courant est sectionnée. L'appareil de coupure se compose de 3 sabots ; les deux extrêmes sont respectivement connectés aux extrémités du sectionnement ; celui du milieu qui constitue une section de passage est complètement isolé des deux autres (voir Figure 29).

6<sup>e</sup> SECTION. — Entre la gare de Villefranche et le P.K. 507,652. — L'équipement de cette section est du type caténaire simple étudié et construit par la Maison Vedovelli, Priestley et C<sup>ie</sup>.

**Poteaux** — Ils sont en ciment armé, sauf sur les viaducs en maçonnerie, où leur fixation aux tympans aurait été très difficile et où ils ont été remplacés par des portiques en fer.

Leur forme générale au-dessus du sol est celle d'un tronc de pyramide à base rectangulaire constituée par 4 montants réunis par des traverses horizontales : ils sont ainsi très ajourés et offrent une faible surface à l'action du vent : la partie enfoncée dans le sol a également la forme d'un tronc de pyramide à base rectangulaire mais les faces ne sont pas ajourées (Fig. 30).



Les poteaux de support appartiennent à 4 types suivant qu'ils sont destinés à recevoir en alignement ou en courbe des consoles à tirant ou à jambe de force.

Les plus hauts sont ceux destinés à recevoir des consoles à tirant : ils ont 10 mètres de hauteur au-dessus du sol. Ceux pour alignements (H) ont à l'encastrement une section de 700/450 et au sommet 250/160 avec montants de 120/100 à la base. Ceux pour courbes (I) ont la même section à l'encastrement, mais au sommet 300/200 avec montants de 140/120.

Les poteaux destinés à recevoir des consoles à jambe de force n'ont que 8<sup>m</sup>,750 au-dessus du sol ; ceux pour alignement (J) ont à l'encastrement une section de 700/450 et au sommet 250/160 avec montants de 120/100 à la base. Ceux pour courbes (K) ont la même section à l'encastrement, mais au sommet 300/200 avec montants de 140/120 à la base.

La partie enfoncée dans le sol a 2 mètres de longueur, sauf pour les poteaux I où cette partie a 2<sup>m</sup>,20.

Tous ces poteaux ont été construits par la Maison Thevenot, de Bordeaux.

Les portées sont de 100 mètres avec un poteau intermédiaire au milieu de la portée dans les alignements et les courbes de grand rayon et avec deux poteaux intermédiaires dans les courbes de 300 mètres ; les poteaux intermédiaires servent au rappel de la ligne.

**Consoles.** — Elles sont constituées par des fers  $\Sigma$  accouplés ; elles sont ou droites ou coudées et dans les deux cas maintenues par des haubans (Fig. 31-32).

Fig. 31.

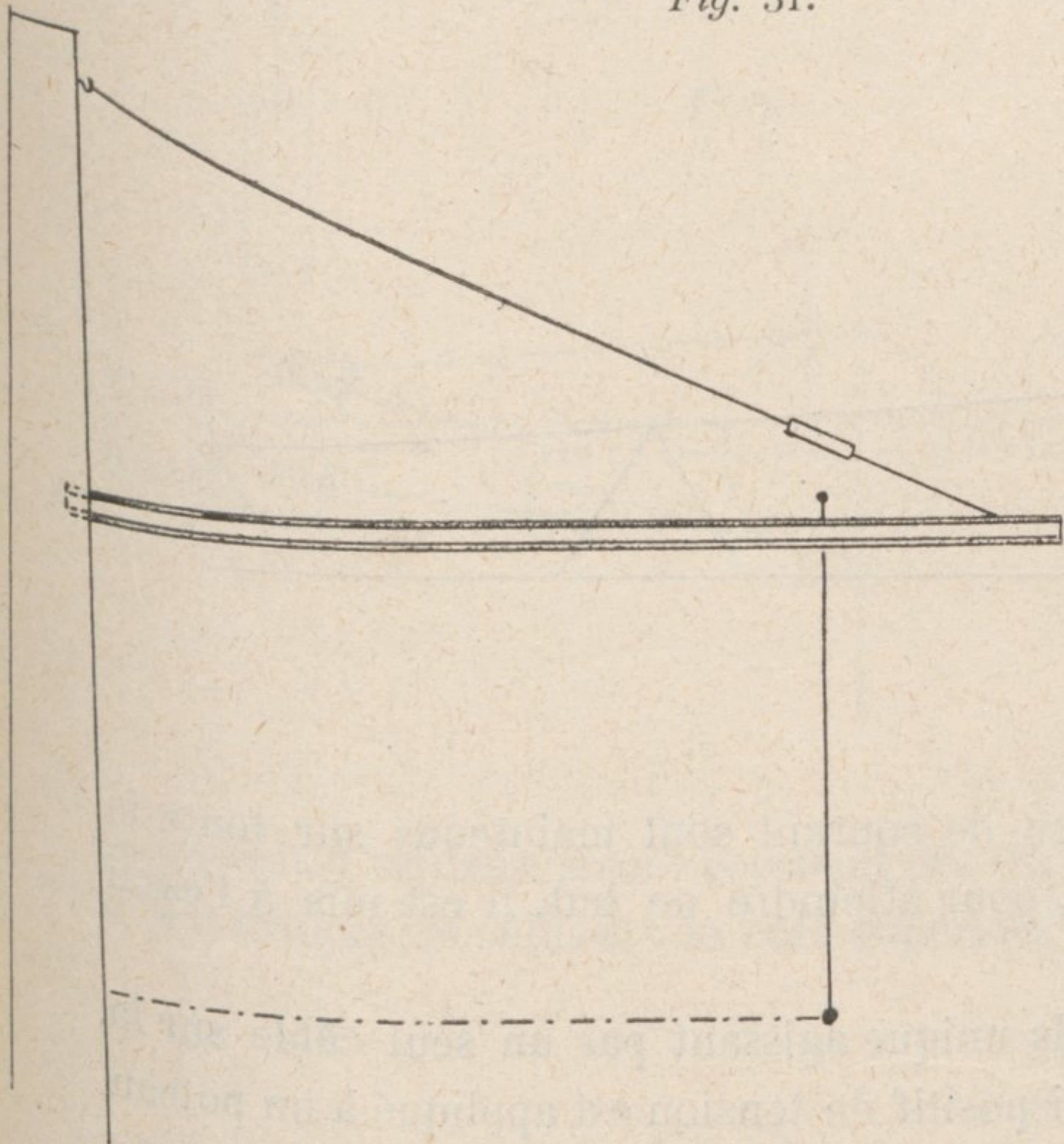
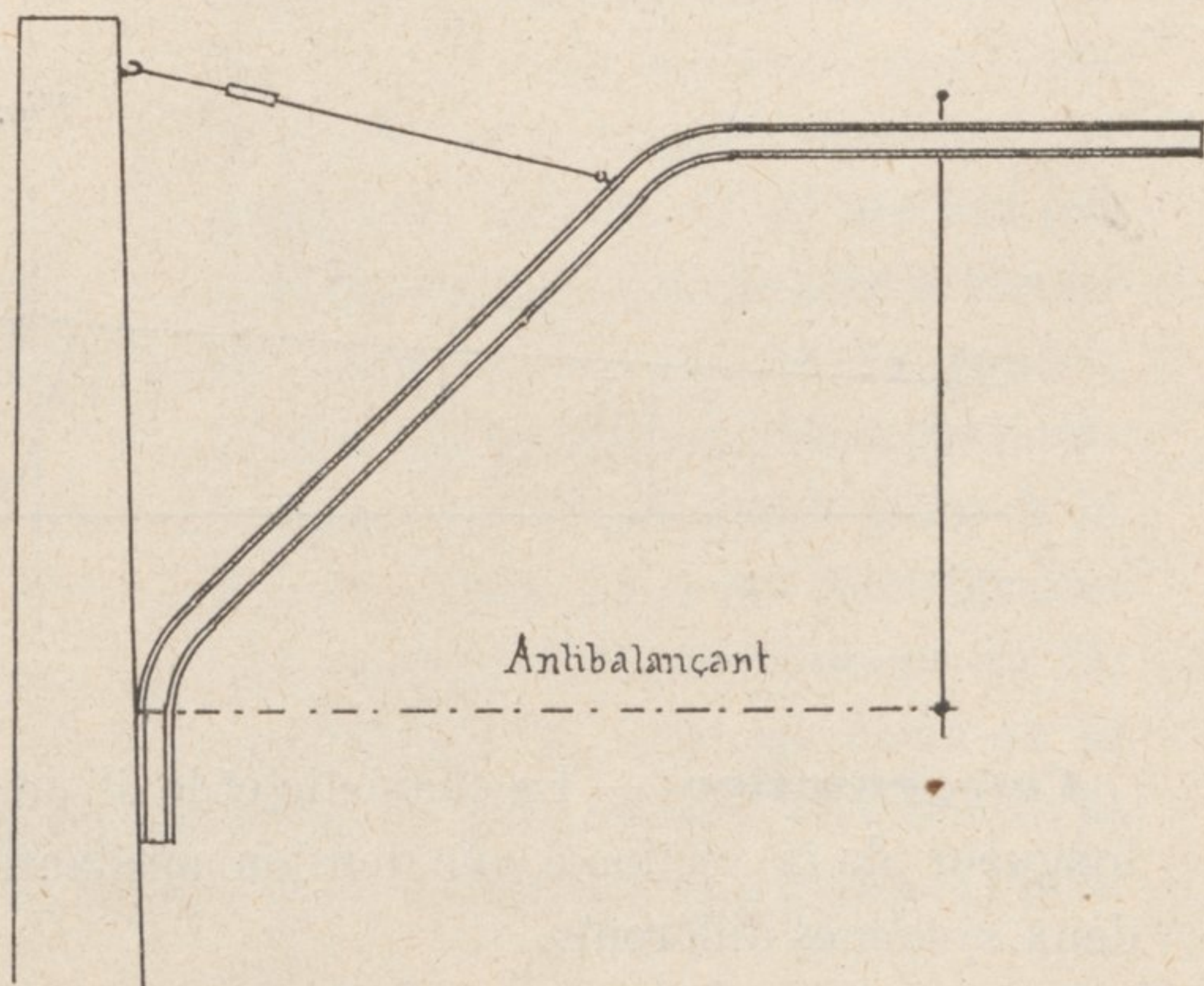


Fig. 32.



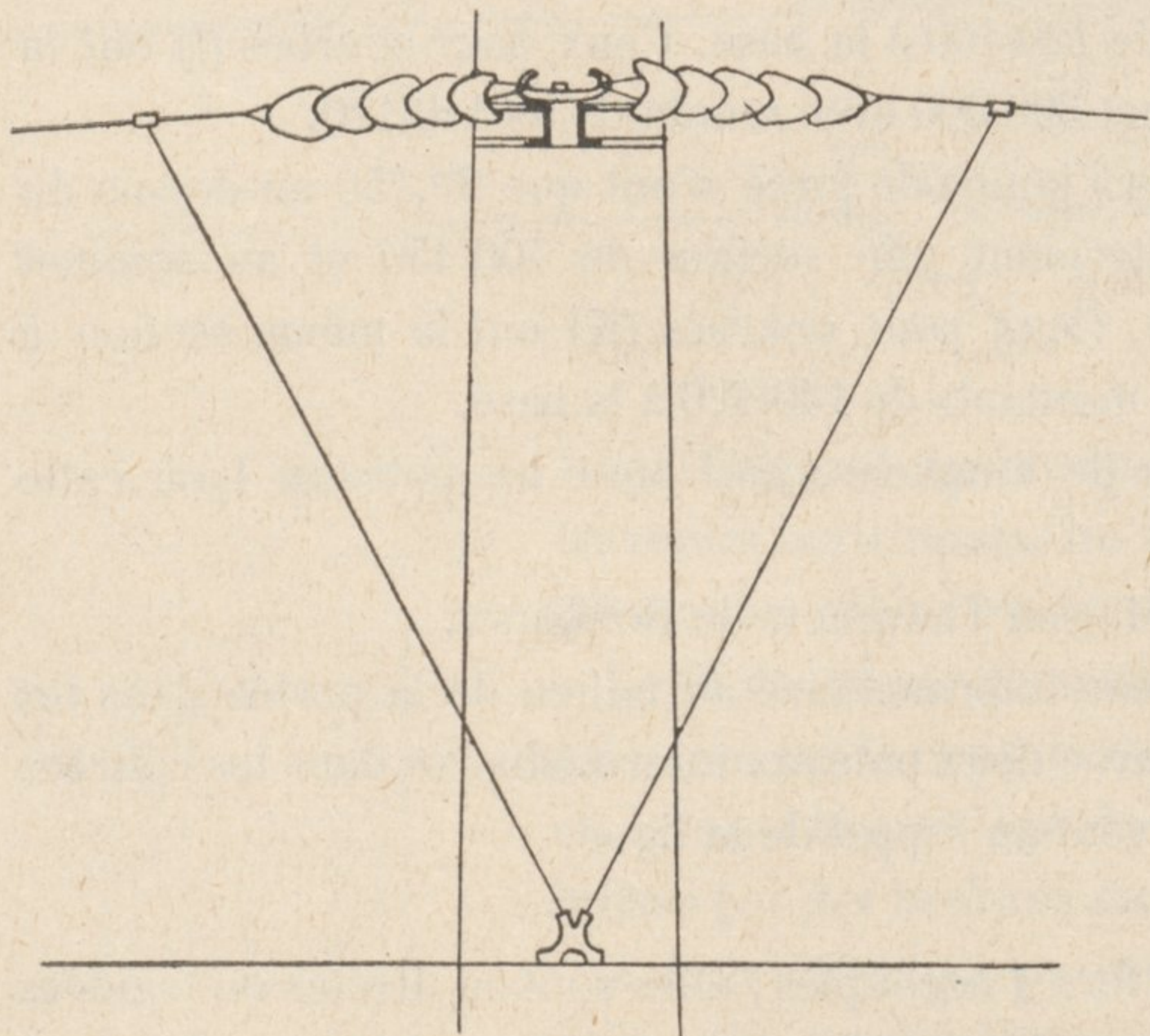
**Ligne.** — Elle est constituée par une chaînette en acier attachée à toutes les consoles et soigneusement isolée d'elles et par le fil de prise de courant suspendu au précédent au moyen de pendules. L'isolement de la chaînette est obtenu par l'interposition de chapelets à maillons de porcelaine entre le point d'attache à la console et la grande portée.

L'attache aux consoles est faite par anneaux sur crochets sauf à celles comportant un dispositif de compensation où la liaison est faite par l'intermédiaire de ce dispositif (Figure 33).



La suspension du fil de prise de courant à la chaînette est faite de deux façons différentes : soit par des pendules rigides verticaux en tige de fer à section + dont les extrémités sont pliées

Fig. 33.



pour former les étriers où s'engagent les deux fils, soit par des pendules en V renversé en acier rond posé à cheval sur la chaînette et dont les extrémités sont munies de pinces pour la fixation du fil de cuivre.

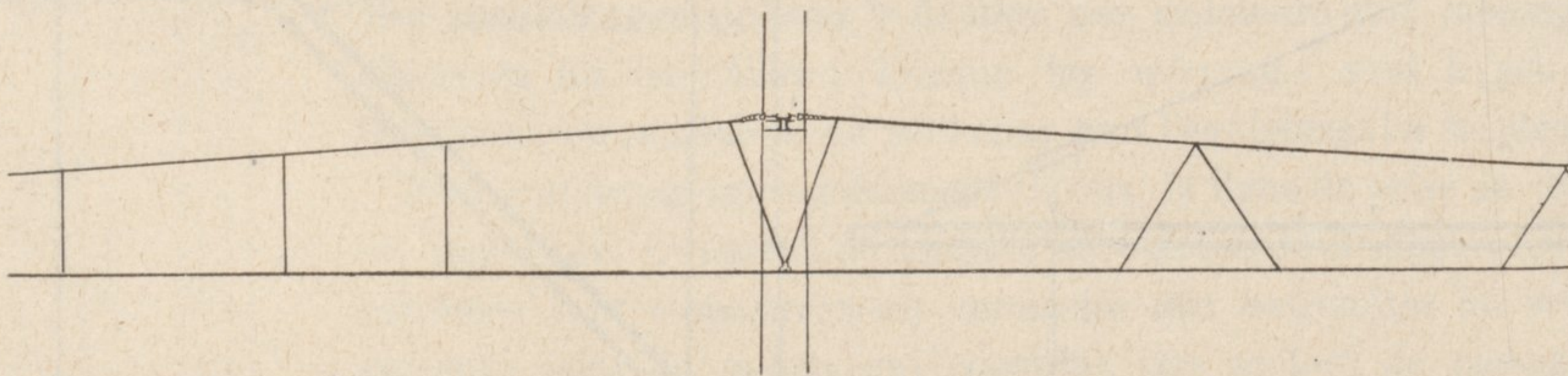
Dans une même portée il n'est fait usage que de l'un ou l'autre type de pendule (Figure 34).

Aux extrémités de chaque portée se trouve un pendule oblique qui s'oppose à l'entraînement du fil de cuivre sous l'action du frotteur de la locomotive.

Enfin, tous les poteaux sont munis d'antibalançants soit rigides formés par des bras de fer à section + électriquement interrompus par l'interposition d'un

isolateur rigide, soit flexibles et alors ce sont des câbles isolés au moyen de chapelets comme la chaînette.

Fig. 34.



**Compensation.** — La chaînette et le fil de prise de courant sont maintenus sur toute la longueur de la section à une tension constante et, pour atteindre ce but, il est mis à l'essai deux systèmes différents.

L'un, où la compensation est obtenue par un poids unique agissant par un seul câble sur la chaînette et sur le fil de cuivre et, dans ce cas, un dispositif de tension est appliqué à un poteau sur deux. L'autre, où la compensation de la chaînette est obtenue comme précédemment par un poids tandis que celle du fil de cuivre se fait par l'action d'un ressort. Le dispositif de tension est alors appliqué soit à un poteau sur deux, soit à un poteau sur quatre.

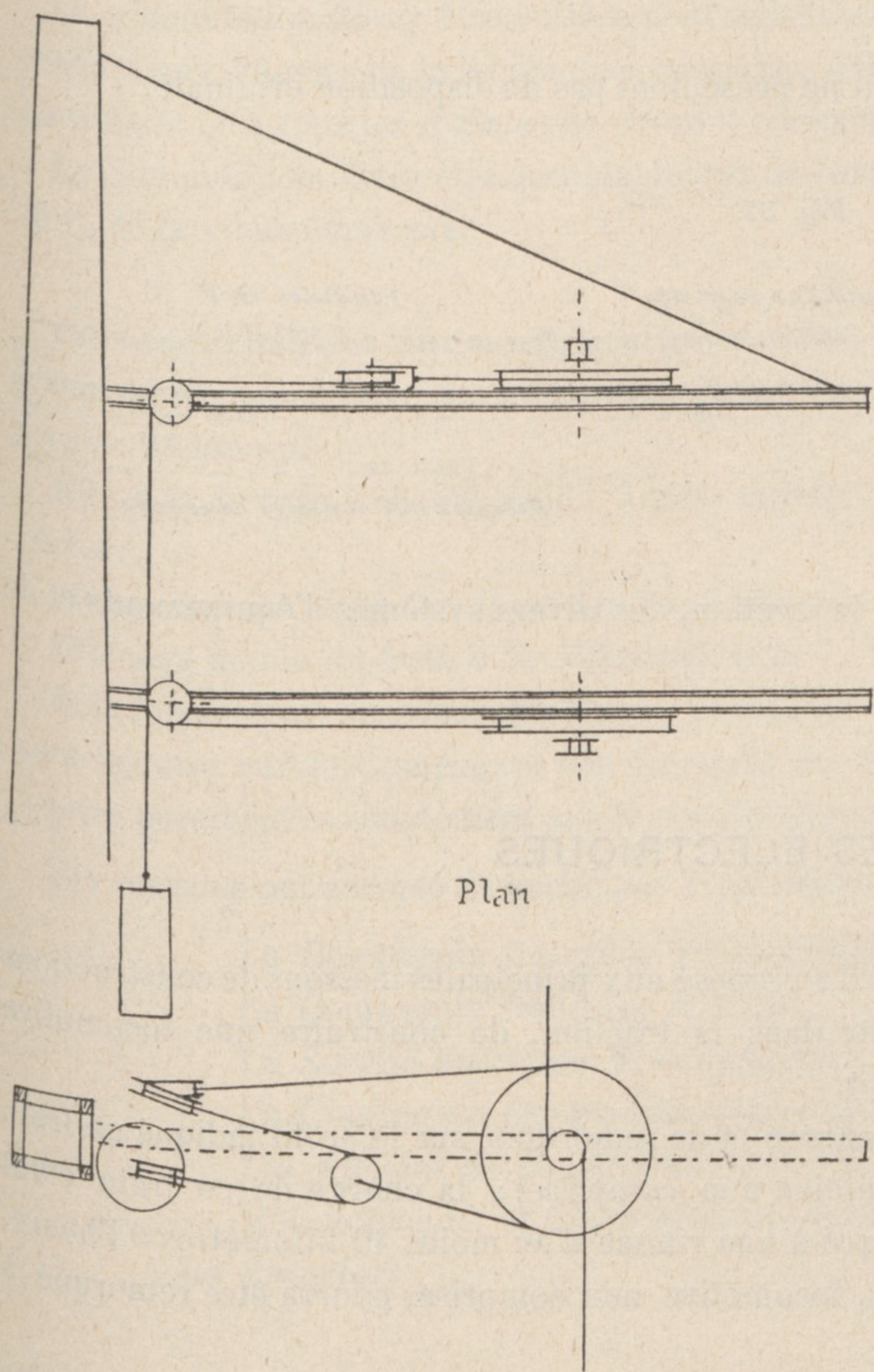
Dans le premier système, la console à dispositif de tension est formée d'un cadre rectangulaire vertical portant sur chaque bras horizontal et vers son extrémité une poulie à deux gorges de diamètres très différents analogue, à celle qui a été décrite pour l'équipement de la 5<sup>e</sup> section, avec cette différence que son axe est vertical. Sur la gorge de petit diamètre viennent s'enrouler en sens inverse l'un de l'autre les bouts des deux câbles à tendre des deux portées adjacentes,



de telle sorte qu'un même sens de rotation de la poulie produit un déplacement simultané des deux câbles, soit vers la console, soit en sens opposé.

Le poids tendeur agit sur les gorges de grand diamètre mais non de la même façon sur les

Fig. 35.

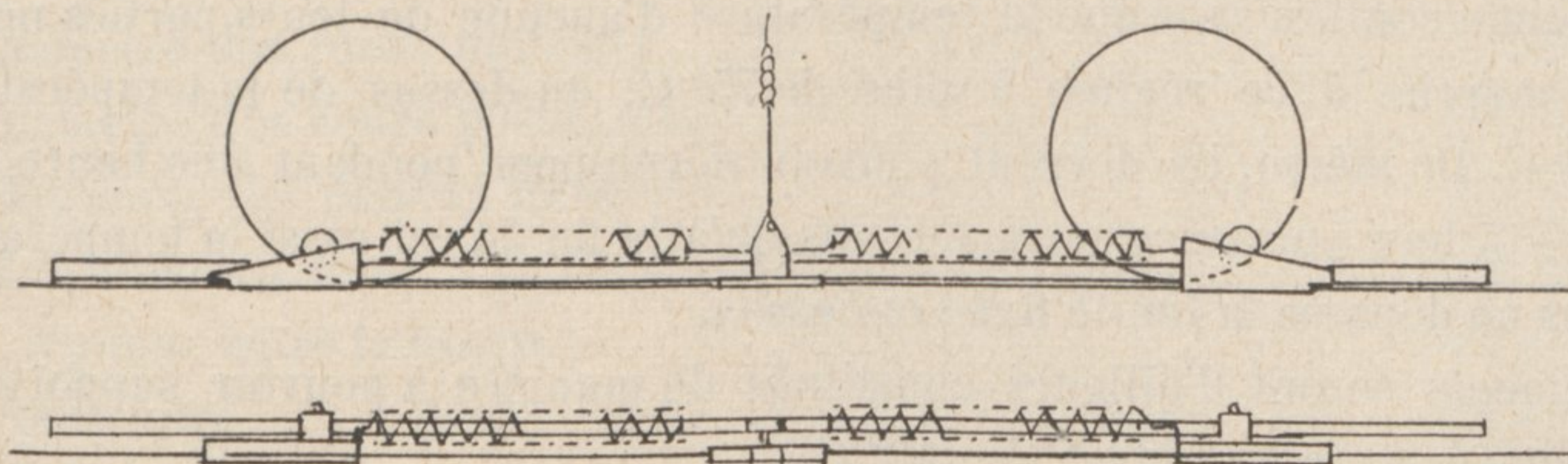


deux : sur la poulie inférieure, il agit par une chaîne qui, après être passée sur des poulies de renvoi, et notamment sur la poulie d'une moufle, vient s'amarrer à la gorge de la poulie. Sur la poulie supérieure qui sert à tendre la chaînette, il agit indirectement par une chaîne attachée à la chappe de la moufle par une de ses extrémités et par l'autre à la gorge de la poulie : l'effort sur celle-ci est donc double de celui exercé sur la première (Fig. 35).

L'attache de la chaînette sur sa poulie se fait simplement par l'intermédiaire d'une chaîne de Galle. Celle du fil de cuivre est un peu plus compliquée par suite de la nécessité qu'il y a d'assurer la continuité du plan de frottement : le dispositif adopté est le suivant : en un point situé à une faible distance de la console et de part et d'autre de celle-ci, le fil est pris par une pince à laquelle s'attache la chaîne de Galle qui se rend à la poulie ; le fil de cuivre n'est d'ailleurs pas interrompu et il passe d'une pince à la suivante après avoir fait deux boucles qui emmagasinent ou donnent du fil, suivant que la ligne se dilate ou se raccourcit. Ces deux pinces reposent par un galet excentré sur un cadre vertical parallèle au fil et peu éloigné de celui-ci : le côté supérieur de ce cadre sert de roulement aux galets et l'infé-

rieur assure la continuité du frottement en suppléant le fil de cuivre relevé par les boucles. Ce cadre est suspendu à la potence par un câble isolé.

Fig. 36.



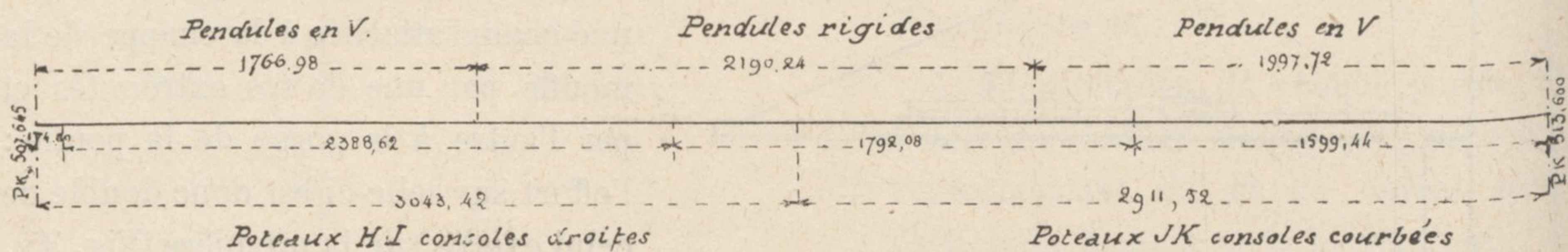
rieur assure la continuité du frottement en suppléant le fil de cuivre relevé par les boucles. Ce cadre est suspendu à la potence par un câble isolé.



Dans le second système, la tension de la chaînette se fait comme dans le premier ; quant à la tension du fil de cuivre, on l'obtient avec un appareil à pinces analogue à celui qui vient d'être décrit mais la traction des pinces s'y fait non plus avec un poids, mais avec un ressort à boudin qui les réunit toutes deux (Fig. 36). Dans le tronçon, où le dispositif de tension n'est appliqué qu'à un poteau sur quatre, la seule modification consiste dans le renforcement des pinces et autres organes de l'appareil.

Il existe deux postes de sectionnement qui ne présentent pas de disposition originale.

Fig. 37.



La Figure 37 montre la répartition sur la section, des divers systèmes d'équipements et de poteaux.

## LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES

La Compagnie des Chemins de fer du Midi a proposé aux principales maisons de constructions électriques, qui se sont fait une spécialité dans la traction, de construire une locomotive électrique répondant au programme suivant.

La locomotive devra être capable de démarrer et de remorquer sur le profil indiqué un train atteignant le poids de 400 tonnes (locomotive non comprise) ; la charge de ce train étant ramenée à 280 tonnes, il devra être remorqué à une vitesse d'au moins 40 kilomètres à l'heure. Sur le même profil, un train de 100 tonnes, locomotive non comprise, pourra être remorqué à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure.

En descendant de Villefranche à Ille, les moteurs devront pouvoir fonctionner comme freins en renvoyant du courant sur la ligne, la vitesse de descente devant pouvoir être réglée à volonté depuis la vitesse fixée pour l'ascension de cette rampe jusqu'à la moitié de cette vitesse ; on déterminera le coefficient de récupération.

Les moteurs électriques devront pouvoir, sous leur voltage normal, développer les puissances prévues en régime continu sans que la température d'aucune de leurs parties ne s'élève après six heures de marche à ce régime à plus de 75° C. au-dessus de la température ambiante supposée à 25° C. De même, ils devront pouvoir développer pendant une heure une puissance dépassant de 25 % leur puissance normale sans qu'à la fin de cet essai la température d'aucune de leurs parties ne dépasse la limite fixée ci-dessus.

Les enroulements seront d'ailleurs constitués de manière à pouvoir supporter sans inconvénients une température prolongée de 100° C.

Les moteurs étant calés devront pouvoir supporter pendant 60 secondes le courant correspondant à l'effort de traction maximum qui est fixé à 12.500 kgr. au démarrage ; à 8.000 kgr.



à la vitesse de 45 kilomètres et à 4.200 kgr. à la vitesse de 60 kilomètres, sans inconvénients ni échauffements dangereux d'aucune partie de leurs enroulements, ni des collecteurs.

Ils devront de même pouvoir, sans danger pour le collecteur, supporter pendant 15' le courant correspondant à leur couple de pleine charge à une vitesse réduite à 10 % de la vitesse de pleine charge au plein voltage.

La commutation devra être entièrement satisfaisante à toutes les vitesses de rotation correspondant aux vitesses de la locomotive comprises entre 45 % de la vitesse maxima et cette vitesse maxima et ce à tous les régimes de courant compatibles avec ces vitesses.

La commutation devra être acceptable aux démarrages et aux vitesses réduites au-dessous de 45 % de la vitesse maxima.

**Caractéristiques mécaniques générales.** — Le poids total de la locomotive sera voisin de 80 tonnes avec une charge par essieu ne dépassant pas 18 tonnes. Le poids adhérent sera de 54 tonnes.

Elle sera du type à châssis rigide, à trois essieux moteurs avec, à chaque extrémité, un essieu porteur.

L'empattement rigide ne dépassera pas 4 mètres.

Elle sera munie du frein à air Westinghouse.

Si la locomotive, au cours des essais, répond aux conditions fixées dans ce programme, elle sera acquise par la Compagnie des Chemins de fer du Midi; dans le cas contraire, elle sera reprise purement et simplement par le constructeur.

Six maisons ont accepté de participer à ces essais. Ce sont :

- La Compagnie française Thomson-Houston;
- La Compagnie française A. E. G. ;
- La Société anonyme Westinghouse;
- La Compagnie électro-mécanique au Bourget;
- Les Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est;
- MM. Schneider et C<sup>ie</sup>, avec équipement électrique fourni par la Société Lahmeyer, de Francfort.

#### LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE

de la Compagnie française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston  
N° E 3001.

#### Caractéristiques mécaniques :

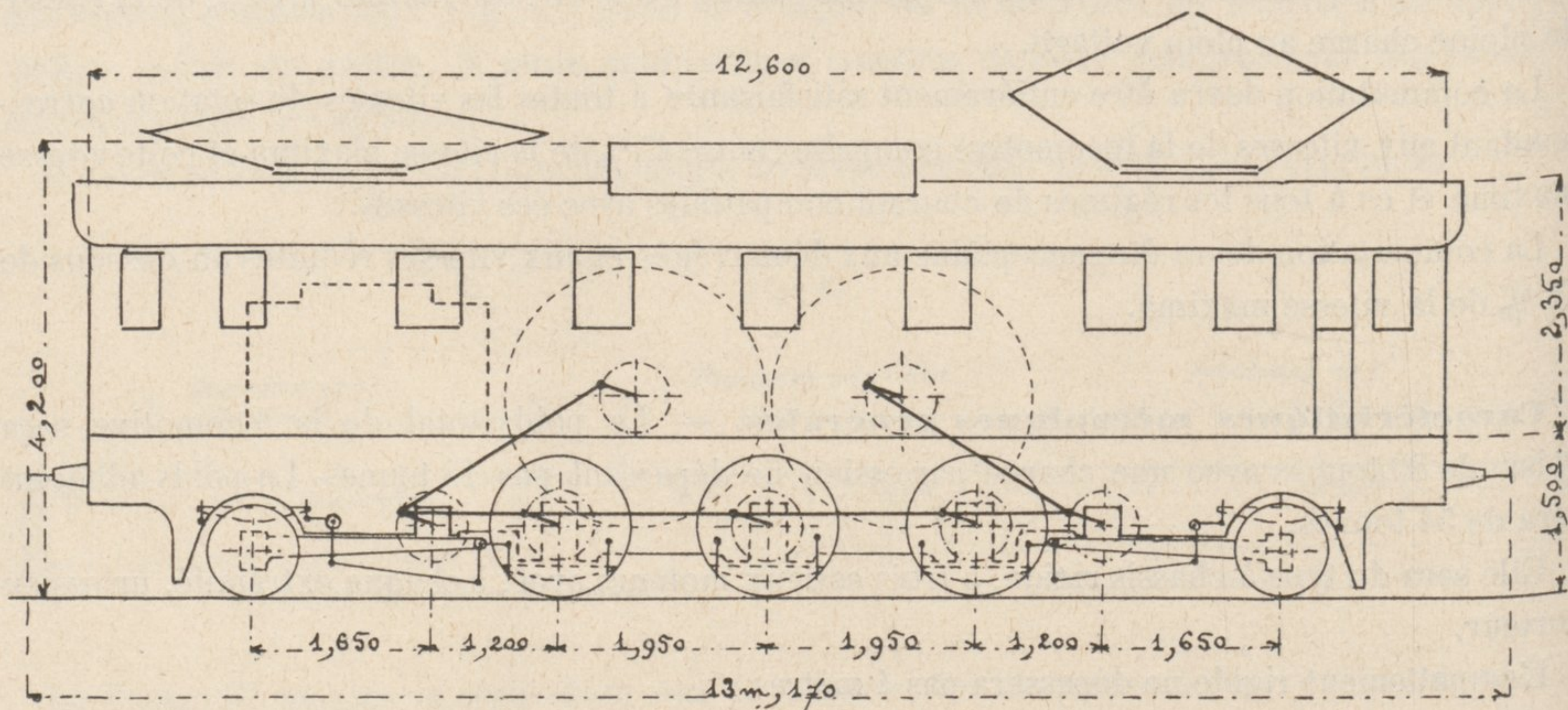
Diamètre des roues motrices .....	1 <sup>m</sup> ,310
Diamètre des roues porteuses .....	0 <sup>m</sup> ,850
Entre-axe des essieux moteurs .....	2 × 1 <sup>m</sup> ,950
Empattement total .....	7 <sup>m</sup> ,60
Longueur entre tampons .....	13 <sup>m</sup> ,740
Poids total .....	88 tonnes.

Les moteurs sont au nombre de 2; chacun d'eux attaque, au moyen de bielles et de manivelles calées à 90°, un arbre de renvoi situé entre les essieux moteurs et les essieux porteurs extrêmes.



Chacun des arbres de renvoi est relié aux roues motrices et à l'autre arbre par une série de bielles.

Fig. 38. — LOCOMOTIVE DE LA SOCIÉTÉ THOMSON-HOUSTON.



**Caractéristiques électriques.** — Le courant à 12.000 volts est pris à la ligne de contact à l'aide de deux pantographes, dont un seul en service. Ces pantographes sont constamment levés à l'aide de ressorts et peuvent être abaissés à l'aide de l'air comprimé.

Les deux moteurs de traction sont montés en série sur l'enroulement secondaire des transformateurs qui sont munis d'une série de bornes donnant une échelle de tensions s'étendant entre 80 et 370 volts. Les moteurs sont susceptibles de développer chacun une puissance de 600 chevaux d'une façon continue et 750 chevaux pendant une heure. Ils fonctionnent tantôt comme moteurs à répulsion, tantôt comme moteurs série-répulsion.

Le passage du montage en répulsion à série-répulsion se fait automatiquement sur la machine par la variation de vitesse. La connexion-répulsion est employée pour les faibles vitesses et la connexion série-répulsion employée après les démarrages.

Les différents régimes de marche sont obtenus en faisant varier la tension aux bornes des moteurs, en employant les différentes bornes du secondaire du transformateur principal.

Les différentes combinaisons de connexion sont réalisées au moyen de contacteurs électromagnétiques, qui permettraient, le cas échéant, d'assurer le fonctionnement de la machine en parallèle avec une autre machine identique.

**Récupération** — Les moteurs de traction peuvent fonctionner comme génératrices à excitation série et débiter du courant sur la ligne. Le réglage du décalage du courant se fait par l'insertion en série de bobines de self, de transformateurs et de résistances.

**LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE**  
de la Société française A.E.G. N E 3101.

**Caractéristiques mécaniques :**

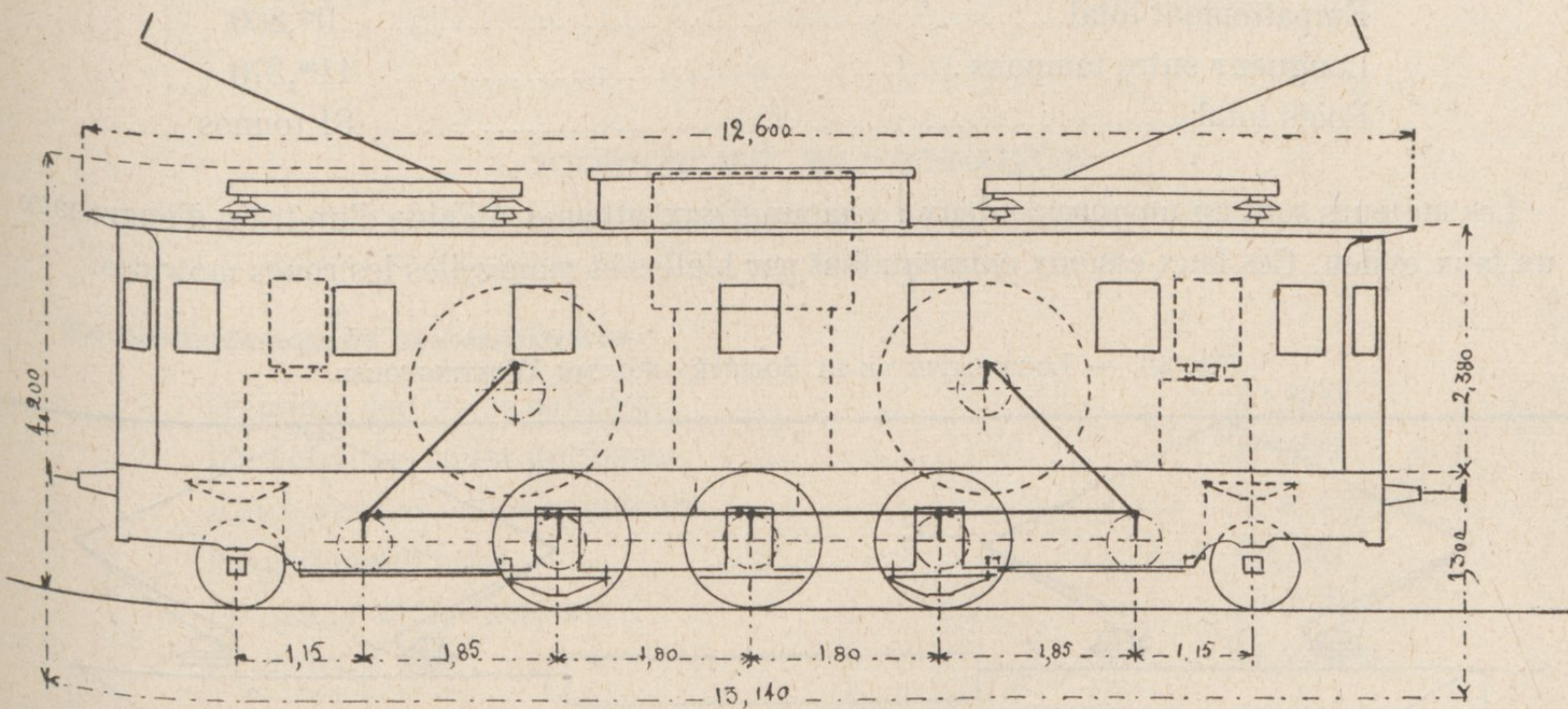
Diamètre des roues motrices.....	1 <sup>m</sup> ,310
Diamètre des roues porteuses.....	0 <sup>m</sup> ,850



Entre-axe des essieux moteurs.....	$2 \times 1^m,800$
Empattement total.....	$9^m,600$
Longueur entre tampons . . . . .	$13^m,140$
Poids total.....	86 tonnes.

Les moteurs sont au nombre de deux et attaquent par bielles et manivelles les roues motrices.

Fig. 39. — LOCOMOTIVE DE L'ALLGEMEINE ELEKTRICITATS GESSELCHAFT.



**Caractéristiques électriques.** — Le courant à 12.000 volts est pris au trolley à l'aide de deux archets et envoyé dans le primaire d'un transformateur principal, dont le secondaire comprend deux enroulements un, pour chaque moteur.

Une série de touches seront prévues sur ces enroulements de façon à disposer d'une gamme de tensions variant de 450 à 900 volts.

Les moteurs sont du type à collecteur Winter-Eichberg.

Le stator porte en outre de l'enroulement inducteur un enroulement de commutation à  $90^\circ$  du premier que l'on utilise aux grandes vitesses de la locomotive.

Sur le collecteur se trouvent deux lignes de balais, une première ligne de balais court-circuités est disposée dans l'axe du champ inducteur ; une deuxième ligne à  $90^\circ$  de la première, envoie dans le rotor un courant provenant d'un transformateur auxiliaire dont le primaire est en série avec une partie de l'enroulement basse tension du transformateur principal ; dans le circuit de ce courant sont intercalés les enroulements de commutation.

Les différents régimes de marche s'obtiennent en faisant varier à l'aide de contacteurs la tension aux bornes des moteurs en prenant le courant aux différentes bornes du transformateur.

**Récupération.** — Un dispositif spécial est employé pour permettre aux moteurs de récupérer dans les descentes.



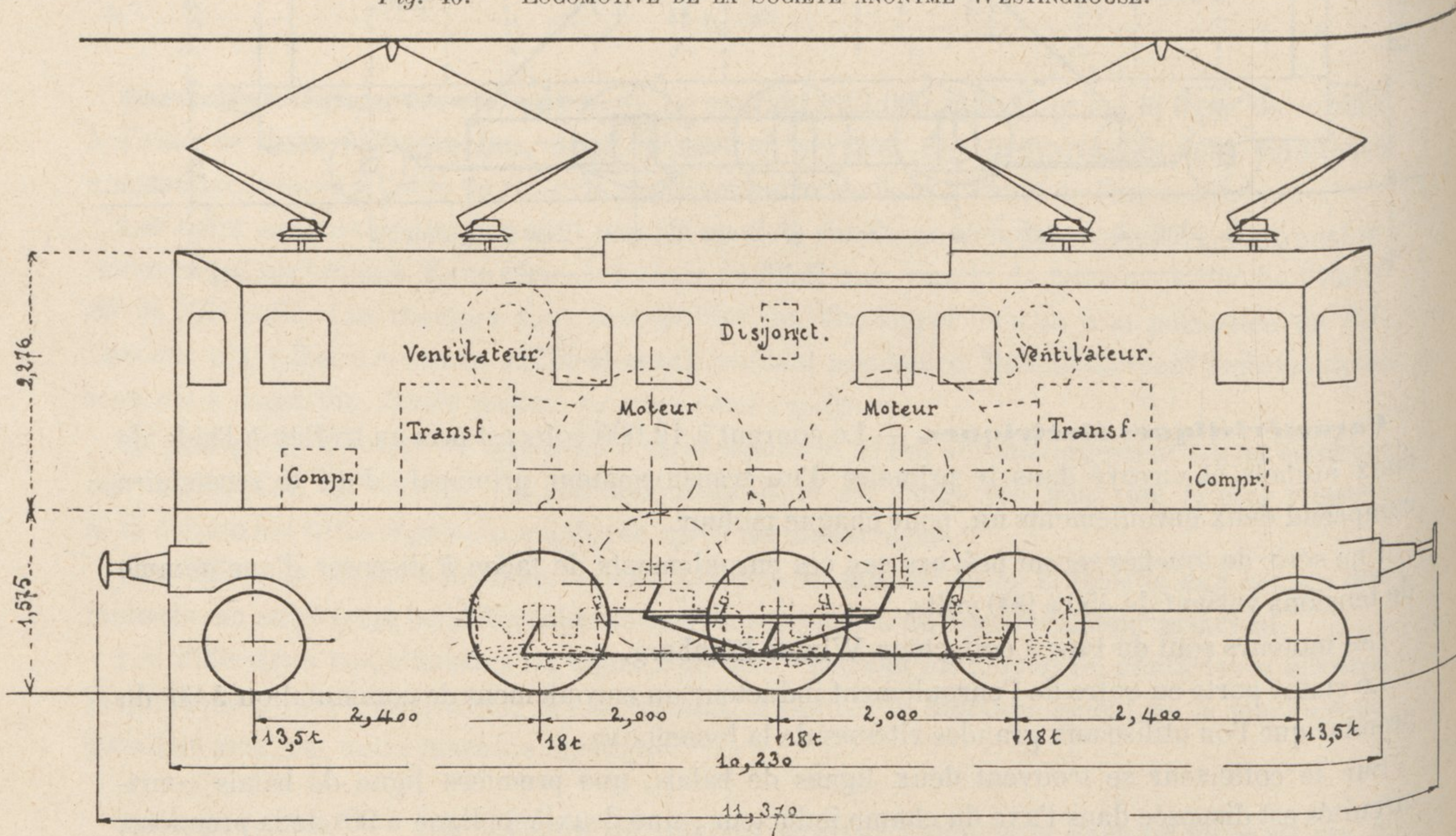
**LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE**  
de la Société Anonyme Westinghouse, N° E 3201

**Caractéristiques mécaniques :**

Diamètre des roues motrices.....	1 <sup>m</sup> ,200
Diamètre des roues porteuses.....	0 <sup>m</sup> ,850
Entre-axe des essieux moteurs.....	2 × 2 <sup>m</sup> ,000
Empattement total.....	0 <sup>m</sup> ,800
Longueur entre tampons.....	11 <sup>m</sup> ,370
Poids total.....	81 tonnes

Les moteurs sont au nombre de deux ; chacun d'eux attaque à l'aide d'un train d'engrenage un faux essieu. Ces faux essieux commandent par bielles et manivelles les roues motrices.

Fig. 40. — LOCOMOTIVE DE LA SOCIÉTÉ ANONYME WESTINGHOUSE.



**Caractéristiques électriques.** — Le courant à 12.000 volts est pris à la ligne de contact à l'aide d'un pantographe à commande pneumatique.

Ce courant traverse les primaires de deux transformateurs statiques abaisseurs de tension montés en parallèle.

Sur l'enroulement secondaire, sont disposées différentes prises de courant permettant de faire varier la tension aux bornes du moteur de 200 volts à 465 volts.

Le multiple contrôle servant à réaliser ces connexions est du système électro-pneumatique Westinghouse, les contacteurs sont fermés par l'air comprimé et ouverts par des ressorts.



Les moteurs montés en parallèle sont du type série compensé, avec connexions résistantes pour assurer la commutation.

Chaque moteur est susceptible de développer, d'une façon continue sur son arbre, une puissance de 600 chevaux avec une élévation de température de 75° C.

**Récupération** — Pendant la marche en récupération, un des moteurs est excité séparément à l'aide du courant de la ligne. Le courant qu'il débite sert à exciter le deuxième moteur connecté directement au réseau.

L'énergie débitée par ce moteur est seule récupérée.

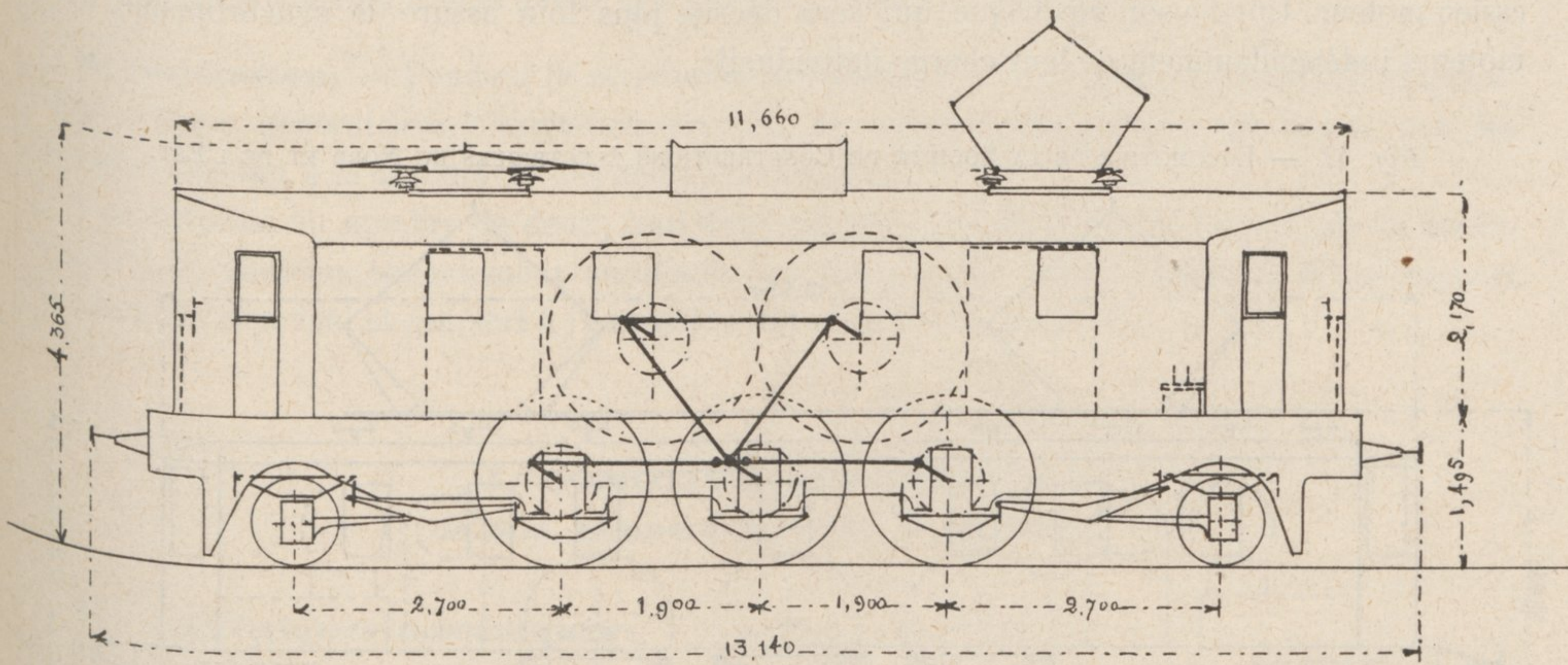
**LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE**  
de la Compagnie Electro-Mécanique N° E 3301.

**Caractéristiques mécaniques :**

Diamètre des roues motrices .....	1 <sup>m</sup> ,600
Diamètre des roues porteuses .....	0 <sup>m</sup> ,850
Entre-axe des essieux-moteurs.....	2 × 1 <sup>m</sup> ,900
Empattement total.....	9 <sup>m</sup> ,200
Longueur entre tampons .....	13 <sup>m</sup> ,140
Poids total .....	84 tonnes.

Les moteurs sont au nombre de deux ; ils attaquent par bielles et manivelles les roues motrices.

Fig. 41. — LOCOMOTIVE DE LA COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE.



**Caractéristiques électriques.** — La prise de courant se fait à l'aide d'un pantographe à commande pneumatique.

La tension de 12.000 volts du courant pris au fil de travail est abaissée à 1250 volts, tension



constante d'alimentation des moteurs, à l'aide de deux transformateurs statiques montés en parallèle.

Ces moteurs sont des moteurs Deri à balais mobiles.

Chaque stator de moteur n'est muni que d'un enroulement à 10 pôles, dont l'une des extrémités est mise à la masse.

Le rotor est bobiné pour une tension de 250 volts au démarrage et de 10 volts en marche normale. Chaque moteur possède 10 jeux de balais fixes et 10 jeux de balais mobiles court-circuités entre eux. Les balais mobiles, situés à côté des balais fixes dans la position neutre, sont déplacés au moyen d'un segment denté, commandé mécaniquement de la cabine de conduite.

Le démarrage, le réglage de la vitesse de marche, le renversement du sens de marche sont obtenus uniquement par le déplacement des balais sur le collecteur.

**Récupération.** — La récupération est obtenue par une manœuvre convenable des balais.

#### LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE.

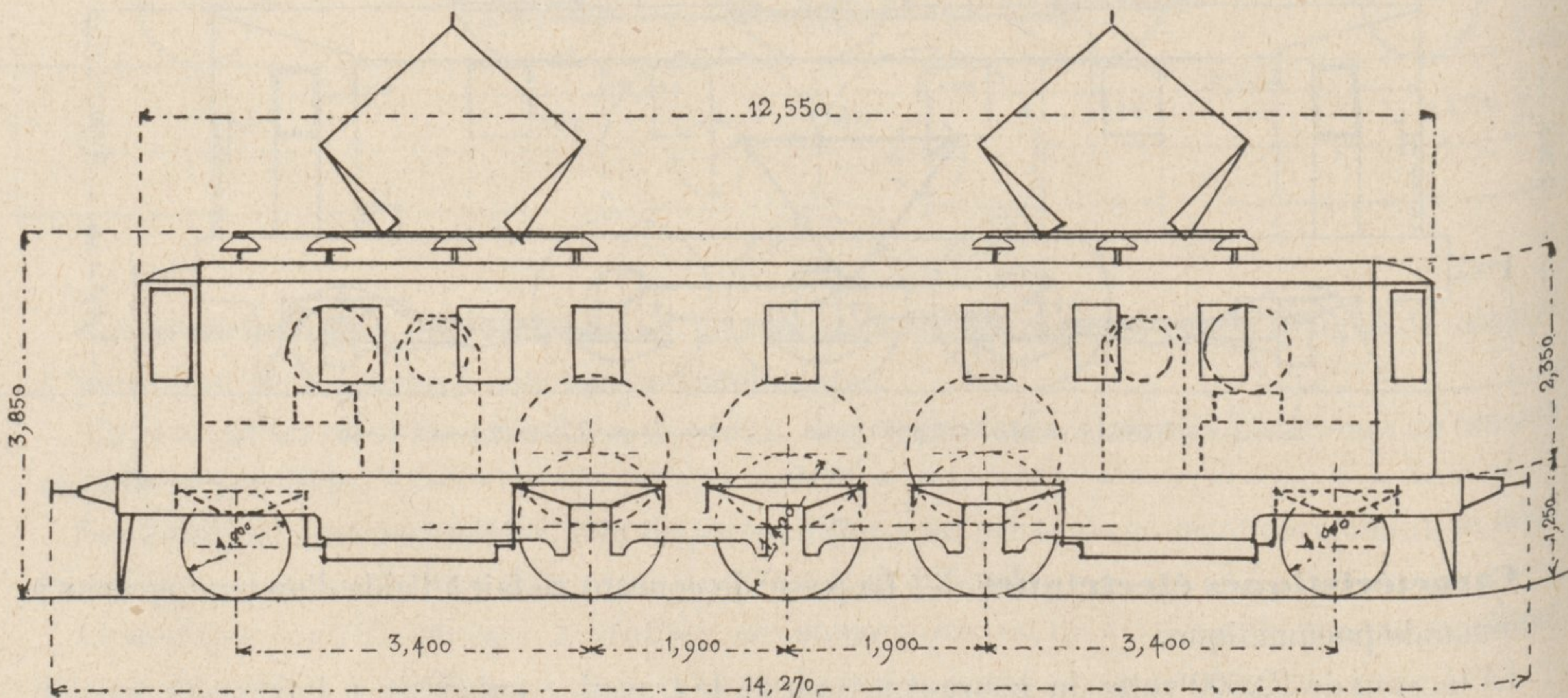
des Ateliers de Constructions Electriques du Nord et de l'Est, N° E 3401

##### Caractéristiques mécaniques :

Diamètre des roues motrices.....	1 <sup>m</sup> ,400
Diamètre des roues porteuses.....	1 <sup>m</sup> ,000
Entre-axe des essieux-moteurs.....	2 × 1 <sup>m</sup> ,900
Empattement total.....	10 <sup>m</sup> ,600
Longueur entre tampons.....	14 <sup>m</sup> ,270
Poids total.....	80 tonnes

Les moteurs sont au nombre de 3; chacun d'eux attaque à l'aide d'un train d'engrenage un essieu moteur. Une liaison électrique qui sera décrite plus loin assure le synchronisme des moteurs indépendamment de leur charge individuelle.

Fig. 42. — LOCOMOTIVE DE LA SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST.





**Caractéristiques électriques.** — Le courant à 12.000 volts est pris à la ligne de contact à l'aide d'un pantographe maintenu constamment levé par des ressorts et qui peut être abaissé à l'aide de l'air comprimé.

Ce courant traverse les primaires montés en parallèle de deux transformateurs statiques, munis de régulateurs d'induction.

La manœuvre de ces régulateurs permet de faire varier la tension aux bornes secondaires des transformateurs de 200 volts (tension de démarrage des moteurs) à 760 volts. Les secondaires des transformateurs sont montés en série.

Le courant, au sortir des transformateurs, se rend dans les moteurs de traction qui sont montés tous trois en série.

Ces moteurs sont des moteurs série compensés. Ils sont susceptibles de développer chacun une puissance continue de 400 chevaux sur leur arbre. Leurs stators comprennent en outre des enroulements d'excitation, des enroulements de compensation décalés de  $\frac{\Pi}{2}$  dans l'espace par rapport aux premiers.

Le courant traverse d'abord les 3 enroulements d'excitation et les enroulements de compensation, ensuite les 3 induits.

Tant que la locomotive n'a pas une vitesse supérieure à 25 km. à l'heure, un appareil à force centrifuge court-circuite automatiquement les balais d'induit. Les moteurs démarrent donc comme des moteurs à répulsion simple, puis fonctionnent comme moteurs série compensés.

Les différents régimes de marche sont obtenus en faisant varier la tension aux bornes des moteurs à l'aide de la manœuvre des régulateurs d'induction placés sur les transformateurs.

En outre des enroulements de compensation et placés dans les mêmes encoches, les moteurs comportent des enroulements de commutation montés en parallèle avec les enroulements compensateurs.

Au démarrage, les enroulements de commutation des différents moteurs sont montés en parallèle entre eux et assurent la liaison électrique dont il a été parlé plus haut, qui maintient les moteurs à la même vitesse quelle que soit leur charge individuelle.

**Récupération.** — Pendant la marche en récupération, les moteurs de traction fonctionnent comme génératrices à excitation séparée. Le courant d'excitation est fourni par les moteurs servant à la manœuvre des compresseurs d'air.

Ces moteurs, au nombre de deux, sont des moteurs à répulsion shunt. Dans l'axe du court-circuit est placé un enroulement auxiliaire qui fournit du courant décalé de  $\Pi$  par rapport au courant principal et qui sert à l'excitation des moteurs de traction.

### LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE

de MM. Schneider et Cie, N E 3501.

#### Caractéristiques mécaniques :

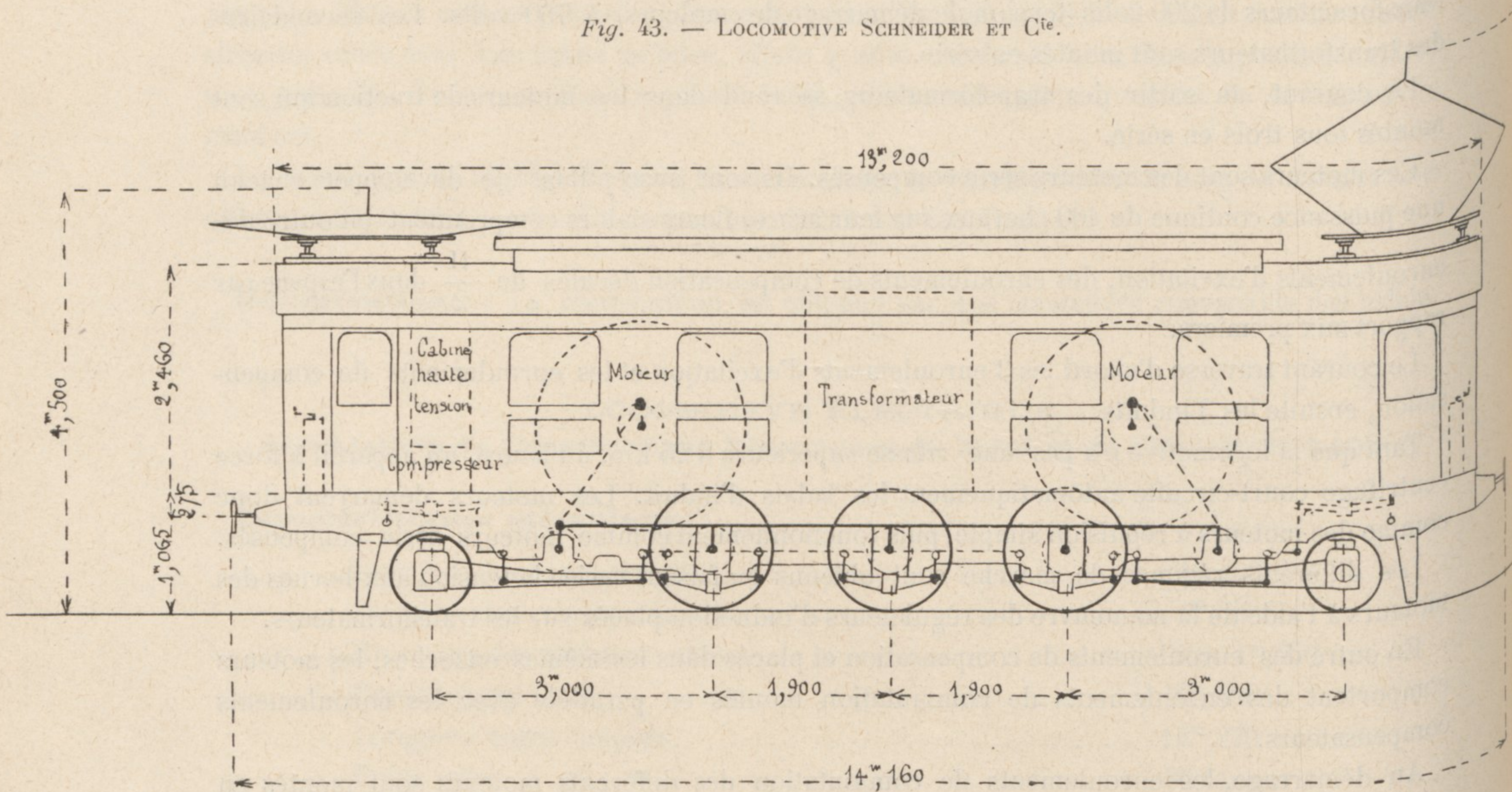
Diamètre des roues motrices.....	1 <sup>m</sup> ,330
Diamètre des roues porteuses.....	0 <sup>m</sup> ,850
Entre-axe des essieux porteurs.....	2 × 1 <sup>m</sup> ,900
Empattement total.....	9 <sup>m</sup> ,800



Longueur entre tampons.....	14 <sup>m</sup> , 160
Poids total.....	82 tonnes

Les moteurs sont au nombre de deux. Chacun d'eux attaque à l'aide de bielles un faux essieu. Les deux faux essieux et les 3 roues motrices sont reliés par bielles et manivelles.

Fig. 43. — LOCOMOTIVE SCHNEIDER ET C<sup>te</sup>.



**Caractéristiques électriques.** — Le courant à 12.000 volts est pris à la ligne de contact à l'aide de deux pantographes, et envoyé dans le primaire d'un transformateur dont le secondaire est muni d'une série de prises de courant permettant de faire varier la tension aux bornes des moteurs de 150 à 500 volts.

Les moteurs de traction sont des moteurs série compensés.

La commutation est assurée par un champ décalé de  $\frac{\Pi}{2}$  par rapport au champ inducteur.

On se sert à cet effet d'un transformateur auxiliaire et d'une résistance non inductive.

Le réglage des moteurs se fait par variation de la tension aux bornes.

**Récupération.** — Dans la marche en récupération, l'un des moteurs, excité par le courant du réseau, fournit le courant d'excitation du second moteur qui seul renvoie du courant sur la ligne.

Selon toutes les probabilités, les essais commenceront au printemps de 1911.