

LES TRANSMISSIONS A DOUBLE FIL
POUR LA
MANŒUVRE DES AIGUILLAGES ET DES SIGNAUX
DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE,

Par J. VERDEYEN,
INGÉNIEUR,
ADJOINT AU DIRECTEUR DU SERVICE DES APPAREILS DE SÉCURITÉ DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE.

Fig. 1 à 23, p. 171 à 178.

Généralités. — Jusqu'en 1903, l'administration des chemins de fer de l'État belge utilisait, pour la manœuvre de ses signaux, des transmissions à simple fil en fils de fer de 3 millimètres de diamètre.

A cette époque, l'attention de l'administration fut attirée sur le fait qu'un grand nombre d'irrégularités dans le service des trains provenaient de ce que les signaux se remettaient à l'arrêt intempestivement par suite de bris de ces transmissions.

On reconnut aussi qu'il fallait, pour assurer la sécurité, empêcher les signaleurs et particulièrement les gardes-blocs de mettre frauduleusement au passage des signaux enclenchés en tirant sur le fil unique de manœuvre.

On prit donc la résolution de remplacer graduellement la manœuvre à simple fil des signaux par la manœuvre à double fil.

En même temps, à la suite d'une enquête faite auprès de tous les chefs de

service de la voie, l'administration décida de substituer peu à peu au fil de fer du fil d'acier fondu galvanisé à très grande résistance.

Ce fil d'acier présentait sur le fil de fer des avantages importants au point de vue du fonctionnement des signaux. A résistance égale à la rupture, il est beaucoup plus léger et plus flexible que le fil de fer. En outre, l'allongement élastique, qui constituait une sérieuse cause de difficulté et de danger dans les transmissions en fil de fer, est presque radicalement supprimé grâce à l'emploi de l'acier fondu. Enfin les bris de fils, si fréquents avec le fer, ont pu être réduits dans une très grande proportion.

Un seul inconvénient s'est présenté pour la mise en service du nouveau métal : les ligatures demandaient à être faites avec grand soin pour éviter de blesser le fil lors de la confection des torsades qui étaient à cette époque exclusivement utili-

sées. Malgré les recommandations faites au personnel et la délivrance d'un outillage spécial approprié, de nombreux bris se produisaient encore aux joints, qui constituaient le point faible de nos transmissions en fils de 3 millimètres utilisés à cette époque. Les torsades s'appliquaient mal au fil de 4 millimètres et étaient impossibles à réaliser avec le fil de 5 millimètres; on en était réduit avec ces gros-seurs de fils à faire usage du joint soudé allemand coûtant cher et d'une confection difficile et minutieuse. Ces inconvénients ont, aujourd'hui, complètement disparu par l'emploi du nouveau système de raccord Ponsart que nous décrivons ci-après.

Grâce aux perfectionnements introduits dans nos transmissions funiculaires, l'emploi de celles-ci, avec fil d'acier de 5 millimètres, fut étendu dans certains cas à la manœuvre des aiguillages qui n'avaient jamais été actionnés en Belgique qu'au moyen de tringles creuses.

Nous nous proposons dans cette note de décrire sommairement les principaux organes des transmissions funiculaires actuellement en usage.

Fils en acier. — L'État belge utilise des transmissions funiculaires en fils d'acier de 5 millimètres de diamètre pour la manœuvre des aiguillages et en fils d'acier de 4 ou de 3 millimètres de diamètre pour la manœuvre des signaux, selon leur distance du poste.

Ces fils en acier sont fortement galvanisés et doivent répondre aux conditions de réception suivantes, imposées par les cahiers des charges :

1. L'acier devra prendre une trempe ferme après chaude au rouge cerise.
2. La résistance par millimètre carré de

section sera de 125 à 130 kilogrammes à la rupture avec un allongement maximum de 4 à 5 p. c.

3. Le nombre de rabattements successifs, à droite et à gauche, que les fils d'acier devront pouvoir subir sans se rompre, sur les mâchoires d'un étau munies de lèvres à congé de 10 millimètres de rayon, sera de douze à quatorze rabattements pour les fils de 3 millimètres et de huit rabattements pour les fils de 4 et 5 millimètres. Le fil devra aussi se prêter aux pliages, aux torsades et aux enroulements nécessaires pour les ligatures; notamment, il devra pouvoir être contourné sur un cylindre d'un diamètre égal à sa jauge, donc sur lui-même, sans subir de gerçures, de criques, de fissures ou de désoudures.

4. La surface galvanisée en zinc pur ne présentera ni taches, ni gerçures, ni gouttelettes. La fourniture n'est acceptée, au point de vue de la galvanisation, que si elle peut supporter, sans que le métal soit mis à nu et sans rougir, même partiellement, six immersions successives d'une minute chacune pour le fil de 3 millimètres, sept immersions pour le fil de 4 millimètres et huit immersions pour le fil de 5 millimètres, dans une dissolution d'une partie de sulfate de cuivre sur cinq parties d'eau; le fil soumis aux immersions doit être enroulé sur un cylindre d'un diamètre égal à dix fois celui du fil.

Ces diverses prescriptions, qui peuvent paraître sévères à première vue, n'empêchent nullement l'approvisionnement facile et à des prix raisonnables. Toutefois, les chemins de fer de l'État belge ont abandonné provisoirement la forte galvanisation, les usines belges n'étant pas outillées, actuellement, pour réaliser cette amélioration. Dans ces conditions les essais de galvanisation ne comporteront

que cinq immersions à 15° dans la solution de sulfate de cuivre.

Nous ajouterons que l'allongement maximum de 4 à 5 p. c. des fils d'acier ne se produit que dans le voisinage immédiat de la rupture. Il est inappréciable tant que la charge ne dépasse pas 85 kilogrammes par millimètre carré et n'est que d'environ 1 p. c. pour une charge de 110 à 125 kilogrammes par millimètre carré. *Cette qualité des fils de connexion est très importante, car elle permet la rapidité et l'intégralité de la transmission de l'action des leviers de manœuvre aux appareils de la voie* (aiguillage, signal, etc.); en effet, grâce à elle la perte de course utile résultant de l'allongement élastique des fils est relativement peu importante dans les limites des efforts habituels.

Cordelettes et chaînes. — Dans les parties très sinueuses des transmissions ainsi que sur les poulies de renvoi ou sur les compensateurs, il est fait usage de cordelettes et de chaînes calibrées.

Les cordelettes sont en acier fondu galvanisé, de 6,9 millimètres de diamètre; elles sont formées de six torons de douze fils et de sept âmes en chanvre. La résistance à la rupture ne peut être inférieure à 1,700 kilogrammes avec un allongement maximum de 4 à 5 p. c. Cette résistance est toujours dépassée aux essais de réception.

Les chaînes, parfaitement calibrées, sont en fer soudé à la main ou en acier soudé à l'électricité. Elles ne peuvent se briser sous un effort de traction inférieur à 1,800 kilogrammes. Les chaînes à soudure électrique offrent même couramment une résistance notablement supérieure et leur prix est généralement inférieur à celui des chaînes soudées à la main.

Raccords. — Jusqu'en ces dernières années, le raccord des fils d'acier de 3 millimètres entre eux ou avec les cordelettes et les chaînes était réalisé au moyen de joints à torsades, de cosses ou anneaux fendus, etc. Mais, outre la difficulté de réaliser ces raccords lorsqu'il est fait usage de fils d'acier de grande résistance et d'un diamètre de 4 ou de 5 millimètres, il se produisait de fréquentes ruptures par suite des blessures faites aux fils par les outils à torsader.

D'un autre côté, le joint représenté par la figure 1, qui est réglementaire en Allemagne et que l'on a été obligé d'employer d'abord en Belgique lors de l'introduction des fils d'acier de 4 et de 5 millimètres, est d'un prix élevé (1.50 franc par joint) et d'une exécution assujettissante. Pour peu que les soins minutieux qu'il exige soient omis, la soudure en est défectueuse et il n'est pas alors d'une durée suffisante.

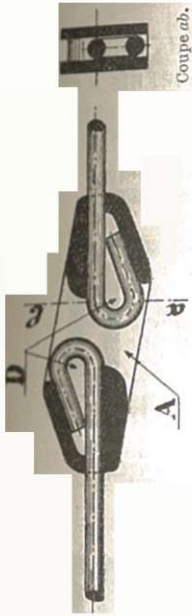
Depuis le début de 1909, il est fait usage, sur les chemins de fer de l'État belge, du raccord Ponsart qui remédie à ces inconvénients et réalise un joint de grande résistance, obtenu d'une façon à la fois très simple et très économique.

Ce raccord consiste essentiellement en une pièce métallique (fig. 2) dans l'évidement de laquelle viennent se coincer, sous l'effet de la traction exercée sur les fils, les extrémités des fils à rattacher l'un à l'autre. A cet effet, les extrémités de ces fils sont repliées sur elles-mêmes au moyen d'un outil spécial.

Pour confectionner un joint, on introduit l'extrémité de l'un des fils dans la pièce A et on la replie sous la forme d'une boucle D; on l'emprisonne ensuite dans l'alvéole de forme conique de la



Fig. 1. — Joint à torsades et soudé allemand.



Coupe *ab.*

Fig. 2. — Raccord Ponsart.

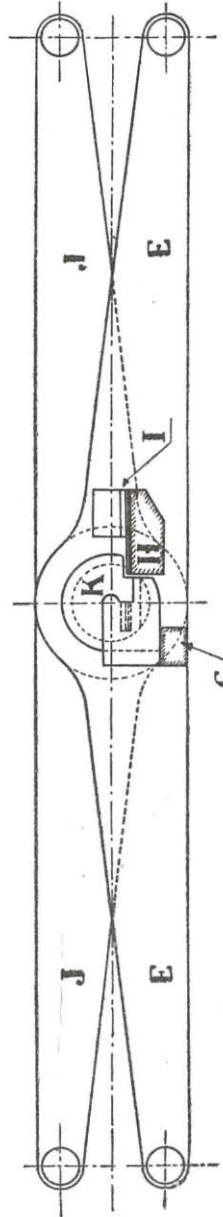
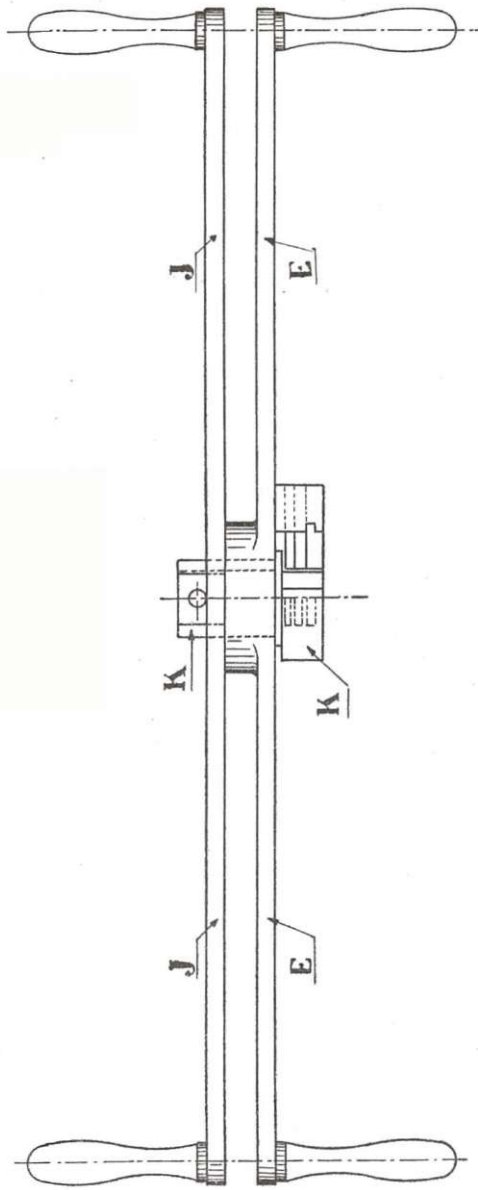


Fig. 3. — Outil pour la confection du joint au moyen du raccord Ponsart.

pièce A. On opère ensuite de la même façon pour l'extrémité du second fil.

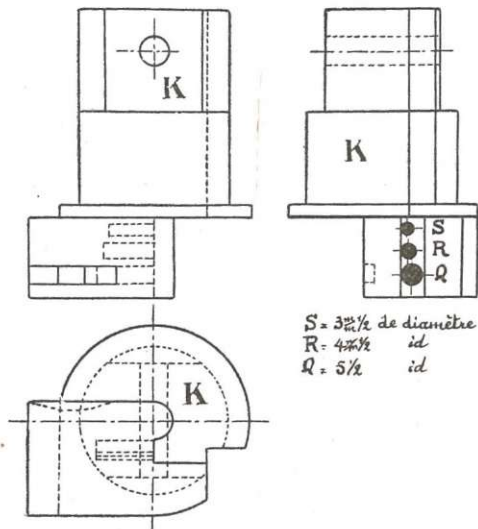


Fig. 4. — Pivot K.

Les figures 3 et 4 représentent l'outil réalisant la boucle D. Il comprend essentiellement un levier E muni de deux talons G et H et d'un jeu de rainures appropriées aux diamètres des fils; un second levier J peut entraîner le pivot K percé de trous cylindriques de mêmes diamètres que les fils à plier.

Pour réaliser la boucle D, il suffit d'introduire l'extrémité du fil par la rainure I dans l'un des trous du pivot et de faire tourner le levier J de 180°; après avoir ensuite repoussé le fil de droite à gauche, de façon à le ramener contre le talon H, on tourne à nouveau le levier J vers la droite, de façon à former la boucle D.

Cette opération est très simple et très facile en pratique; elle ne nécessite que la coopération de deux agents pendant quelques minutes et peut se faire rapidement par tous les temps, la nuit comme

le jour, sans nécessiter de préparatifs spéciaux (fig. 24) (4).

Les dimensions des raccords sont déterminées d'après le diamètre des fils à raccorder; les figures 5 à 7 se rapportent respectivement aux raccords des fils de 5, de 4 et de 3 millimètres de diamètre.

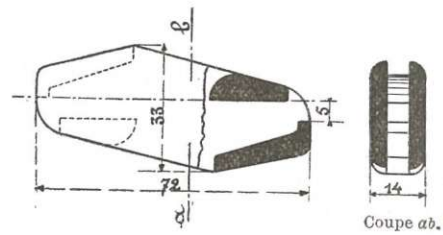


Fig. 5. — Raccord pour fil de 5 millimètres.

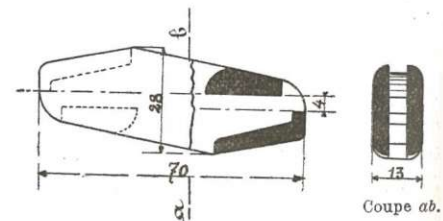


Fig. 6. — Raccord pour fil de 4 millimètres.

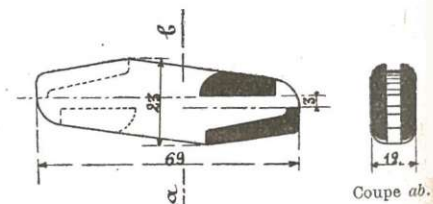


Fig. 7. — Raccord pour fil de 3 millimètres.

Pour raccorder les cordelettes aux fils, il est fait usage des raccords représentés figures 8 à 10. L'extrémité du fil est pliée comme il vient d'être décrit. Quant à l'extrémité de la cordelette, elle est d'abord

(4) L'inventeur vient de faire breveter un nouvel outil, d'une grande douceur d'action, permettant à un homme agissant seul de faire les boucles.

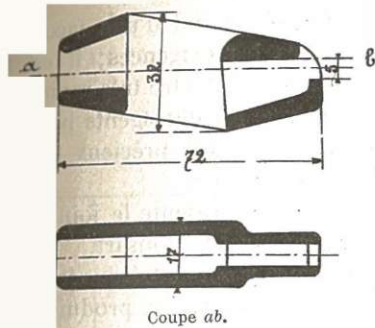


Fig. 8. — Raccord pour le reliement d'une cordelette à un fil de 5 millimètres.

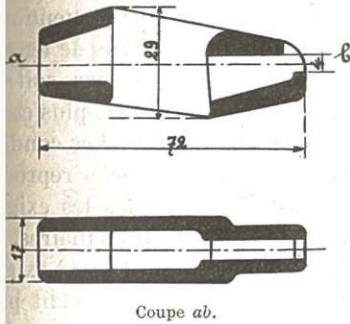


Fig. 9. — Raccord pour le reliement d'une cordelette à un fil de 4 millimètres.

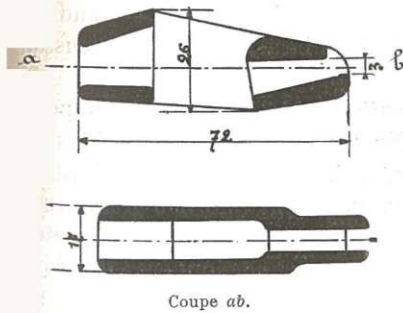


Fig. 10. — Raccord pour le reliement d'une cordelette à un fil de 3 millimètres.

serrée dans une bague cunéiforme, fendue et élastique; les six torons sont ensuite repliés et noués les uns avec les autres, de

façon à former un nœud solide, comme le montre la figure 11.

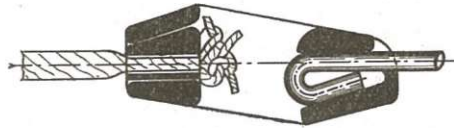


Fig. 11. — Fixation de la cordelette dans le raccord au moyen d'une bague de fixation (ensemble).

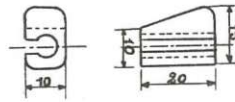


Fig. 12. — Bague de fixation (détails).

Ce nœud fixe la cordelette à la bague (fig. 12) et force celle-ci à pénétrer dans l'alvéole du raccord où elle est d'autant plus comprimée que la traction est plus forte.

Le raccord des fils et des cordelettes aux chaînes s'obtient au moyen de crochets dont l'extrémité, à laquelle sont fixés les fils ou les cordelettes, est disposée comme celle des pièces de raccord dont il vient d'être question (fig. 13 à 16).

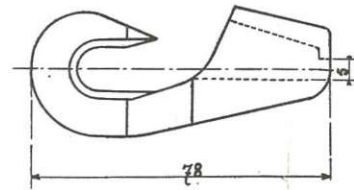


Fig. 13. — Crochet pour fil de 5 millimètres.

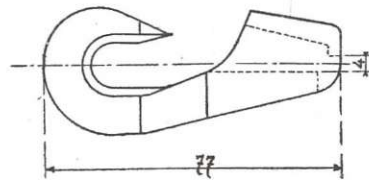


Fig. 14. — Crochet pour fil de 4 millimètres.

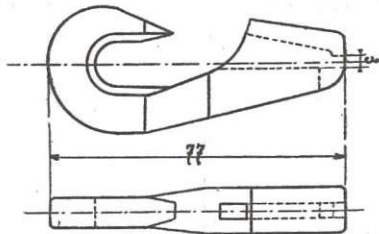


Fig. 15. — Crochet pour fil de 3 millimètres.

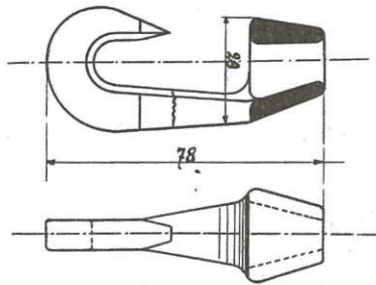


Fig. 16. — Crochet pour cordelette.

Enfin, la série des types de raccords comprend encore l'œillet pour cordelette (fig. 17).

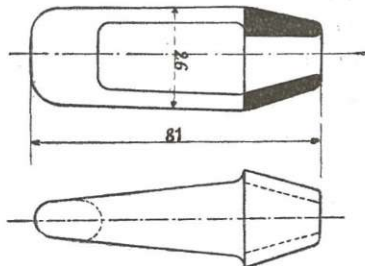


Fig. 17. — Œillet pour cordelette.

Ce nouveau système de raccord s'est rapidement répandu sur le réseau de l'État belge. Depuis 1909, l'État a commandé, tant pour les travaux neufs que pour l'entretien des connexions existantes, plus de 200,000 pièces de raccords Ponsart des différents types. Leur emploi permet une réparation rapide et facile des bris de fils.

Le joint réalisé répond d'une façon parfaite à toutes les exigences; il est très économique et peut être très rapidement exécuté, même par des agents peu expérimentés. Ce qui est précieux pour les installations nouvelles.

La figure 18 représente le joint réalisé au moyen du raccord Ponsart.

L'expérience a démontré que jamais les bris des connexions ne se produisent aux pièces de raccord.

Au point de vue de l'application de ce système de jonction à l'étranger, nous devons cependant attirer l'attention des administrations de chemins de fer sur ce qu'il exige que le fil d'acier soit aussi ductile, tout en n'étant pas plus cassant, que celui de l'État belge. Les conditions de réception de nos fils d'acier reproduites plus haut satisfont à toutes les exigences pour les transmissions funiculaires. Il n'y a donc aucune utilité pratique à exiger du fil plus cassant. Même s'il était prouvé que pareil fil serait moins cher, le fait qu'il empêcherait l'emploi du raccord Ponsart — si économique en comparaison du joint soudé allemand — rendrait les connexions beaucoup plus coûteuses.

Poulies guide-fils. — Pour supporter et guider les fils des transmissions, l'État belge utilise des poulies en fonte malléable ne pesant que 330 grammes environ et dont les dimensions ont été heureusement proportionnées de façon à réduire au minimum les efforts de frottement. Ces poulies, qui ont une mobilité remarquable et une inertie très faible, sont portées (fig. 19) dans une monture en acier doux et estampé qui permet de leur donner des inclinaisons variables avec les courbes que doit suivre le tracé

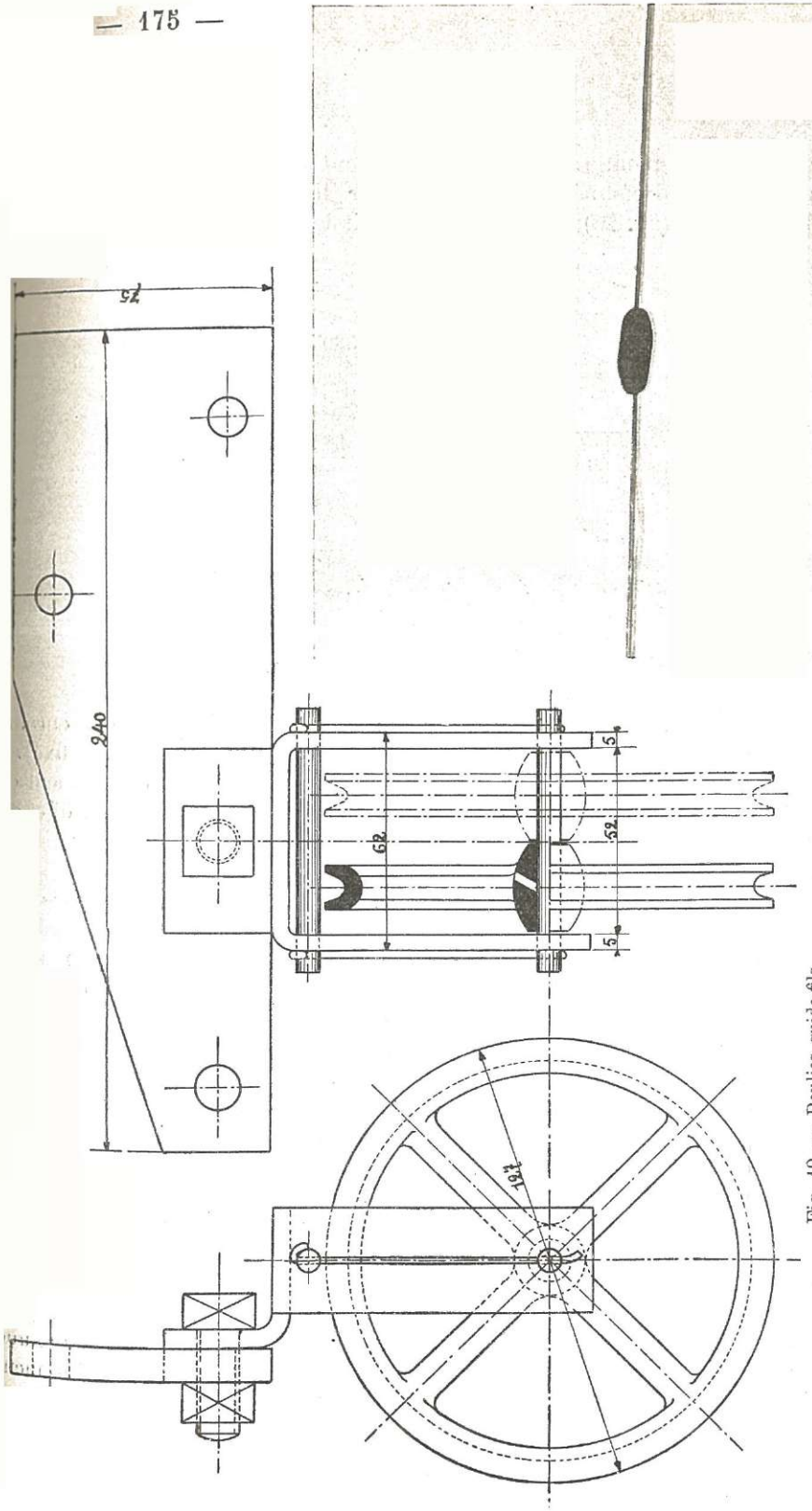


Fig. 19. — Poulies guide-fils.

Fig. 18. — Raccord Ponsart en plein fil.

des connexions. Cette monture est boulonnée sur un gousset tirefonné lui-même sur un potelet en bois (fig. 20). Les montures sont disposées de façon à pouvoir recevoir les deux poulies d'une même transmission double.

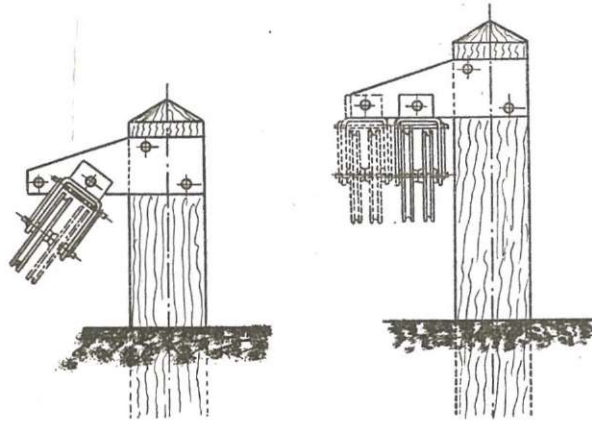


Fig. 20. — Support des poulies guide-fil.

Dans les transmissions très longues et présentant un tracé courbe, il est généralement fait usage de potelets métalliques. Ceux-ci ont été décrits dans le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* de septembre 1907.

Tendeurs de réglage. — Il est de la plus grande importance, au point de vue de la sécurité de fonctionnement des longues transmissions à double fil, que la mise à longueur exacte des deux brins soit faite rigoureusement et ne puisse ensuite plus être modifiée à l'insu du personnel chargé de la surveillance de l'entretien.

Pour réaliser ce double but, l'État belge utilise des tendeurs de réglage à la fois légers et robustes, représentés figure 22. Les tiges filetées de ces appareils sont munies de contre-écrous qui empêchent le desserrage par suite des vibrations des fils; elles sont en outre percées à leur extrémité d'un trou dans lequel on fait

passer un fil métallique que l'on enroule autour de l'étrier et que l'on fixe au moyen d'un plomb. Tout changement de réglage nécessite l'enlèvement du fil et du plomb de contrôle.

Compensateurs. — Pour compenser les variations de longueur des fils dues aux effets de la température, tout en maintenant une tension pratiquement constante dans les brins de la transmission, il est fait usage de compensateurs représentés figure 23.

Chacun des deux brins passe sous les poulies C tournant autour d'un axe fixe et sur la poulie C portée par un étrier mobile G. Celui-ci est suspendu à une cordelette qui passe sur le tambour D et aboutit à une poulie à gorge hélicoïdale B soumise à l'action du contrepoids H.

Lorsque la transmission est au repos, les deux brins de la transmission ont une tension égale et l'étrier G pend librement

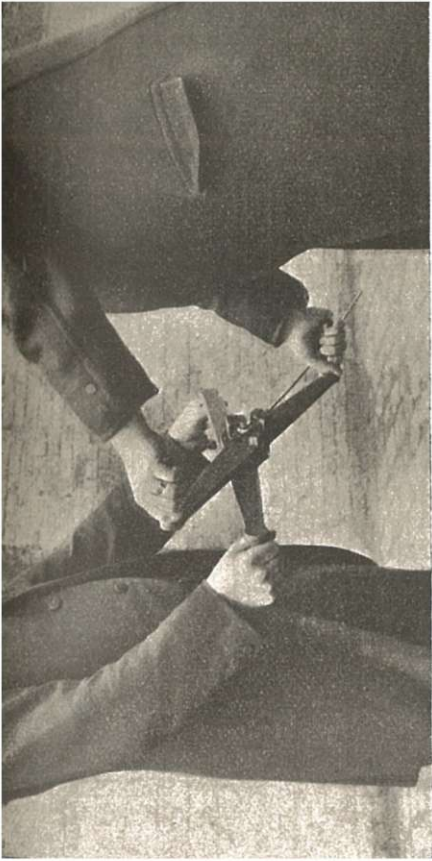


Fig. 24. — Confection du joint au moyen de l'outil spécial.

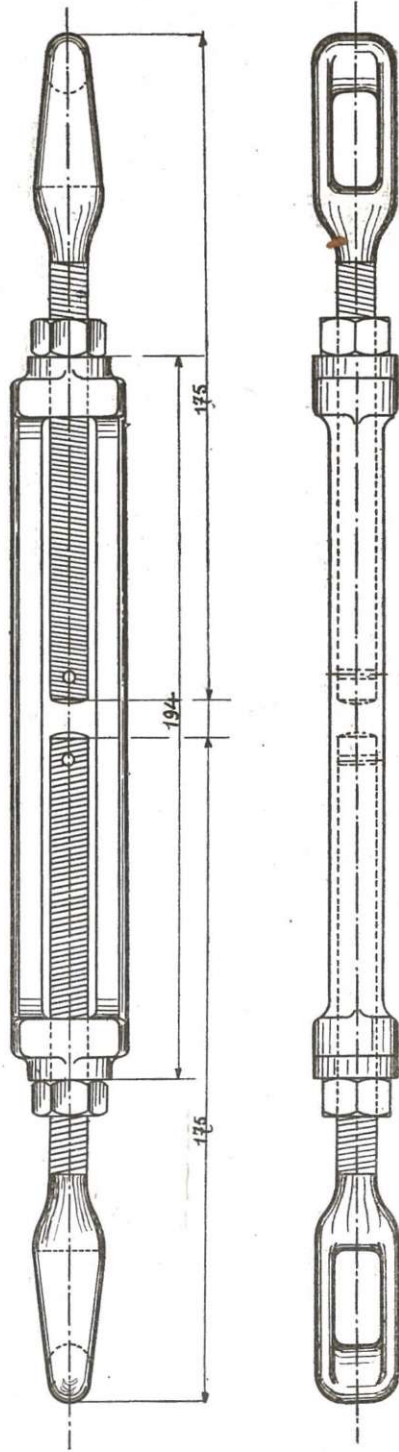
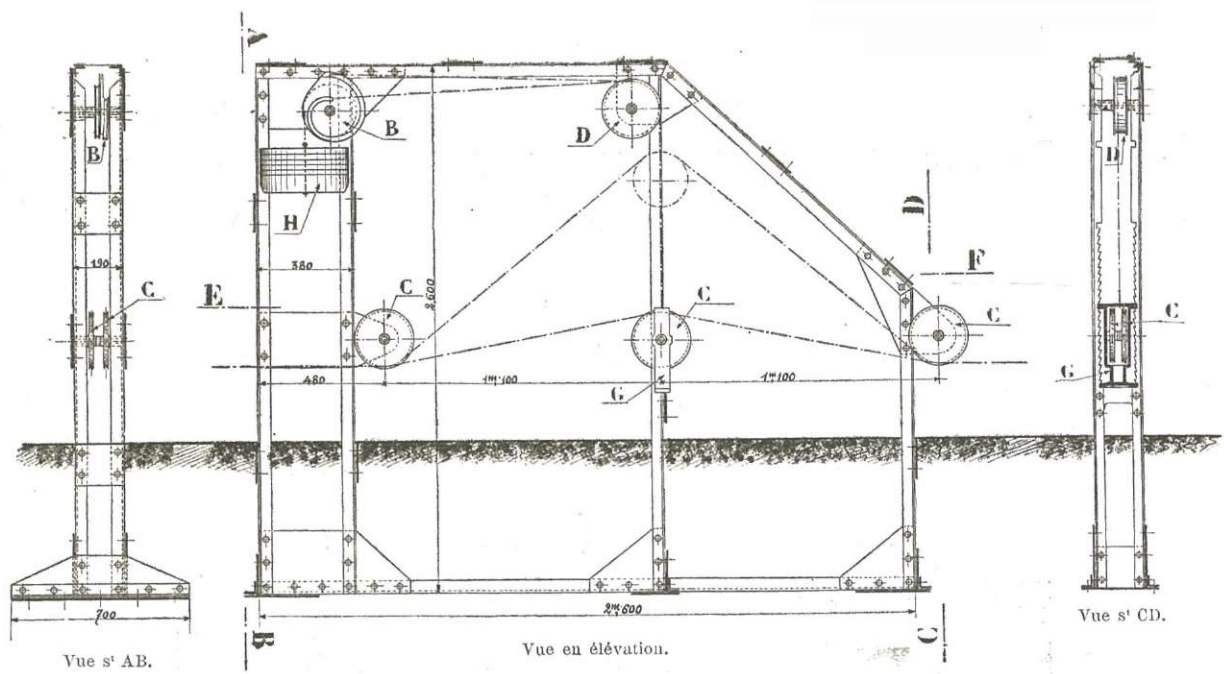


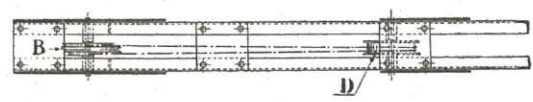
Fig. 22. — Teudeur de réglage.



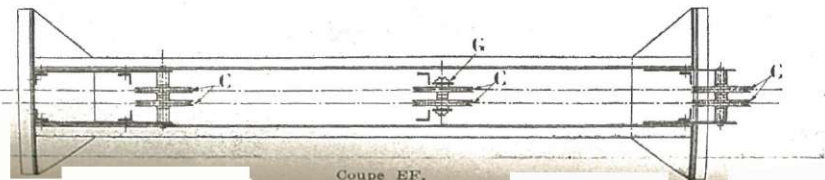
Vue s' AB.

Vue en élévation.

Vue s' CD.



Vue supérieure.



Coupe EF.

Fig. 23. — Compensateur.

entre ses guides ; il se déplace donc verticalement, sous l'action du contrepoids, lorsque la température varie ; dès que l'on agit sur l'un des fils pour manœuvrer l'appareil de voie, l'étrier s'incline à droite ou à gauche, vient mordre dans les crémaillères taillées dans les guides et s'immobilise ; le mouvement du levier est dès lors intégralement transmis à l'appareil de la voie qu'il commande.

Le contrepoids est formé d'un bloc et de platines supplémentaires, de façon à permettre de régler la tension du fil et à proportionner l'action du contrepoids au diamètre des fils et à l'espacement des poulies guide-fils.

Conclusions. — Tel est, sommairement décrit, le matériel utilisé actuellement pour les transmissions funiculaires de manœuvre des signaux et des aiguillages en Belgique.

Il a permis la manœuvre aisée et sûre de palettes sémaphoriques au moyen de transmissions de 2,000 et de 2,400 mètres de longueur. Pour ces grandes distances, la connexion est généralement divisée en deux parties séparées par un relais ; entre le levier et le relais, il est fait usage de fils de 4 millimètres de diamètre, et entre le relais et le signal, de fils de 3 millimètres. Chaque partie de la connexion est munie d'un compensateur.

Pour la manœuvre des aiguillages, on a atteint la distance de 500 mètres et plus. Dans le cas où il s'agit de manœuvrer les deux aiguillages d'une liaison par un seul levier, on commande les appareils de manœuvre des aiguillages au moyen d'un relais placé à égale distance de ceux-ci et la transmission est reliée au levier de manœuvre au moyen d'une double transmission munie, le cas échéant, d'un compensateur.