

Auteur ou collectivité : Dautry  
Auteur : Dautry  
Titre : Cours de chemins de fer

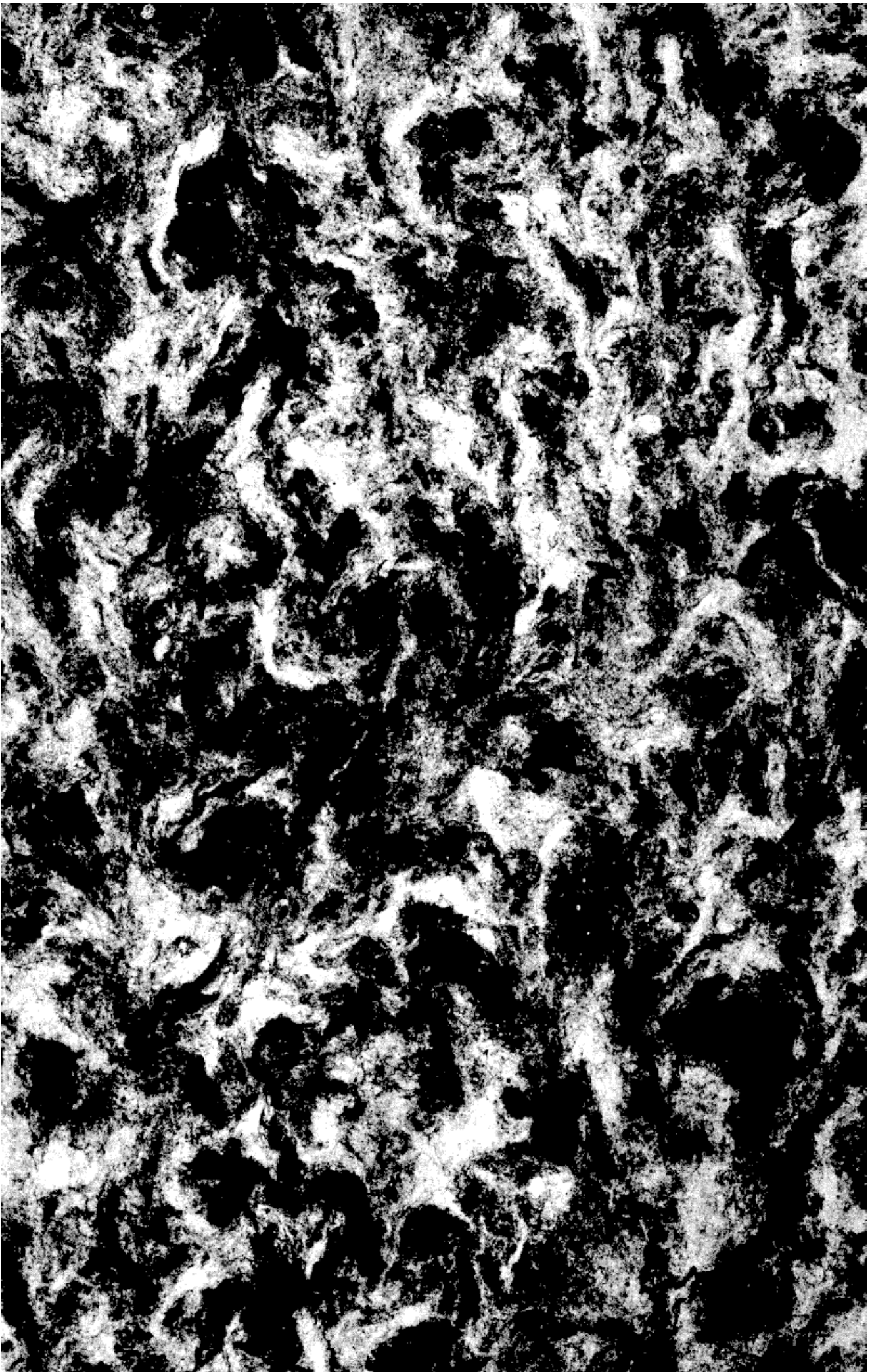
Auteur : Dautry  
Titre du volume : Deuxième Partie. Matériel fixe de la voie

Adresse : Paris : Ecole spéciale des travaux publics, 1924  
Collation : 202 p. : fig. ; 21 cm  
Cote : CNAM-BIB 8 Le 413 (2)  
Sujet(s) : Chemins de fer

Date de mise en ligne : 08/11/2016  
Langue : Français

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?8LE413.2>





Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

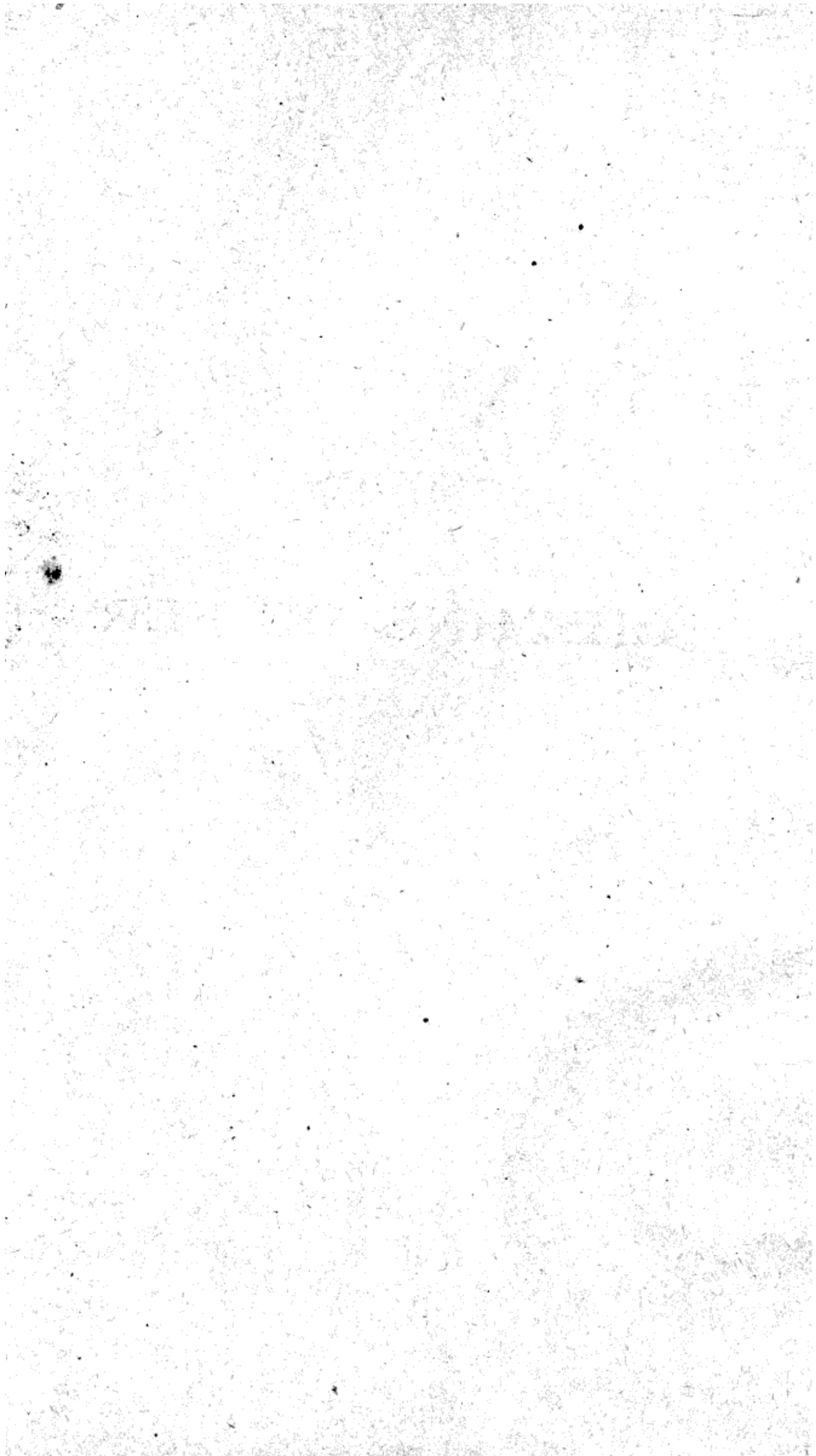








**COURS**  
**DE**  
**CHEMINS DE FER.**





8<sup>o</sup> Le. 413.

**ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS  
DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE**

M. LÉON EYROLLES, C. ✱, Q I., Ingénieur-Directeur

**COURS  
DE  
CHEMINS DE FER**

**DEUXIÈME PARTIE  
MATÉRIEL FIXE DE LA VOIE**



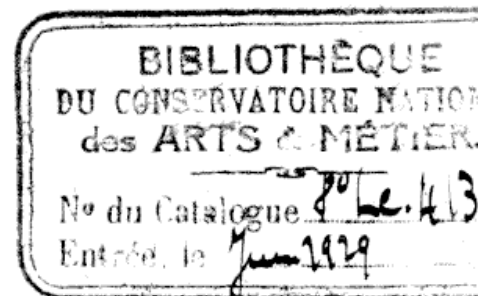
**PROFESSEURS :**

**MM. DAUTRY**, ancien élève de l'École Polytechnique, Ingénieur en Chef à la  
Compagnie du Nord.

**GERVET**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur principal aux  
Chemins de fer de l'État.

**MASSÉ**, Inspecteur divisionnaire des services techniques à la Compagnie  
d'Orléans.

**Treizième édition**



**PARIS**  
**ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS**  
Rue Du Sommerard, Rue Thénard et Boulevard Saint-Germain

1924

PROPRIÉTÉ DU DIRECTEUR DE L'ÉCOLE  
*Tous droits réservés*

*NOTA. — Tous les prix indiqués dans la présente édition sont ceux d'avant-guerre. Il convient donc de leur appliquer les majorations en usage au moment de la rédaction des projets que l'on aura à dresser.*

# COURS DE CHEMINS DE FER

---

---

## DEUXIÈME PARTIE

---

### Matériel fixe de la voie

---

#### CHAPITRE PREMIER

---

#### MATÉRIEL DE VOIE COURANTE

---

Nous entrons maintenant dans le domaine de la superstructure d'une ligne de chemin de fer.

Les travaux de superstructure comprennent tout ce qui est édifié au-dessus de la plate-forme.

Pour en faciliter l'exposé, nous les ferons précéder d'une description du matériel de voie employé dans les chemins de fer, en parlant surtout de la voie normale.

#### § 1<sup>er</sup>. — VOIE SUR TRAVERSES EN BOIS

**Généralités.** — La voie se compose actuellement de deux files de barres en acier appelées « rails » posées parallèlement sur des supports transversaux en bois ou en métal que l'on nomme « traverses ». Les rails sont fixés sur les traverses soit directement: c'est alors le rail à patin ou Vignole, soit par l'intermédiaire d'un coussinet: c'est alors le rail à *double champignon* (D. C.) ou bien le rail *dissymétrique* (D. S.).

Pour assurer la continuité et la rigidité de la voie et éviter qu'elle



ne se déforme au passage des véhicules, les rails sont reliés entre eux bout à bout au moyen de deux armatures métalliques boulonnées que l'on appelle *éclisses*. Dans la pose primitive du rail à double champignon, on n'employait pas d'éclisses : les extrémités de deux rails voisins étaient supportées et emprisonnées dans un coussinet en fonte reposant lui-même sur un support, mais depuis de nombreuses années on a renoncé à ce système. L'assemblage réalisé entre deux rails éclissés s'appelle *joint*.

Les *traverses* ne s'appuient pas directement sur le sol, à cause des inégalités de résistance qu'il présente, non seulement dans les terrains de nature différente, mais aussi dans un même terrain. En s'accroissant au moment des pluies, ces inégalités entraîneraient des déformations d'autant plus grandes que le sol serait plus mauvais. Les traverses reposent sur un matelas perméable de sable ou de pierre cassée appelé *ballast* qui répartit mieux les charges et donne, en outre, une plus grande élasticité à la voie.

**Efforts auxquels la voie est soumise.** — Les rails supportent et transmettent aux autres parties de la voie :

1° *Des efforts verticaux* dus au poids des véhicules, transmis par les roues, et qui déterminent la flexion du rail ;

2° *Des efforts transversaux* dus aux mouvements de lacet et à l'action de la force centrifuge et qui agissent sur le rail, soit d'un côté soit de l'autre de la voie par l'intermédiaire du bandage ou du boudin des roues qui tendent à le renverser ou à le faire glisser latéralement ;

3° *Des efforts longitudinaux* résultant de l'adhérence des roues, soit au moment du démarrage ainsi que pendant la marche du train, soit au moment de l'arrêt provoqué par le blocage des freins. Dans le premier cas, la voie est sollicitée par un effort tendant à l'entraîner en sens inverse de la marche du train et, dans le deuxième cas, dans le sens de la marche.

Pour qu'une voie soit stable et puisse résister à ces divers efforts, il est nécessaire que le rail ait une section suffisante et que ses appuis soient assez rapprochés pour que la limite d'élasticité ne soit pas dépassée.

Il faut aussi que les attaches du rail sur ses appuis soient résistantes et parfaitement maintenues, de façon à former un tout solidaire s'opposant aux efforts transversaux ou longitudinaux, en les

répartissant non seulement sur les appuis et les attaches au droit duquel ces efforts s'exercent, mais aussi sur les appuis voisins et sur les deux files de rails.

**Jeu de la voie. — Conicité des bandages.** — Nous avons déjà parlé, à propos de la constitution du matériel roulant (1<sup>er</sup> volume) du jeu de la voie et de la conicité des bandages entraînant l'inclinaison des rails. Nous ajouterons ici quelques détails sur cette particularité.

A la suite de la Conférence internationale pour l'unité technique des chemins de fer, qui s'est réunie à Berne en mai 1907, un arrêté ministériel, en date du 8 juillet 1908, a déterminé le jeu qui doit

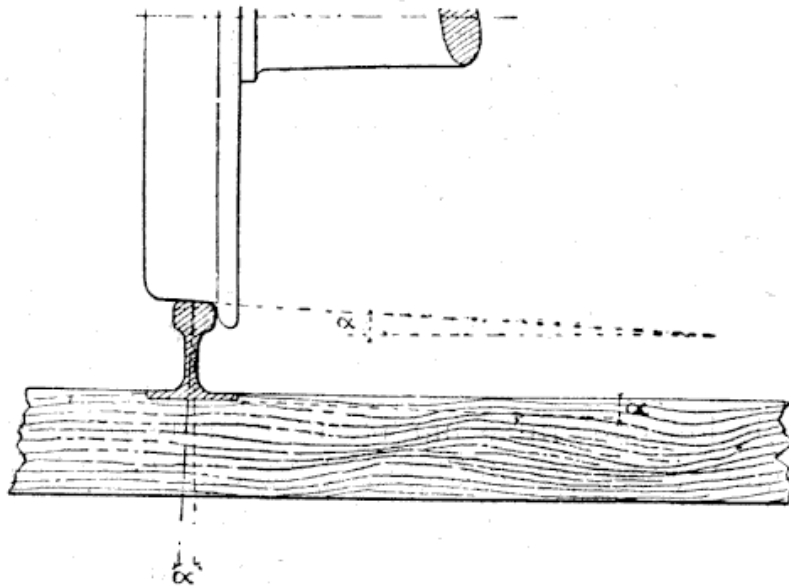


FIG. 1.

exister entre les boudins des véhicules et les bords intérieurs des têtes de rails.

Ce jeu, mesuré d'après le déplacement total de l'essieu (l'écartement de la voie étant supposé de 1 m. 440), doit être au maximum de 35 millimètres et au minimum de 15 millimètres.

Si les bandages étaient cylindriques, les roues pourraient se déplacer transversalement dans la limite du jeu de la voie, sans que rien tende à les ramener dans leur position moyenne. Par suite, la moindre défectuosité de la voie aurait pour résultat de rejeter brusquement les véhicules d'un côté ou de l'autre, ce qui provoquerait des frottements anormaux désastreux pour le matériel et des mouvements de

va-et-vient désagréables pour les voyageurs. Ces inconvénients sont évités par la conicité du bandage des roues.

La conicité de ces bandages, c'est-à-dire l'inclinaison sur l'horizon de la génératrice en contact avec le rail, est généralement de  $1/20^\circ$ , soit un angle  $\alpha = 2^\circ 51' 42''$ .

Pour que le bandage de la roue repose normalement sur le rail, il faut que ce rail soit lui-même incliné du même angle sur la verticale, à l'intérieur de la voie.

C'est ainsi que sont posés les rails en France.

Mais avec les rails standard, dont il sera parlé plus loin, l'inclinaison du  $1/20^\circ$  admise en France jusqu'à ce jour sera supprimée.

Les rails standard seront posés verticalement, comme cela se pratique en Amérique et en Belgique. Il ressort des renseignements fournis par les ingénieurs américains que cette pose ne présente pas d'inconvénient. En outre, elle est avantageuse pour les raccords avec les appareils.

**Unification du matériel de voie.** — Au cours de ces dernières années, la question d'unification du matériel des voies des chemins de fer français a été sérieusement et utilement étudiée: d'une part, par une Commission constituée par les ingénieurs en chef du matériel fixe des grands réseaux; d'autre part, par la Commission permanente de standardisation créée par décret du 10 juin 1918 pour unifier, dans la mesure du possible, l'ensemble des produits de la construction française.

Les études faites par les ingénieurs en chef des grands réseaux ont conduit à l'adoption d'un nombre restreint de types courants acceptés par les ingénieurs en chef de la voie, puis par le Comité de Ceinture, et présentés au ministre des Travaux publics, qui, par dépêche du 19 mai 1919, a ratifié l'accord intervenu entre les réseaux intéressés.

La Commission permanente de standardisation, se plaçant à un point de vue plus général, a envisagé non seulement le matériel de voie à employer sur les grands réseaux mais encore celui destiné aux voies ferrées d'intérêt local.

En ce qui concerne le matériel à employer sur les grands réseaux, elle a pris pour base les études antérieures faites par les ingénieurs



en chef des services intéressés. C'est dire qu'elle a compris dans ses types ceux déjà approuvés par le ministre des Travaux publics.

On pourrait donc se borner à n'étudier que le seul matériel de voie « standard ». Cependant, comme le matériel actuellement employé peut rester encore en service pendant une assez longue période et ne sera appelé vraisemblablement à disparaître qu'après épuisement ou usure, il est indispensable d'étudier ce matériel.

## RAILS ACTUELLEMENT EMPLOYÉS

**Forme des rails.** — Le rail à double champignon est-il préférable au rail à patin ou Vignole ?

Cette question a fait l'objet de discussions passionnées entre les Ingénieurs de chemins de fer. Elle est encore très controversée aujourd'hui ; mais on paraît plus près de sa solution qu'on ne semble le croire ou l'admettre, ainsi que nous le verrons plus loin.

Sans entrer dans le détail de ces discussions qui sortent du cadre de ce cours, il y a lieu de remarquer que le rail à double champignon est employé en France par les réseaux de l'Ouest-Etat, d'Orléans et du Midi, et en Europe par les réseaux anglais. Le rail Vignole est en usage en France sur les réseaux du Nord, du P.-L.-M. et de l'Est ; il est aussi employé dans toute l'Europe continentale, ainsi qu'en Amérique.

La substitution des rails en acier aux rails en fer, accomplie depuis plusieurs années, a complètement modifié la forme de ceux-ci en changeant leur mode d'usure.

Les rails en fer périssaient par l'écrasement et l'exfoliation du champignon à l'intérieur.

On avait donc été conduit à épauler fortement le champignon et à lui donner la forme dite « en poire ». Les partisans du double champignon avaient, en outre, donné au rail la forme symétrique afin de pouvoir le retourner sens dessus dessous pour user successivement les deux champignons et obtenir ainsi une durée double de celle du rail à patin. Mais les rails en acier, s'usant par tranches successives parallèles au plan de roulement et sans déformation du champignon, l'épaulement de cette partie n'avait plus sa raison d'être, ses formes arrondies étaient moins utiles et le bombement excessif de la surface de roulement devenait un inconvénient



FIG. 2.  
Vignole Double champignon.

sérieux en provoquant l'usure trop rapide des bandages des roues. De plus, avec un rail de très longue durée, le retournement sens dessus dessous devenait illusoire, d'autant mieux que le champignon inférieur, au bout de quelques années de service, s'usait rapidement au contact du coussinet et présentait en ce point une sorte d'échancrure.

Par suite du retournement, le roulement devenait très désagréable et compromettait même la stabilité de la voie en provoquant le débouillage des appuis. De ces constatations est résulté l'abandon du retournement du rail et l'obligation d'accumuler sur le champignon supérieur tout le métal à user. Il devenait dès lors inutile que le champignon inférieur fût semblable au champignon supérieur et on a été conduit à lui donner plus de largeur pour assurer un meilleur encastrement dans le coussinet et par suite une meilleure résistance.

Ces modifications ont ainsi amené la création du rail dit *dissymétrique* (fig. 4 et 5) que les Anglais, qui l'emploient depuis longtemps, nomment *bullheaded*, c'est-à-dire à *tête de taureau*. Quelques réseaux néanmoins ont conservé la forme primitive du champignon inférieur, simplement pour pouvoir utiliser les coussinets déjà en service et s'éviter ainsi des remplacements anticipés toujours onéreux.

De leur côté, les partisans du rail Vignole, après avoir renforcé le rail en accumulant également sur le champignon (fig. 6) une plus forte quantité de métal, ont été amenés à élargir le patin aussi bien pour le mettre dans de meilleures conditions de résistance que pour mieux répartir la charge. En outre, ils ont été conduits d'une façon générale à interposer entre le patin et la semelle, tant pour protéger la traverse que pour rendre les attaches solidaires, une selle en acier qui n'est, en somme, qu'une variété de coussinet.

On voit donc que les deux types de rails tendent à se rapprocher puisque, en réalité, il s'agit, dans les deux cas, *d'établir un rail dissymétrique reposant sur la traverse par l'intermédiaire d'un coussinet ou d'une selle*.

Les figures 3 à 6 donnent les profils de construction de quelques types de rails.

**Profils, poids et dimensions des rails.** — L'inclinaison *ab* du raccordement de la face verticale du champignon avec l'âme s'appelle *épaulement* et sert d'appui aux éclisses (voir croquis 5 et 6). Cette inclinaison n'est pas quelconque: si elle se rapproche trop de la verticale, la flexion des abouts des rails tend à écarter les éclisses comme un coin et, par suite, à imposer aux boulons un travail exagéré; si elle se rapproche trop de l'horizontale, tout l'effort se fait sur une partie seulement du champignon et les conditions de résistance du rail sont amoindries.

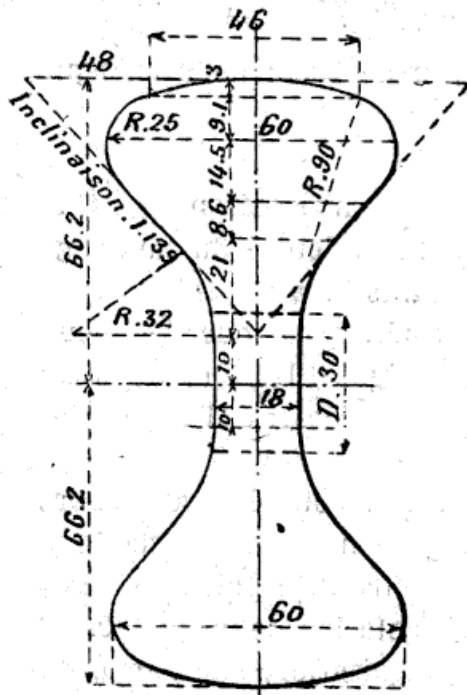


FIG. 3.  
Rail D. C. de 38 kilos (P. O. et Etat).

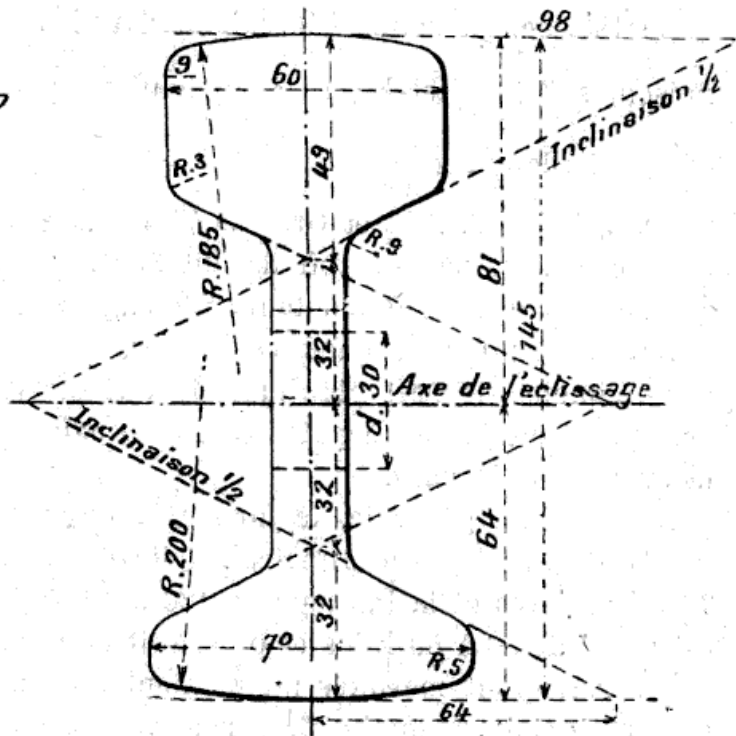


FIG. 4.  
Rail D. S. de 40 kilos (Etat)

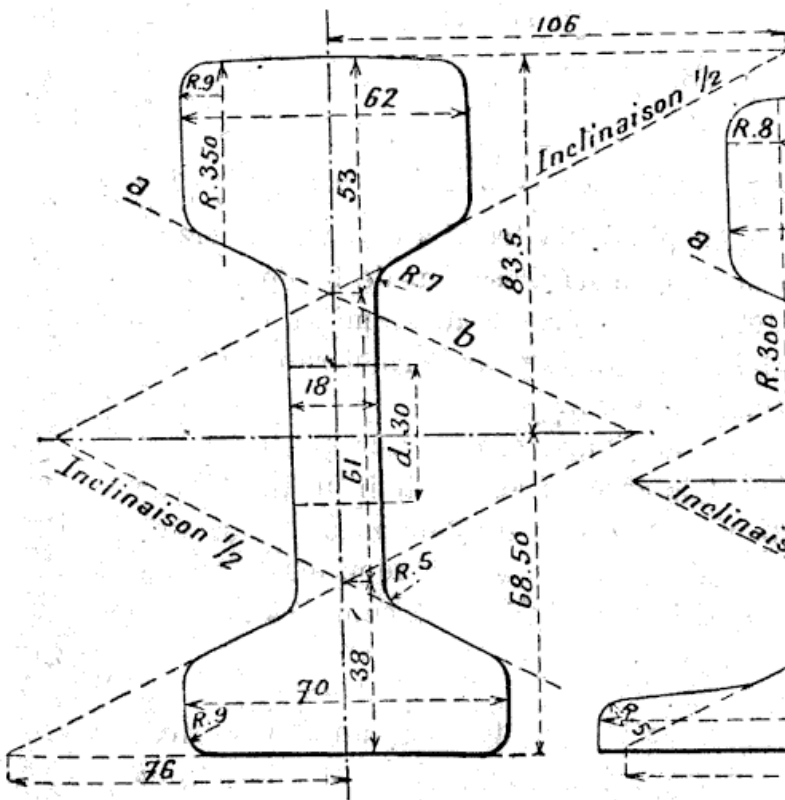


FIG. 5.  
Rail D. S. de 46 kil. 250 (Etat).

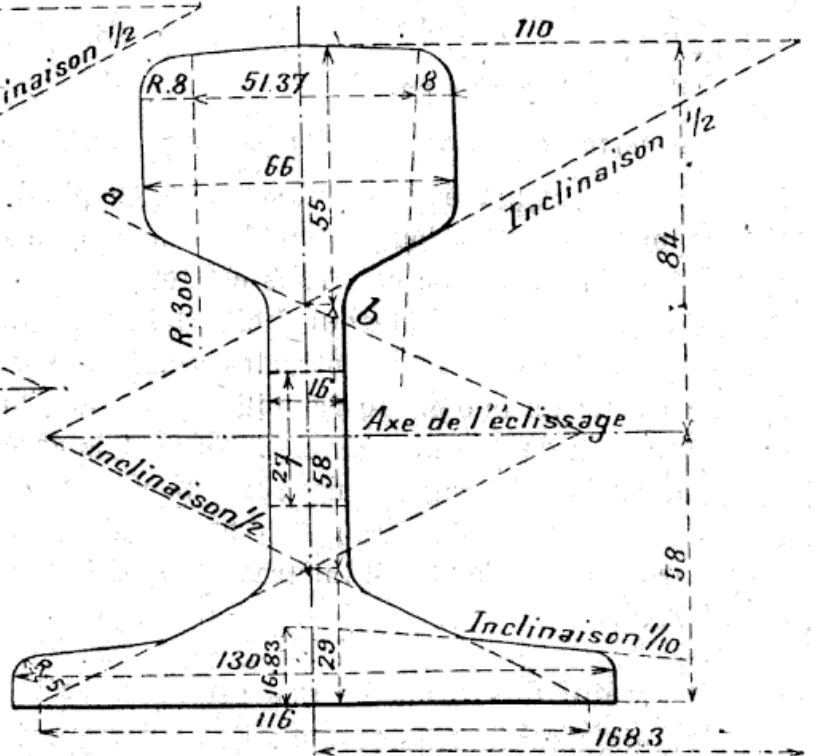


FIG. 6.  
Rail Vignole de 47 kil. 400 (P. L. M.)



En France, on donne généralement une valeur de  $26^{\circ}34'$  à cette inclinaison, soit  $\frac{1}{2}$  c'est-à-dire 1 de hauteur pour 2 de base; en Allemagne elle varie de  $\frac{1}{2,5}$  à  $\frac{1}{4}$ .

Les rails D. G. Etat et Orléans (fig. 3) avaient une inclinaison de 1,139; cela tenait, au moment où ils ont été créés, à la difficulté du laminage qui ne permettait pas d'obtenir des angles rentrants bien accusés.

L'épaulement qui, dans ces types, était symétrique pour les deux champignons, ne l'est plus dans le rail dissymétrique (fig. 4 et 5) et ne l'est pas dans le rail à patin (fig. 6) à cause de la nécessité d'augmenter la largeur de la base.

D'une façon générale, la largeur du patin varie, pour les voies normales de 97 à 139 millimètres, celle du champignon supérieur de 56 à 76 millimètres et la hauteur de 120 à 152 millimètres. Le poids des rails est passé de 30 à 50 kilos et plus, soit une augmentation de 66 p. 100.

Les rails sont marqués au moment de leur fabrication, sur l'âme, au moyen de lettres ou chiffres romains, gravés en creux sur le cylindre finisseur du laminage. Cette marque, qui ressort en saillie sur les rails, indique généralement la nature du métal, l'année, le mois de fabrication et l'usine qui le fournit. Ainsi l'impression en relief:

AF. B. ISB. VI. 80

doit se traduire par:

*Acieries de France — Bessemer — Isbergues — 6<sup>e</sup> mois de l'année 1880*

Ils sont percés au foret de deux ou plusieurs trous à chaque extrémité pour permettre leur assemblage au moyen d'éclisses ou de boulons.

Le diamètre de ces trous est toujours supérieur au diamètre des boulons, non seulement pour faciliter la pose, mais pour permettre au rail de se dilater ou de se contracter plus librement.

Pour un boulon de 25 millimètres de diamètre, on perce généralement un trou de 30 millimètres. Mais comme ce perçage serait insuffisant pour les rails de grande longueur (18 et 24 mètres) on donne aux trous une section ovale d'environ  $27 \times 35$ , comme au P.-L.-M., ou bien on perce des trous ronds de 30 millimètres dans les éclisses également, comme à l'Ouest-Etat.

**Métal des rails.** — Les premiers rails ont été faits en fer laminé, mais, depuis plusieurs années, on emploie exclusivement l'acier. Nous nous occuperons seulement des rails fabriqués avec ce métal, les rails en fer ne présentant plus qu'un intérêt rétrospectif.

L'acier à rails, produit en grandes masses par les procédés Bessemer ou Martin-Siemens (acide ou basique) est un composé de fer mélangé avec quelques parties de carbone, de manganèse, de phosphore, de soufre et de silicium. Il a un grain plus fin que le fer, il est plus dur et plus homogène.

Certains ingénieurs laissent les usines libres de fabriquer le métal comme elles l'entendent, en leur imposant seulement des essais divers et un long délai de garantie, d'autres fixent les proportions de C et de Ph tout en imposant également des essais et un délai de garantié.

Le S et surtout le Ph sont considérés comme des éléments nuisibles : la fabrication doit donc tendre à les éliminer le plus possible. Le C et le Si augmentent la durée de l'acier, mais tandis que la proportion du premier doit être au minimum de 0,400 p. 100, le deuxième ne doit pas dépasser 0,150 p. 100, car, au delà, il peut produire des tapures dans le métal et le rendre trop fragile. Le Mn, agent indispensable de la décarburation de la fonte, existe nécessairement dans l'acier. Il améliore la qualité de l'acier s'il n'est pas en excès, c'est-à-dire s'il ne dépasse pas 1 p. 100 à 1,1 p. 100.

En résumé, un acier pour rails doit contenir, en dehors du fer lui-même, pour cent parties de ce métal :

plus de : 0,400 de C et moins de 1,500,  
 — 0,800 de Mn et moins de 1,100,  
 — 0,080 de Si et moins de 0,150,  
 et moins de : 0,060 de S,  
 — 0,100 de Ph.

La tendance actuelle est d'avoir un acier dur.

La dureté d'un acier ne dépend pas seulement de sa composition chimique, mais aussi de son état physique qui varie avec la pression à laquelle il est soumis au moment de sa fabrication et avec le commencement de trempe qu'il subit par l'effet des changements de température. Ces derniers agissent en sens inverse de l'épaisseur du métal. C'est pour ce motif que l'on est conduit à adopter, pour le rail Vignole, un acier plus doux que pour le rail D. C. car les bords du patin se trempant plus facilement que le restant de la masse, il se produit, pendant le laminage, des tensions moléculaires irrégulières qui seraient beaucoup plus sensibles avec un acier plus dur.

Le réseau de l'Etat impose comme conditions (1) :  
 Coefficient de résistance 68 kilos par millimètre carré à la traction.  
 Allongement minimum 8 p. 100 mesuré sur un barreau d'essai de 100 millimètres de longueur et 13 mm. 8 de diamètre découpé dans le champignon du rail.

L'Union des métallurgistes allemands a décidé, en 1900, que le coefficient de résistance minimum de l'acier pour rails serait de 55 kilos par millimètre carré avec un allongement de 12 p. 100 sur un barreau d'essai de 0 m. 200.

En Angleterre, le coefficient de résistance imposé varie de 60 à 65 kilos; quelques Compagnies imposent même 78 kilos.

Cela indique que l'on n'est pas absolument fixé sur la nature du métal à employer et le Congrès des Chemins de fer, en 1900, résumant les études spéciales faites à ce sujet, conclut ainsi :

« Il ne semble pas possible de préciser actuellement la nature du

(1) Voici les principales conditions de fabrication imposées par ce réseau: le poids des lingots coulés est déterminé de manière à obtenir, après le laminage, des chutes dont la longueur totale sera de 1 mètre au minimum sans préjudice des coupes nécessaires à leur sortie du laminoir d'abord et ensuite pour la mise à leur longueur définitive au moyen de la fraise. Le perçage des trous se fait au foret ou mèche.

*Epreuves:* 1° Le rail placé de champ sur deux points d'appui espacés de 1 mètre devra supporter en son milieu, pendant 5 minutes, une pression de 25.000 kilos sans conserver une flèche de plus de 0 m. 0005;

2° Il devra supporter, pendant 5 minutes, une pression de 48.000 kilos sans conserver une flèche de plus de 0 m. 025. Puis, on augmente la charge jusqu'à la rupture;

3° Chacune des deux moitiés de la barre cassée placée sur deux appuis espacés de 1 m. 10 devra supporter, sans se rompre, un poids de 600 kilos tombant de 2 mètres de hauteur au milieu de l'intervalle des appuis. La flèche permanente obtenue ne devra pas dépasser 0 m. 014.

Dans le rail sur lequel on a prélevé le coupon ayant servi aux épreuves ci-dessus, on découpe à froid, dans la masse du champignon supérieur, une barrette qui, dans la partie tournée, a 0 m. 100 de longueur utile et 0 m. 0138 de diamètre. Cette barrette devra supporter une charge croissant progressivement jusqu'à rupture. Si on désigne par R l'effort de rupture en kilos par millimètre carré de la section primitive et par A l'allongement pour 100 mesuré après rupture, ces deux quantités devront satisfaire la relation:  $R + 2A \geq 92$ . La résistance R ne doit pas d'ailleurs être inférieure à 68 kilos et l'allongement A inférieur à 8 p. 100.

Le fournisseur garantit les rails pendant 6 ans à dater de leur mise en service.

Le prix des rails varie suivant les cours, non seulement d'une année à l'autre, mais dans le courant d'une même année. Il est actuellement de 177 francs la tonne pour les rails Vignolle et de 165 francs pour les rails dissymétriques, rendue dans les parcs d'approvisionnement.

métal qu'il conviendrait de recommander pour la confection des rails. Il y a lieu de continuer les études déjà faites dans ce but en précisant ce que l'on entend par acier dur ou doux et en adoptant des unités expérimentales uniformes. »

Quoi qu'il en soit, il est parfois nécessaire de se rendre compte du travail du métal sous le passage des charges roulantes.

Sans entrer dans de longues explications, on peut dire que le rail peut être considéré :

1° Comme une poutre encastree à ses deux extrémités, si la voie est bien établie et parfaitement entretenue;

2° Comme une poutre reposant sur deux appuis, si ses supports ou son entretien laissent à désirer.

Dans ces conditions, le moment fléchissant maximum se produit pour la partie du rail comprise entre deux appuis, lorsque l'essieu le plus chargé se trouve au milieu de cette portée.

Si donc, on représente par  $P$  la demi-charge portée par l'essieu;  $L$  la distance d'axe en axe de deux appuis voisins, le moment fléchissant maximum sera donné (abstraction faite du poids du rail) par les formules

$$\frac{PL}{8} \text{ dans le premier cas et } \frac{PL}{4} \text{ dans le deuxième}$$

et le travail  $R$  du métal par millimètre carré de section (le mètre carré contenant un million de millimètres carrés), par la relation :

$$R \frac{I}{n} = \frac{PL}{4 \text{ ou } 8} \text{ et } R = \frac{\frac{PL}{4 \text{ ou } 8}}{\frac{I}{n} \times 10^6}$$

dans laquelle  $\frac{I}{n}$  est le module de résistance, c'est-à-dire le rapport du moment d'inertie et de la fibre neutre.

**Usure des rails.** — La durée des rails en acier n'a pu encore être pratiquement déterminée. On admettait autrefois que les rails d'acier s'usaient normalement et parallèlement à la face supérieure du chamignon jusqu'au moment où, celui-ci devenu trop mince, pour supporter le passage des trains, devait être remplacé.

Mais, au fur et à mesure de leur emploi, on a dû reconnaître (1)

(1) Etude de M. Couard, dans la *Revue Générale des Chemins de fer*, 1884.

que l'usure est presque nulle et que les motifs de rebut des rails résident surtout dans les détériorations accidentelles auxquelles ils sont soumis, telles que cassures, fentes longitudinales, écrasements, etc... M. Couïard estime que, avec une pose normale, le passage de 150.000 à 200.000 trains diminue de 1 millimètre la hauteur du champignon du rail. Or, avec les champignons actuellement en service, on peut, sans exagération, atteindre une usure de 15 millimètres (1), ce qui assurerait à ces rails un passage de 2.500.000 à 3.000.000 de trains, soit pour une section chargée, comme celle de Paris-Versailles, par exemple, où il passe annuellement 29.000 à 30.000 trains sur chaque voie, une durée minimum de 75 ans. Pour les lignes ordinaires, la durée dépasserait de beaucoup le siècle, si l'on avait à tenir compte que de l'usure normale. Mais, comme nous l'avons fait observer, cette durée ne sera pas atteinte à cause des remplacements dus aux causes accidentelles et spécialement aux ruptures. On a remarqué que ces ruptures étaient beaucoup plus nombreuses dans les premières années qui suivaient la pose que dans les années postérieures. Cela tient à ce que les défauts provenant de la fabrication qui ont pu passer inaperçus au moment de la réception à l'usine se révèlent sous l'action du passage des véhicules. Ces faits démontrent la nécessité d'imposer aux fournisseurs un délai de garantie de quelques années ou mieux le passage de 50.000 trains, ce qui correspond à une durée de 6 ans pour une ligne à circulation moyenne. Une autre cause de rupture fréquente, qui échappe à l'examen ou à l'analyse du métal dans la partie brisée, réside dans l'existence des méplats dus à une usure irrégulière des bandages des roues. Ces méplats produisent des chocs d'une grande intensité et particulièrement dangereux au passage des joints de la voie. M. Rabut, ingénieur en chef des ponts et chaussées, dans une conférence publiée dans la *Revue Générale des Chemins de Fer*, de novembre 1901, cite une machine P.-O. qui, dans le parcours de Paris à Limoges, brisa, dans une nuit, 100 rails d'un même côté de la voie. et le lendemain, en revenant, 50 rails de l'autre côté. En visitant la machine, on constata un assez fort méplat sur une des roues motrices.

L'usure normale des rails n'est pas semblable dans un même parcours; elle dépend de diverses causes.

---

(1) La Compagnie P.-O. admet une usure de 12 millimètres pour le rail D. C. de 38 kilos et de 25 millimètres pour le rail de 42 kilos 500. Le Nord, 12 millimètres pour les rails de 30 et 37 kilos et 16 millimètres pour les rails de 43 et 45 kilos.



Les constatations faites permettent de dire que cette usure est plus rapide pour l'acier doux que pour l'acier dur; qu'elle est plus grande avec le ballast en sable qu'avec le ballast en pierres cassées, par suite de la projection du sable sur le rail ou sur ses appuis immédiats. C'est aussi pour ce motif qu'elle est plus accentuée sur les rampes où les mécaniciens font usage de la sablière. L'usure est également beaucoup plus grande dans les tunnels (1) qu'en pleine voie à cause de l'oxydation due à l'humidité presque constante qui y règne ainsi qu'à l'action des gaz sulfureux échappés des machines et, en général, dans toutes les parties où s'exerce habituellement le freinage des trains (2).

**Longueur des rails. Joints. Soudures.** — La partie faible d'une voie, c'est le joint, parce que, quel que soit le mode d'éclissage, on ne peut obtenir la même résistance en ce point que dans le restant du rail. On est donc conduit à rechercher l'emploi de rails de grande longueur, qui réduisent le nombre des joints ainsi que les dépenses d'éclissage.

Les premiers rails en acier mis en service avaient la même longueur que les rails en fer qu'ils étaient destinés à remplacer, soit 5 m. 50 et 6 mètres. On craignait, en augmentant leur longueur, de rendre leur remplacement plus difficile et plus onéreux. Devant les résultats obtenus au bout de quelques années, les ingénieurs n'hésitèrent plus et demandèrent aux usines des barres de 12 mètres de longueur, couramment employées depuis 1883.

(1) Dans les tunnels mal ventilés, très humides, on estime que le matériel, rails, éclisses, coussinets, selles, doit être remplacé tous les 15 ans au maximum. Pour éviter cette usure, au Midland-Railway, on peint les rails au minium, 3 couches avant la pose et 1 couche après. Cette pratique aurait augmenté la durée des rails de 30 à 50 p. 100. Au P.-L.-M., on goudronne à chaud, avant la pose, les rails neufs et leurs attaches, mais pour que ce procédé fût efficace, il faudrait le renouveler au moins deux fois par an sur place.

(2) Sur les lignes du genre Métropolitain, cette usure, dans certaines parties de voies, dépasse toute prévision.

Dans une courbe du chemin de fer Métropolitain de Boston, on a constaté, sur des rails ordinaires en acier, une usure du champignon supérieur de 19 mm. 5 en 44 jours. Aussi a-t-on été amené à essayer des rails d'un métal plus résistant : acier au nickel, acier au manganèse. C'est ce dernier qui paraît le plus résistant, car un rail de cette nature, placé dans les conditions indiquées précédemment, n'a donné que 5 millimètres d'usure après 247 jours d'emploi. Mais le prix de ces rails est très élevé.

Depuis lors, la tendance s'est accentuée et plusieurs Compagnies ont mis en service des rails de 18 mètres et 22 mètres de long, qui sont employés de préférence sur les ponts métalliques, dans les tunnels ou sur des lignes particulièrement chargées. Le P.-L.-M. a même commencé l'essai de barres de 24 mètres représentant le maximum de longueur que l'on peut obtenir avec l'outillage métallurgique actuel.

En Angleterre, la longueur générale des rails est de 30 pieds (9 m. 15). On en fait également de 36 et de 40 pieds (11 mètres et 12 m. 20). La même longueur paraît également être adoptée aux Etats-Unis, quoique sur certaines lignes on emploie un rail de 45 pieds (13 m. 72).

Certains ingénieurs américains ont préconisé la suppression totale des joints des rails en soudant leurs abouts, et M. Brillé (1) estime que si les rails sont solidement tenus, cela ne présente aucun inconvénient. Il fait ressortir que le coefficient de dilatation de l'acier étant de 0,00012, l'allongement par mètre courant pour une variation de température de 30° est de 0 m. 00036, et que si cet allongement ne peut se produire ou si la contraction est rendue impossible, le rail n'est soumis en somme qu'à un effort intérieur de 0,00036 E (2), ou  $0,00036 \times 20.000 = 7$  kil. 200 par millimètre carré.

Ces résultats seraient plus que satisfaisants s'ils étaient confirmés par l'expérience; le fait est loin d'être acquis et si l'application de cette idée a été réalisée sur quelques lignes de tramways de grandes villes, comme Paris, Berlin, Lyon, Le Havre, Marseille, etc., c'est parce que les rails sont encastrés solidement dans la chaussée et échappent par là partiellement aux effets de la température, tout en résistant mieux transversalement. Il n'en est pas de même sur les voies principales des chemins de fer et l'on s'est borné jusqu'ici à faire sur des voies accessoires, quelques essais du joint Falck en vue de diminuer le nombre des joints, mais non de les supprimer (3).

Ce système n'est d'ailleurs pas, à proprement parler, une soudure de rails : c'est la réunion de deux rails, dont on a rapproché les extré-

---

(1) *Revue des Sciences pures et appliquées*, novembre 1898.

(2) Coefficient d'élasticité du métal égal à 20.000 environ pour l'acier.

(3) Voir *L'Ingénieur-Constructeur*, n° 7, de 1903, « Rails continus », par Imbert.

mités le plus possible, par un bloc de fonte que l'on coule, incandescente, dans un moule posé à l'emplacement de l'éclissage ordinaire. La fonte provient d'un cubilot mobile installé sur un chariot *ad hoc*, que l'on conduit le plus près possible des lieux d'opération.

Actuellement, on réalise de préférence cette soudure de rails de tramways par le procédé Goldschmidt, dit aluminothermie qui est exploité par une société particulière.

**Cheminement des rails.** — Indépendamment du glissement des rails sur leurs appuis, dû à la dilatation ou au retrait du métal occasionné par les variations de température, il y a ce que l'on nomme le *cheminement* dû aux efforts longitudinaux dont nous avons parlé.

Il est bien rare que ce cheminement soit égal dans les deux files de rails d'une même voie, c'est pour ce motif que l'on constate assez souvent dans des voies posées depuis plusieurs années des joints ne se trouvant plus sur une même perpendiculaire à l'axe de la voie. M. Coüard a publié, dans la *Revue Générale des Chemins de fer*, une étude très détaillée à ce sujet. Son analyse nous entraînerait trop loin.

Les causes du cheminement sont multiples et complexes. On constate que ce phénomène se produit dans le sens de la marche des trains les plus rapides et les plus chargés; qu'il est plus accentué dans les pentes que dans les rampes; que dans les courbes le grand rayon se déplace plus que le petit. On remarque également que ce cheminement est plus grand dans les lignes à double voie, c'est-à-dire celles parcourues toujours dans le même sens, que dans les voies uniques où un état d'équilibre semble se produire par l'effet de la marche dans les deux sens; enfin, il se fait sentir davantage dans les premières années qui suivent la pose.

Au point de vue pratique et sauf dans les lignes à profil très accidenté, le système actuel d'éclissage, complété dans certains cas par l'emploi de selles-arrêt dans la pose Vignole, suffit pour remédier à ces déplacements et dans une voie bien posée on n'a guère à s'en préoccuper.

Sur la ligne, à voie de 1 mètre, du Fayet à Chamonix, ouverte le 1<sup>er</sup> juillet 1901, posée avec des rails Vignole en acier de 12 millimètres, pesant 34 kil. 400 le mètre, et dont le profil présente des rampes de 90 millimètres (dont une de 2.155 mètres de longueur) franchies par simple adhérence, il est évident que les moyens ordinairement

employés n'auraient pas suffi à empêcher le cheminement de la voie. Aussi la Compagnie P.-L.-M. a-t-elle complété ses procédés habituels par la construction de heurtoirs maçonnés (fig. 7) espacés de 100 mètres en intercalant entre eux un certain nombre d'autres heurtoirs composés, comme les premiers, de deux coupons de rails de 1 m. 20 de longueur, mais qui, au lieu d'être noyés dans une maçonnerie,

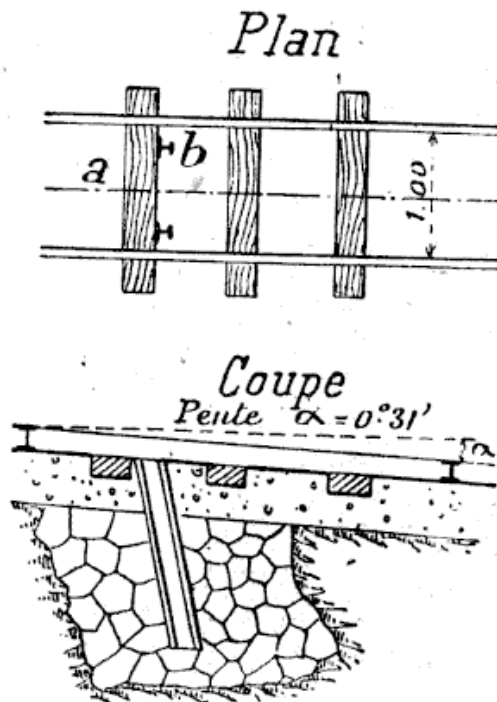


FIG. 7.

sont simplement enfoncés dans la plate-forme et coincés fortement avec des moellons.

Ces derniers ont donné un meilleur résultat que les premiers, probablement parce qu'ils sont plus élastiques, fléchissant sous l'action des charges remorquées, mais reprenant, aussitôt qu'elle cesse, leur position première.

### RAILS « STANDARD »

**Forme des rails.** — Ces rails prévus sont des rails Vignole dont le poids varie avec l'importance des voies dans lesquelles ils doivent être employés.

#### Profils, poids et dimensions des rails.

Le type de 26 kilos (fig. 8) est destiné aux voies étroites.

Le type de 36 kilos (fig. 9) est prévu pour les voies normales à faible circulation.

Le type de 46 kilos (fig. 10) est réservé pour les voies normales à grande circulation.

Indépendamment des trois types courants de rails indiqués ci-dessus, les réseaux ont adopté un type de rail de 55 kilos (fig. 11) pour les voies dans la traversée des souterrains.

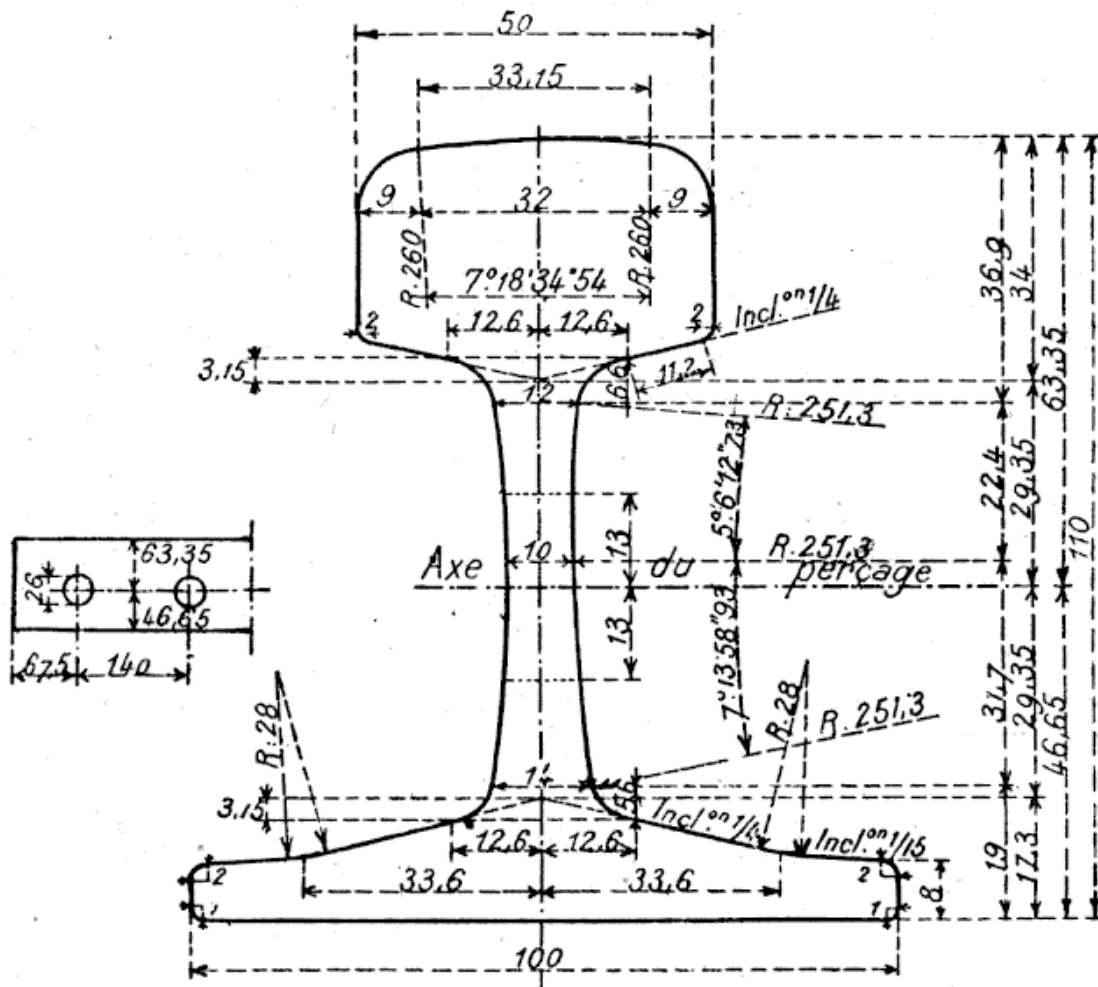


FIG. 8.

Rail « Standard » de 26 kilos.

Section du rail : 3,346 mm<sup>2</sup>.

Poids par mètre : 26 kil. 101.

Distance de l'axe neutre au sommet $v$ .....	56,45
Distance de l'axe neutre à la base $g$ .....	53,55
Moment d'inertie $I$ .....	0,00000551507
Moment de résistance par rapport au sommet $\frac{I}{v}$ .....	0,000097617
Moment de résistance par rapport à la base $\frac{I}{g}$ .....	0,000102904

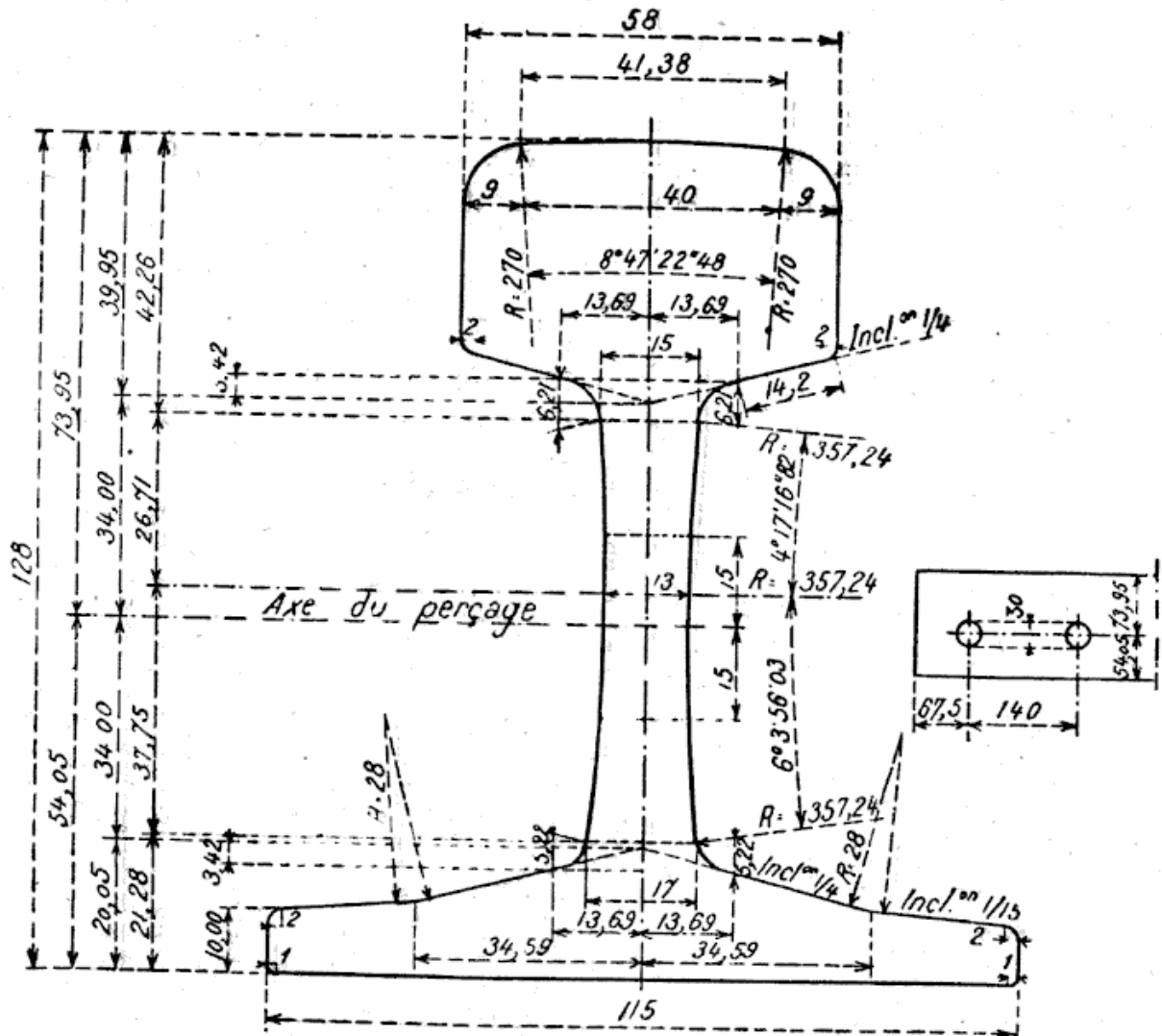


FIG. 9.

Rail « Standard » de 36 kilos.

Section du rail : 4,627 mm<sup>2</sup>.

Poids par mètre : 36 kil. 090.

Distance de l'axe neutre au sommet $v$ .....	65,65
Distance de l'axe neutre à la base $g$ .....	62,35
Moment d'inertie $I$ .....	0,000010090673
Moment de résistance par rapport au sommet $\frac{I}{v}$ .....	0,000153704
Moment de résistance par rapport à la base $\frac{I}{g}$ .....	0,000161839



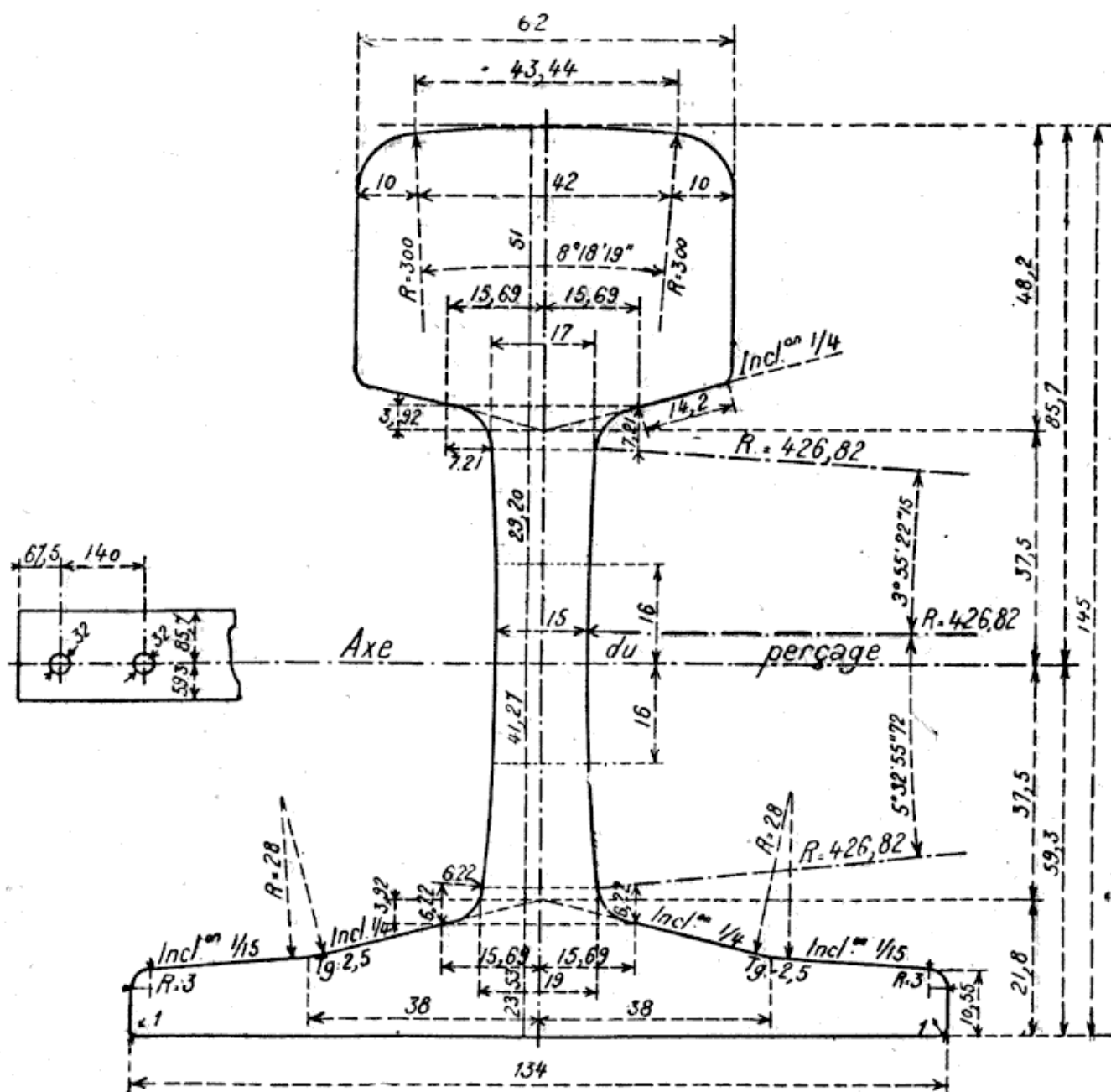


FIG. 10.

Rail « Standard » de 46 kilos.

Section du rail : 5,900 mm<sup>2</sup>.

Poids par mètre : 46 kil. 020.

Distance de l'axe neutre au sommet <i>v</i> .....	74,2
Distance de l'axe neutre à la base <i>g</i> .....	70,8
Moment d'inertie <i>I</i> .....	0,000016200972
Moment de résistance par rapport au sommet $\frac{I}{v}$ .....	0,000218342
Moment de résistance par rapport à la base $\frac{I}{g}$ .....	0,000228827

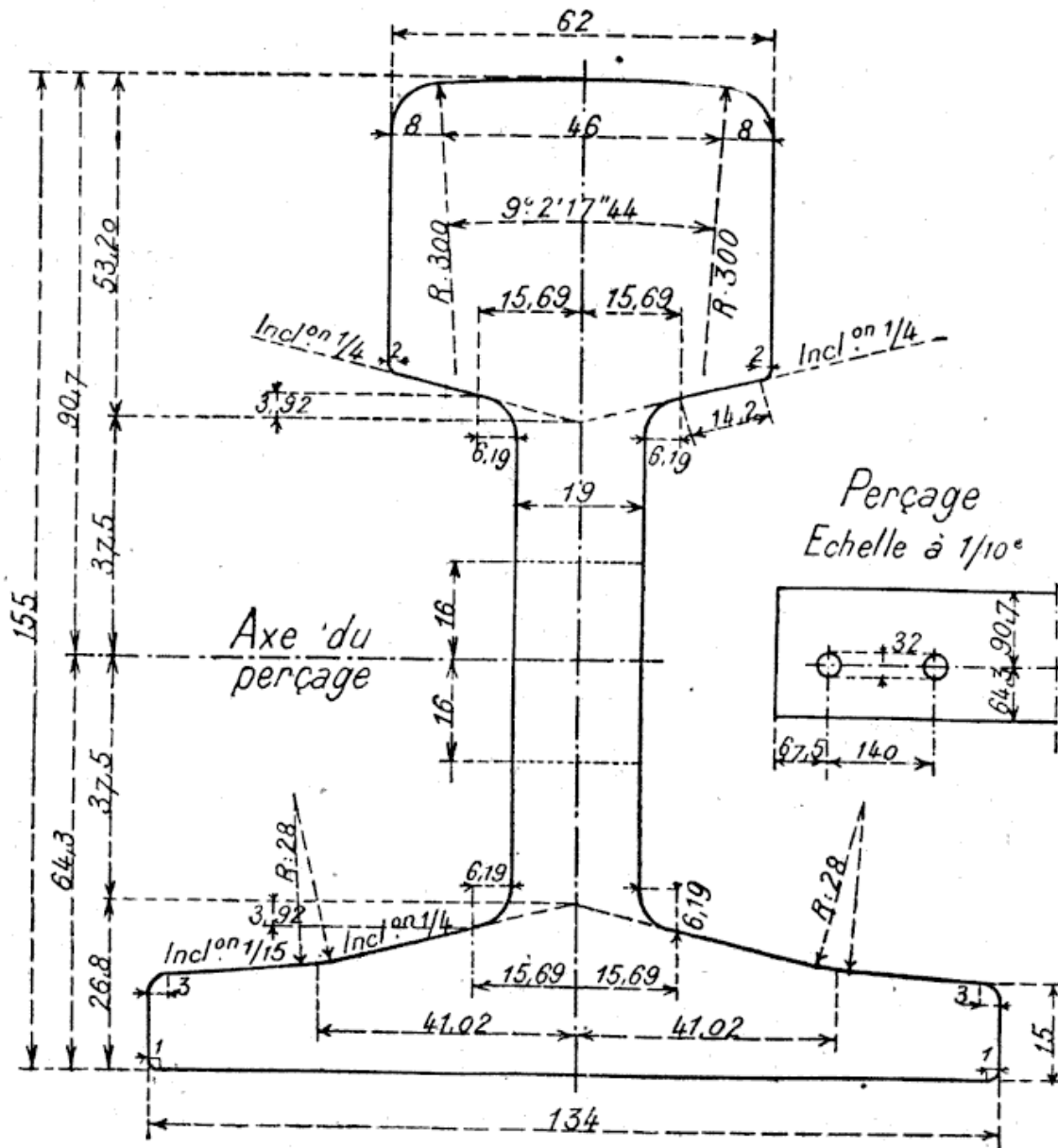


FIG. 11.

Rail « Standard » de 55 kilos

Section du rail : 7,075 mm<sup>2</sup>.

Poids par mètre : 55 k. 185.

Distance de l'axe neutre au sommet $v$ .....	82,8
Distance de l'axe neutre à la base $g$ .....	72,2
Moment d'inertie $I$ .....	0,000021864865
Moment de résistance par rapport au sommet $\frac{I}{v}$ .....	0,000264068
Moment de résistance par rapport à la base $\frac{I}{g}$ .....	0,000302837

Les nouveaux types adoptés diffèrent des rails anciennement employés, surtout :

— Par l'inclinaison des portées d'éclissage qui se trouve réduite à  $1/4$ ;

— Par l'épaisseur de l'âme qui a une forme cintrée, mince dans la partie voisine de la fibre neutre et plus épaisse près du champignon et du patin;

— Par les dimensions du patin qui est un peu plus large que dans les anciens rails

**Métal des rails.** — Les grands réseaux ont été invités à compléter la standardisation géométrique par la standardisation chimique, physique et mécanique.

Un cahier des charges unique est en préparation, mais n'est pas encore paru

**Longueur des rails.** — La standardisation des rails prévoit que la longueur de chaque barre devra être normalement de 18 mètres ou, en tous cas, d'un multiple de 6 mètres.

## ÉCLISSES

### A. — ÉCLISSES ACTUELLEMENT EMPLOYÉES

On nomme *éclisses* deux armatures en fer ou en acier laminé, destinées à relier, au moyen de boulons, les extrémités des rails et assurer ainsi la continuité de la voie. Elles s'appliquent contre l'âme du rail au-dessous du champignon supérieur, de manière à ne pas être heurtées par les roues des véhicules, au passage des trains. Elles sont, en général, percées de quatre trous, d'un diamètre égal ou légèrement supérieur à celui des boulons, et correspondant à ceux qui sont percés aux extrémités des rails.



FIG. 12.

Les éclisses sont avec ou sans rainure, simples ou renforcées. Une paire d'éclisses se compose de deux éclisses que l'on désigne sous le nom: l'une d'éclisse intérieure, l'autre d'éclisse extérieure. L'éclisse à rainure, destinée généralement à recevoir la tête en fer du boulon et l'empêcher de tourner au moment du serrage, se pose

habituellement à l'extérieur de la voie. Les écrous des boulons se trouvant à l'intérieur de la voie, toujours moins garni de ballast que les

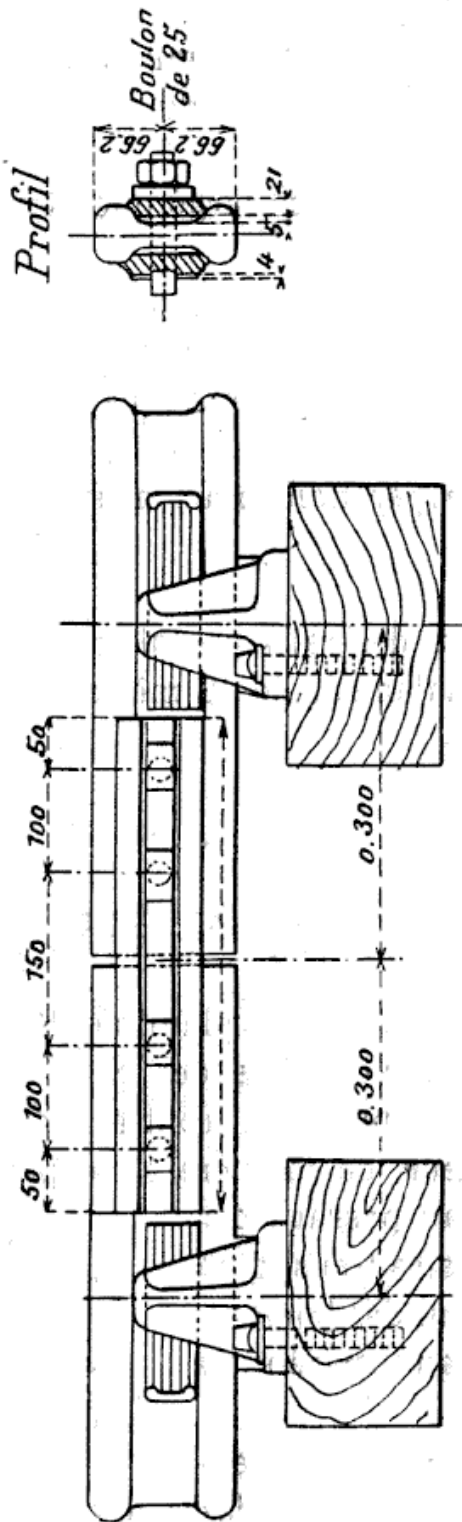


FIG. 13.  
Eclisses ordinaires pour rails D. C. de 38 kilos (P.-O.), pesant 9 kil. 600 la paire;

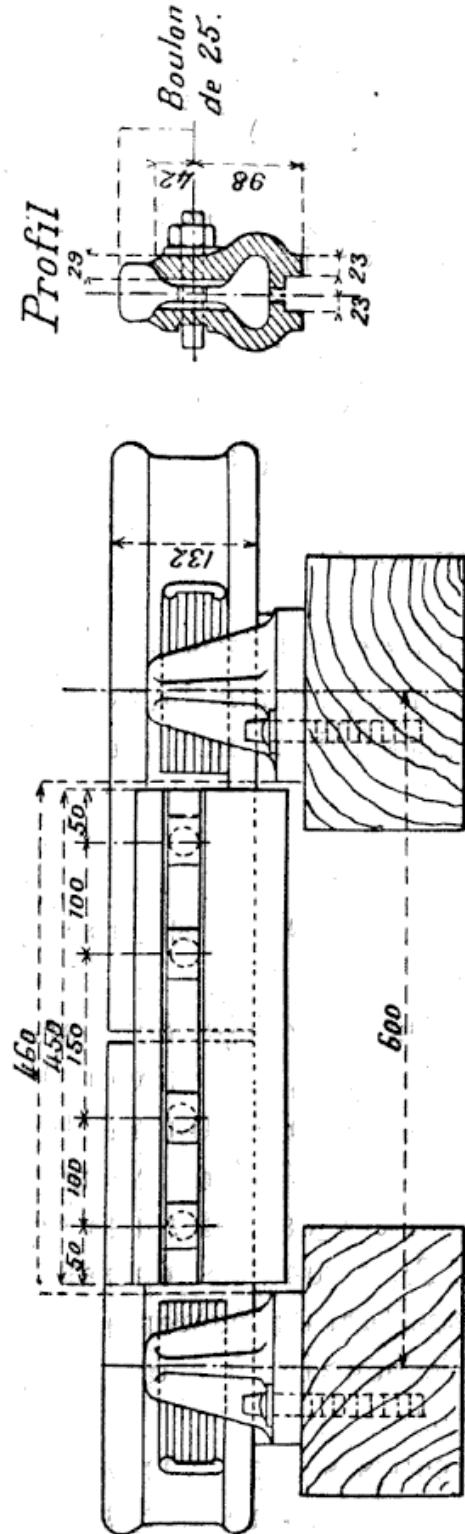


FIG. 14.  
Eclisses renforcées pour rails D. C. de 38 kilos (Etat) pesant 23 kil. 500 la paire.

côtés, sont plus faciles à surveiller (fig. 13 à 19). Lorsque l'éclisse destinée à recevoir la tête du boulon ne porte pas de rainure, les trous

sont alors ovalisés pour permettre à un ergot porté par le boulon de s'y localiser et maintenir ce dernier pendant le serrage.

Le P.-L.-M. emploie des éclisses (fig. 18 et 24) percées de trous ronds: le boulon est maintenu par sa tête, de forme spéciale, qui bute sur le patin du rail.

L'éclisse ordinaire ou simple est aujourd'hui complètement abandonnée et si on en rencontre dans les voies, c'est simplement pour user les quantités déjà posées ou approvisionnées.

L'éclisse renforcée, de différents modèles, a été créée en vue de donner une plus grande rigidité à l'assemblage des extrémités des rails qui est resté le point délicat d'une voie. En même temps, elle s'oppose au cheminement des rails en venant buter par sa partie inférieure contre les semelles des coussinets (fig. 14, 15) dans la pose à double champignon, soit sur la tête des tirefonds des traverses de joint (fig. 19) dans la pose Vignole.

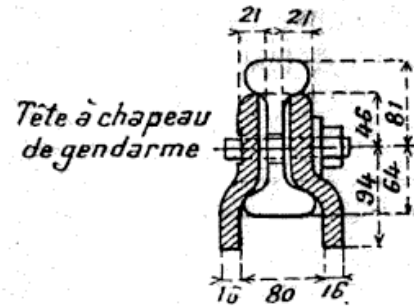


FIG. 15.

Eclisse pour rails D. S. de 40 kilos (Etat), pesant 19 kil. 50 la paire. (La longueur et le mode de pose de ces éclisses sont semblables à celles de la figure 13. Le profil figuré ci-contre seul varie).

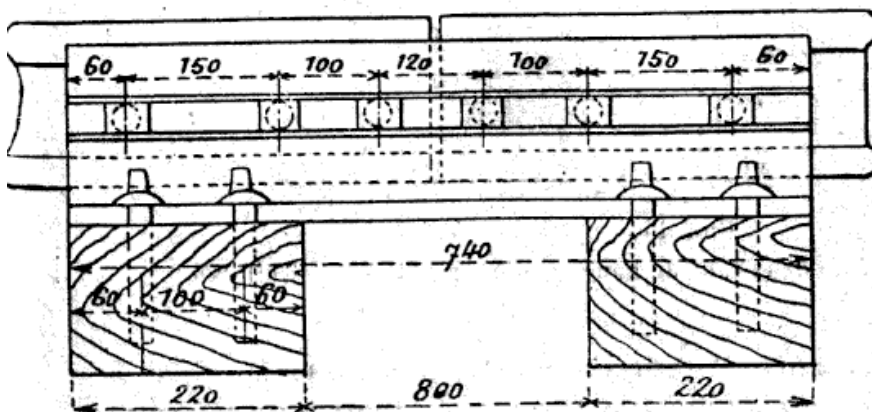
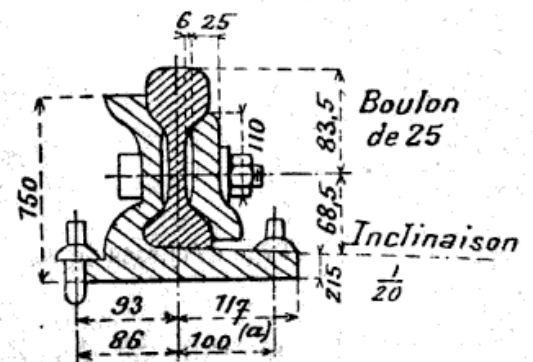


FIG. 16.

Eclisses à patin pour rails D. S. de 46 kil. 250 (Ouest-Etat), pesant 65 kil. 900 la paire.

NOTA. — Les éclisses employées sur les lignes Courcelles-Champ-de-Mars et les Invalides-Versailles ont le même profil. La cote *a* seule diffère; elle est portée à 129 millimètres. Ce modèle pèse 96 kilos la paire, comporte 10 boulons d'éclisses à 1 m. 50 de longueur.



Dans quelques réseaux, pour avoir un assemblage plus rigide et pour s'opposer le plus possible à tout déplacement longitudinal de la voie, on a rendu absolument solidaires les éclisses des traverses comme au P.-L.-M. (fig. 18), en les tirefonnant sur ces dernières, mais ce système

fatigue beaucoup les tire-fond, les ébranle et les fait « tourner fous » au bout de peu de temps.

Dans d'autres Compagnies, comme l'Ouest-Etat, en vue d'éviter dans la pose D. C. de trop grands porte-à-faux, inévitables avec l'éclissage habituel, on emploie des éclisses à patin supprimant les coussinets des traverses sur lesquelles elles viennent reposer (fig. 16). Cette disposition coûteuse n'a pas procuré jusqu'ici des résultats bien avantageux, à cause du martelage qui se produit sur les parties métalliques en contact.

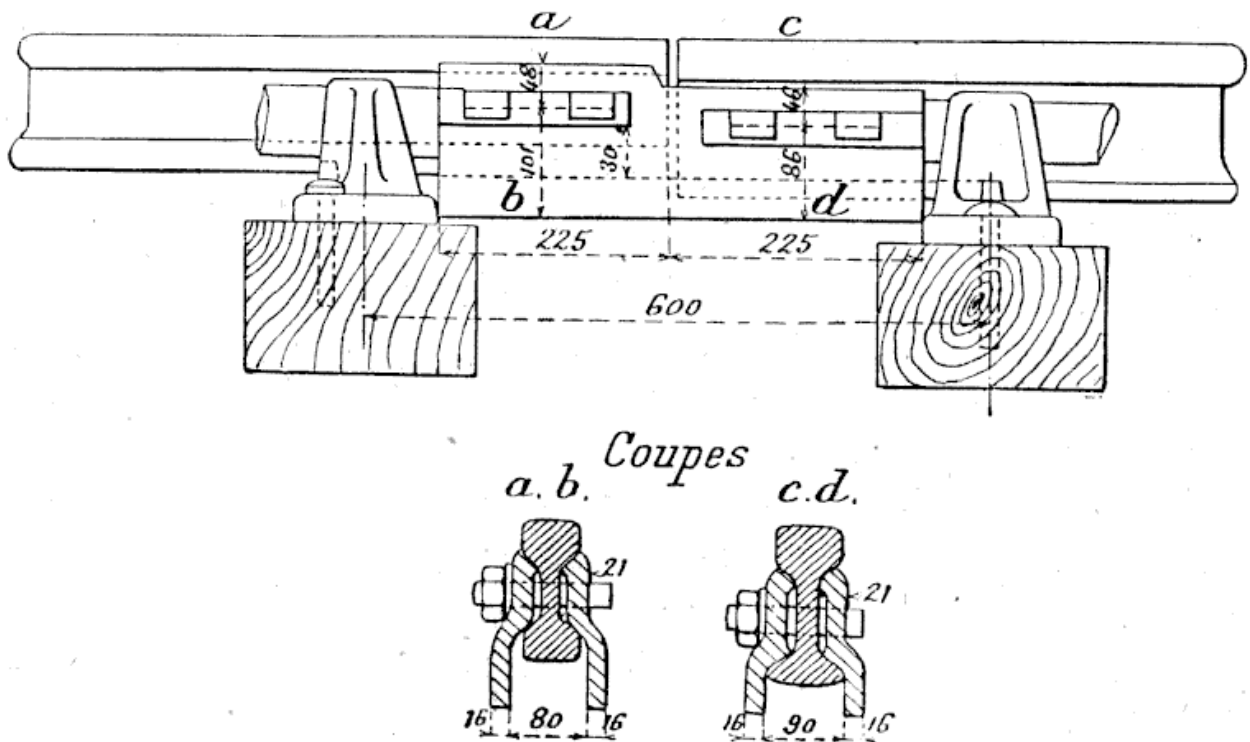


FIG. 17.

Type d'éclisses de raccord de deux rails de hauteur différente. Poids : 18 kil. 200.

Le chemin de fer du Saint-Gothard emploie une éclisse spéciale à support représentée par la figure 20, pour soutenir le joint plus efficacement. Les bouts des rails sont supportés, en dessous, par deux clavettes à plan incliné reposant dans une mortaise de l'éclisse. Le serrage est obtenu par l'enfoncement plus ou moins profond de la clavette supérieure.

Dans le même but, on emploie sur les chemins américains une éclisse embrassant presque entièrement le patin du rail (fig. 21). Mais, à l'heure actuelle, le système qui paraît aux Etats-Unis devoir se généraliser est l'éclissage représenté par la figure 22.

On a également créé divers types d'éclisses de raccord destinés à assembler les rails de types différents, de manière à avoir toujours la



table de roulement dans un même plan horizontal. De là est venue cette forme spéciale d'éclisses dont un type est représenté par la figure 17.

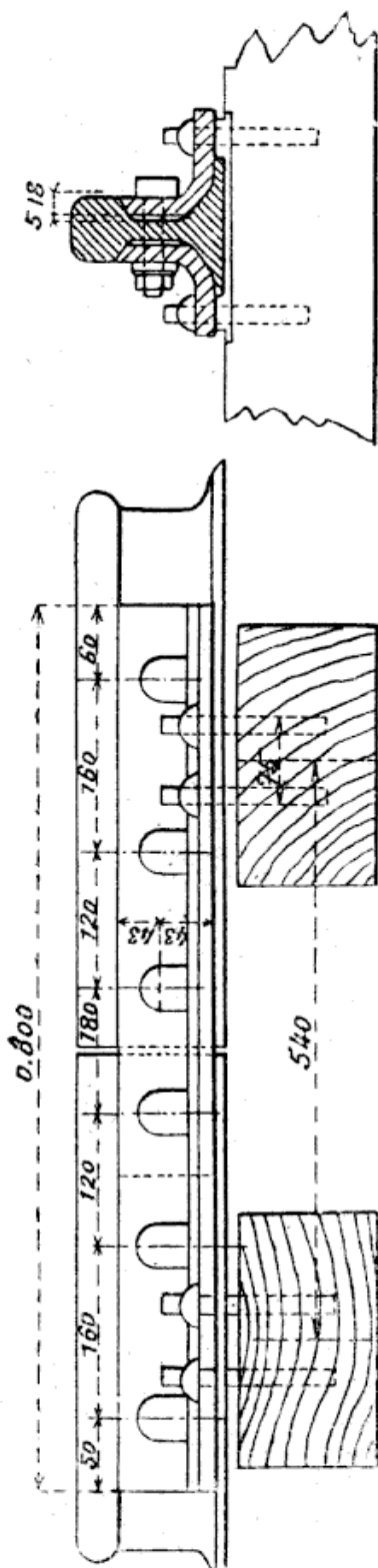


FIG. 18.

Eclisse pour rail Vignole de 47 kil. 250 (type P.-L.-M.). Poids : 30 kil. 800 la paire.

Le rail de 43 kil. 800 s'emploie avec une éclisse de même profil mais n'ayant que 675 millimètres et quatre boulons. Poids : 27 kil. 800 la paire.

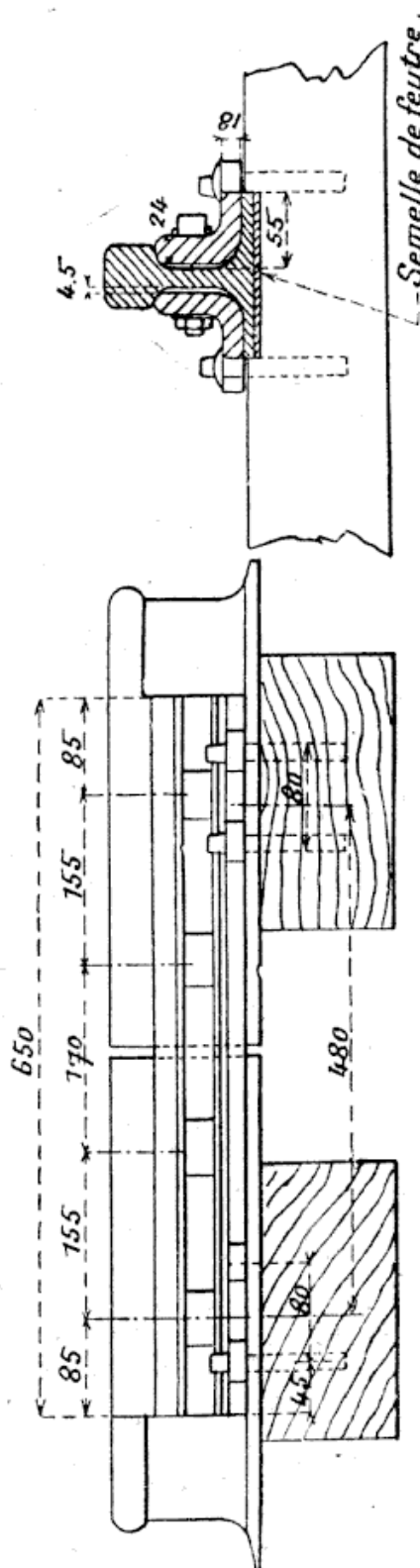
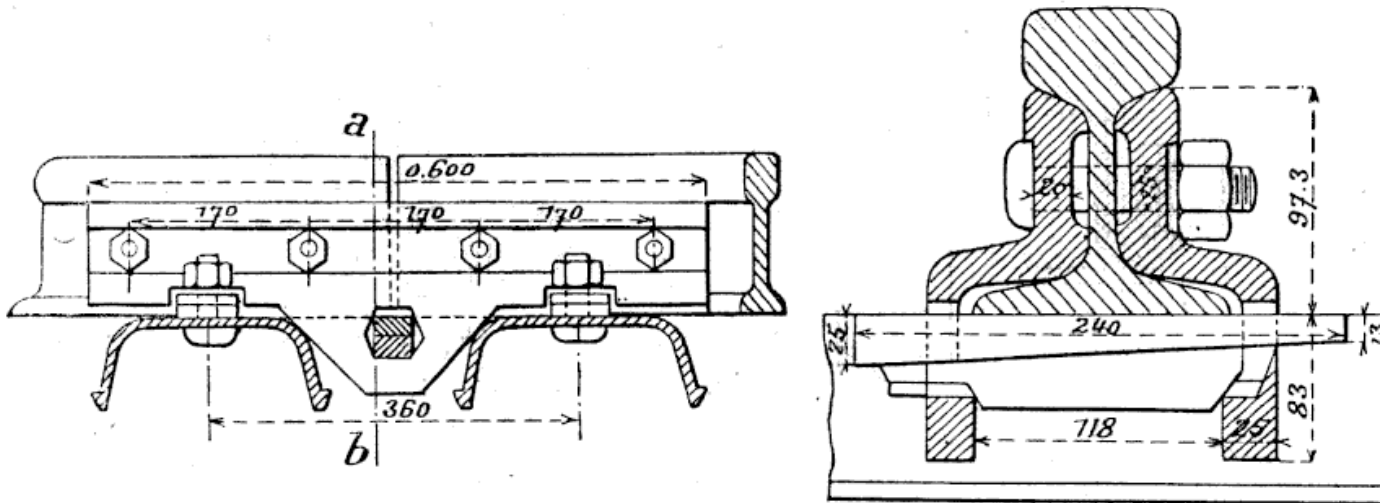


FIG. 19.

Eclisse pour rail Vignole de 43 et 45 kilos (type Nord).

L'éclissage le plus généralement employé dans les voies étroites est celui représenté par la figure 23.

Le poids des éclisses a subi une progression croissante considérable, puisque de 9 kil. 500 la paire, il est passé à 25 kil. 560, abstrac-



ÉLÉVATION

FIG. 20.

COUPE *ab*

Eclisse support du Chemin de fer du Saint-Gothard.

tion faite de l'éclisse-coussinet spéciale de l'Ouest, qui pèse 65 kil. 900.

Les éclisses se font actuellement en acier auquel on demande une résistance de 65 kilos par millimètre carré, avec un allongement de 10 p. 100, mesuré sur une barrette de 100 millimètres de longueur. Les conditions de réception se complètent, comme pour les rails, par des épreuves au choc, à la flexion et à la rupture.

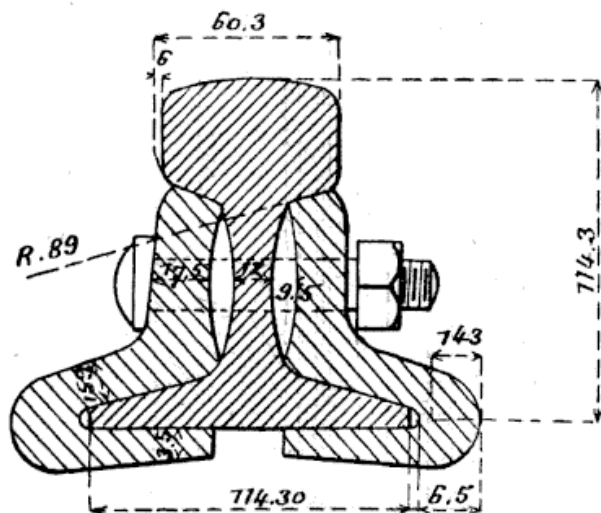


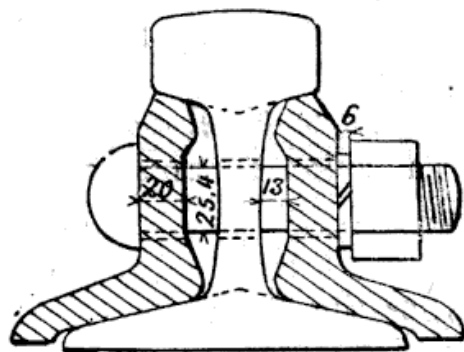
FIG. 21.

Eclisse à pont pour rail de 37 kilos de 610 millim. de longueur à quatre boulons.  
(Type des Chemins de fer américains.)

L'usure de ce matériel, en dehors des cas accidentels, est insignifiante : elle se produit néanmoins dans les trous et sur les portées d'éclissage, mais on peut dire que les remplacements faits jusqu'à ce

jour ont été surtout provoqués par le changement de type des rails ou de l'éclisse elle-même.

Coupe ab.



Plan

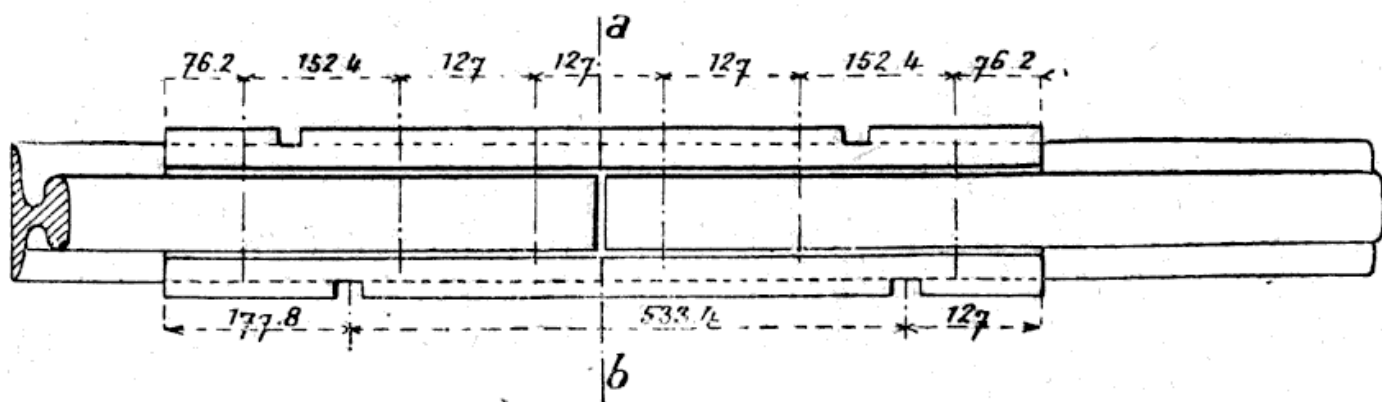


FIG. 22.

Eclissage du rail de 85 livres par yard (42 kil. 200) des *Chemins de fer américains*.  
Eclisses cornières à six boulons.

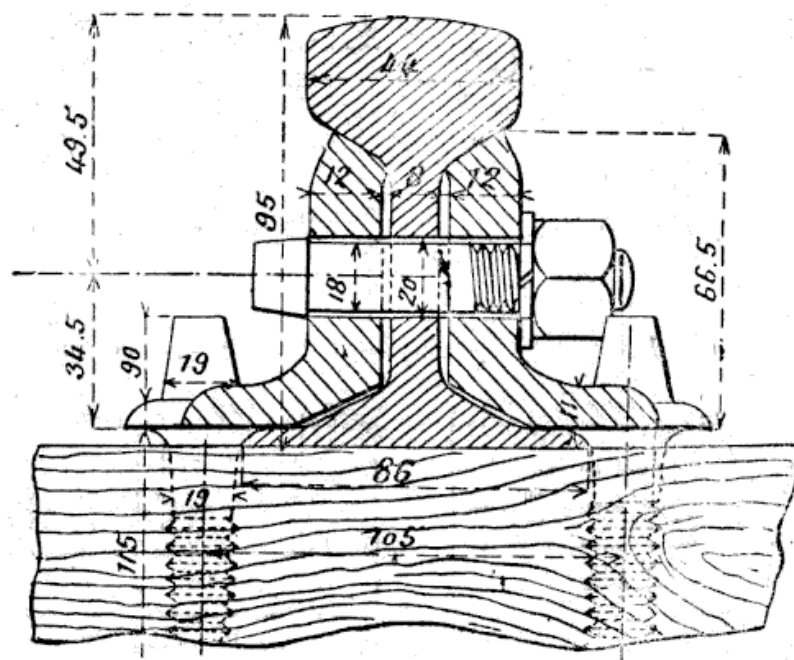


FIG. 23.

Coupe de l'éclissage d'un rail Vignole de 18 kil. 250.  
Eclisses cornières à quatre boulons (type *Tramways de la Vendée*).

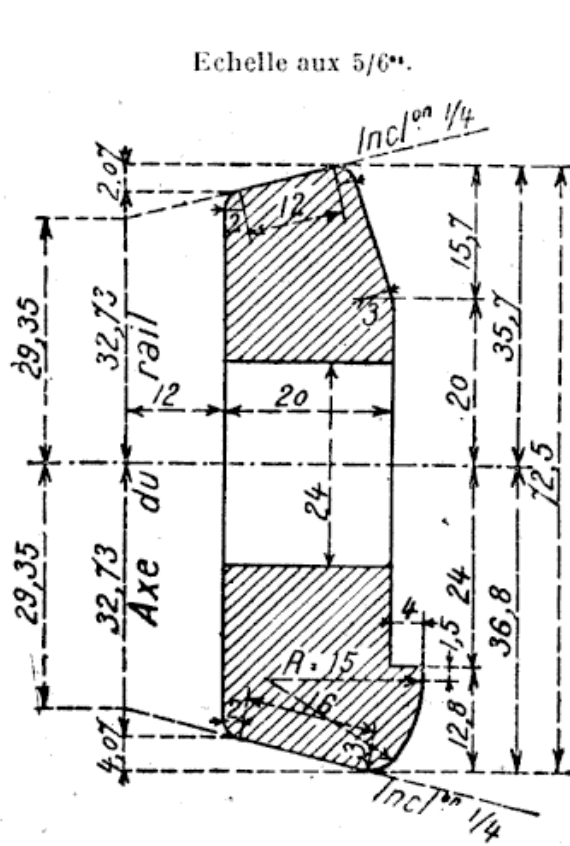
B. — ECLISSES « STANDARD »

Les études pour l'unification du matériel des voies des chemins de fer français ont conduit à l'adoption de trois types d'éclisses plates devant varier avec le type de rail.

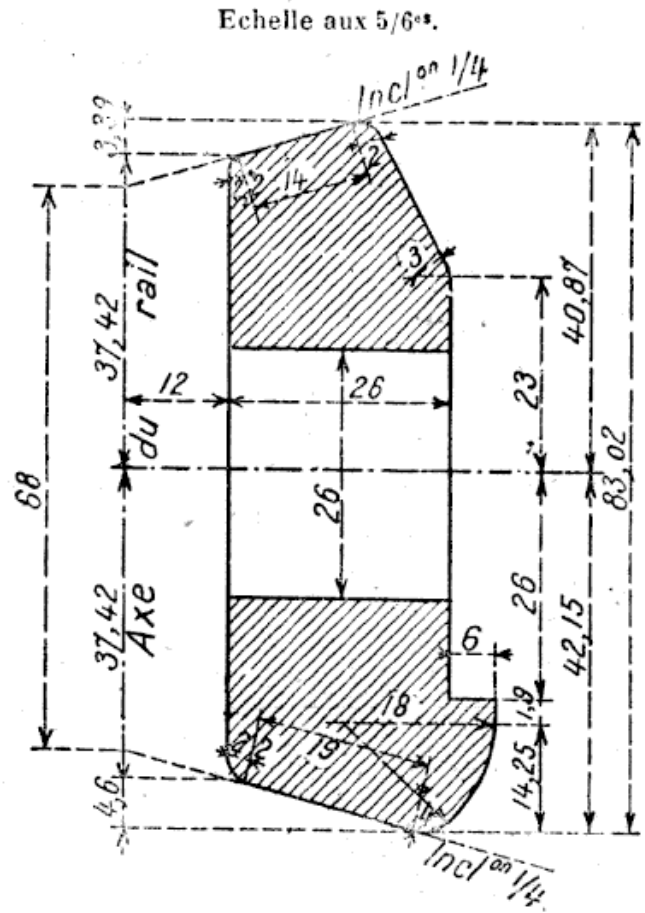
On aura ainsi :

Eclisse pour rail de 26 kilos (fig. 24);

Eclisse pour rail de 36 kilos (fig. 25);



Poids approximatif : 5 kil. 800.



Poids approximatif : 8 kil. 830.

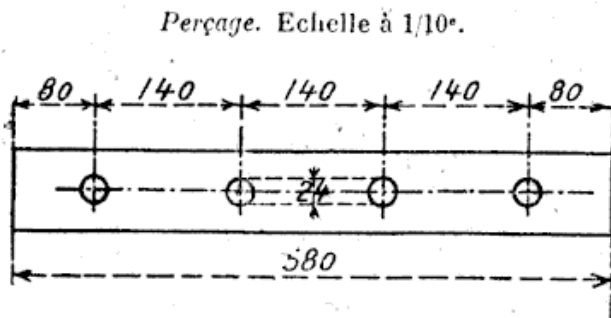


FIG. 24.

Eclisse ordinaire pour rail « Standard » type 26 kil.

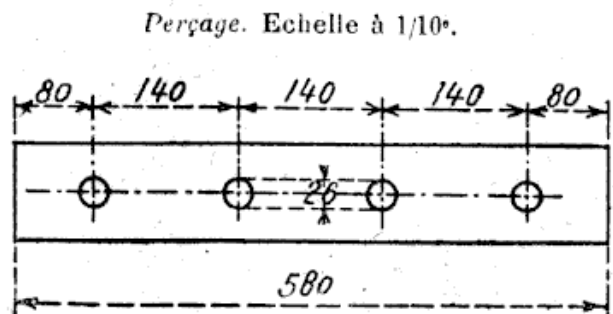
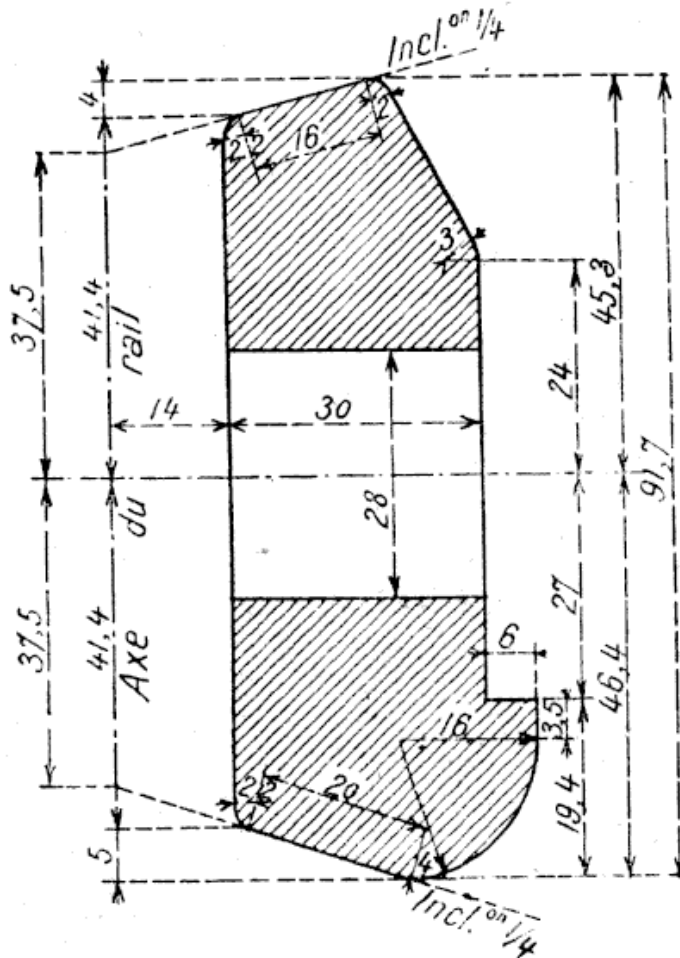


FIG. 25.

Eclisse ordinaire pour rail « Standard » type 36 kil.

Eclisse pour rails de 46 kilos ou de 55 kilos (fig. 26).

Echelle aux 5/6<sup>es</sup>.



Poids approximatif : 11 kil. 210.

Perçage. Echelle à 1/10<sup>e</sup>.

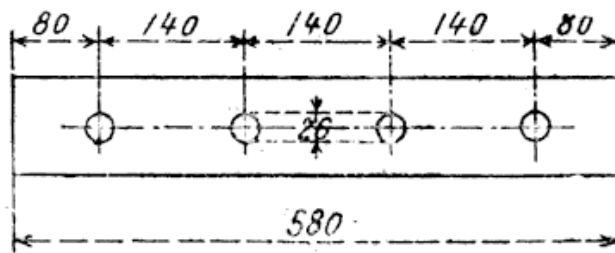


FIG. 26.

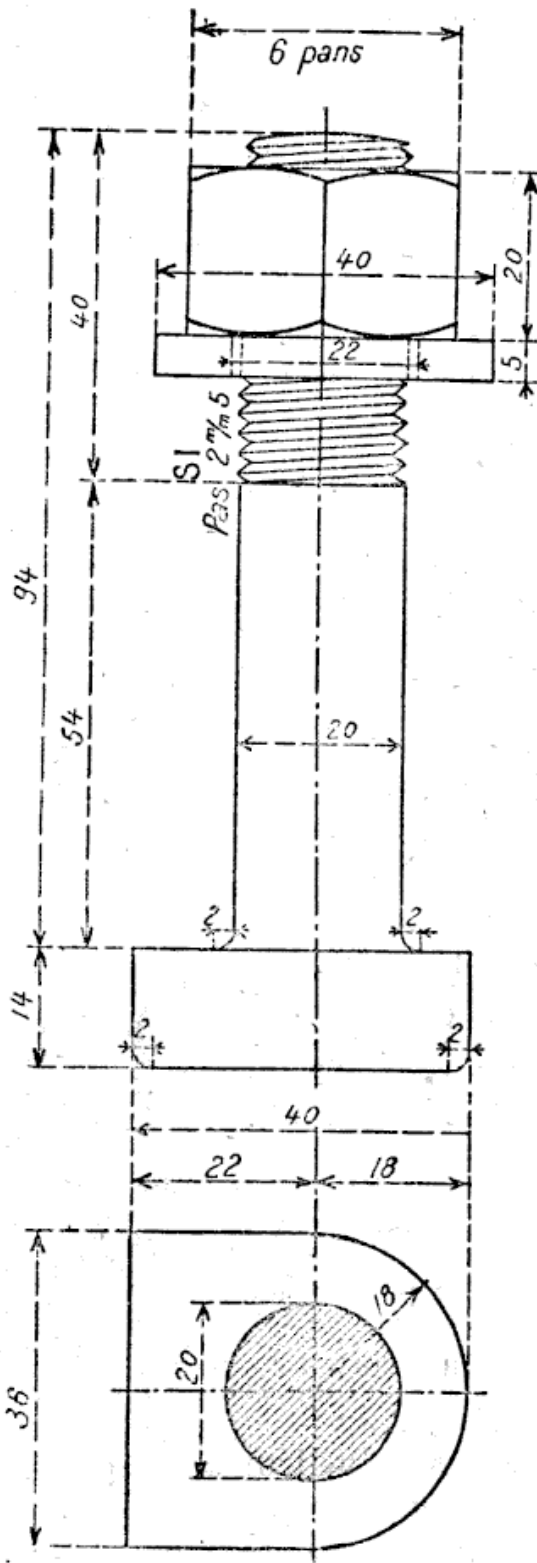
Eclisse ordinaire pour rail « Standard »  
type 46 et 55 kil.

Ces éclisses diffèrent des éclisses plates actuellement employées, par leur plus grande épaisseur.

**Boulons d'éclisse.** — Les boulons d'éclisse sont formés communément d'une tige cylindrique filetée à un bout et portant un écrou, terminée à l'autre extrémité par une tête de forme variable.

Echelle au x 5/6<sup>es</sup>.

Clé 32.



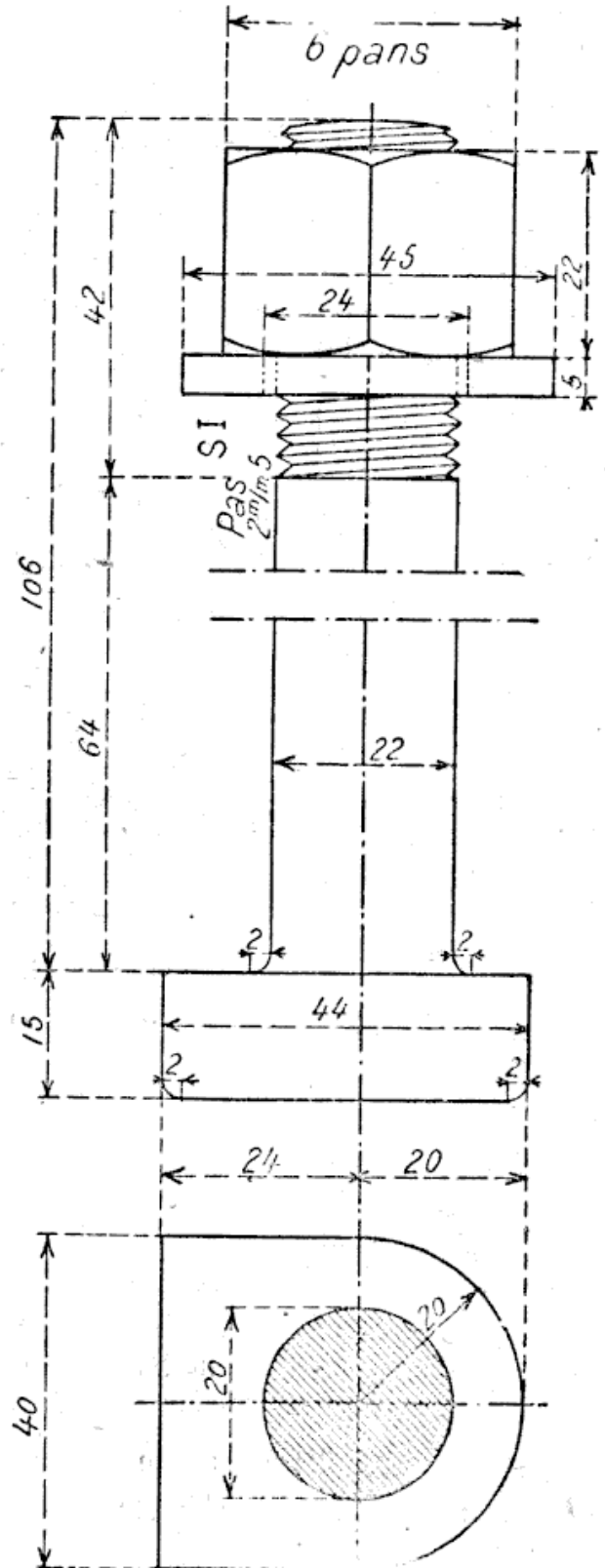
Poids : 0 kil. 486.

FIG. 27.

Boulon d'éclisse pour rail « Standard » type 25 kil.

Echelle aux 5/6<sup>es</sup>.

Clé 35.



Poids : 0 kil. 770.

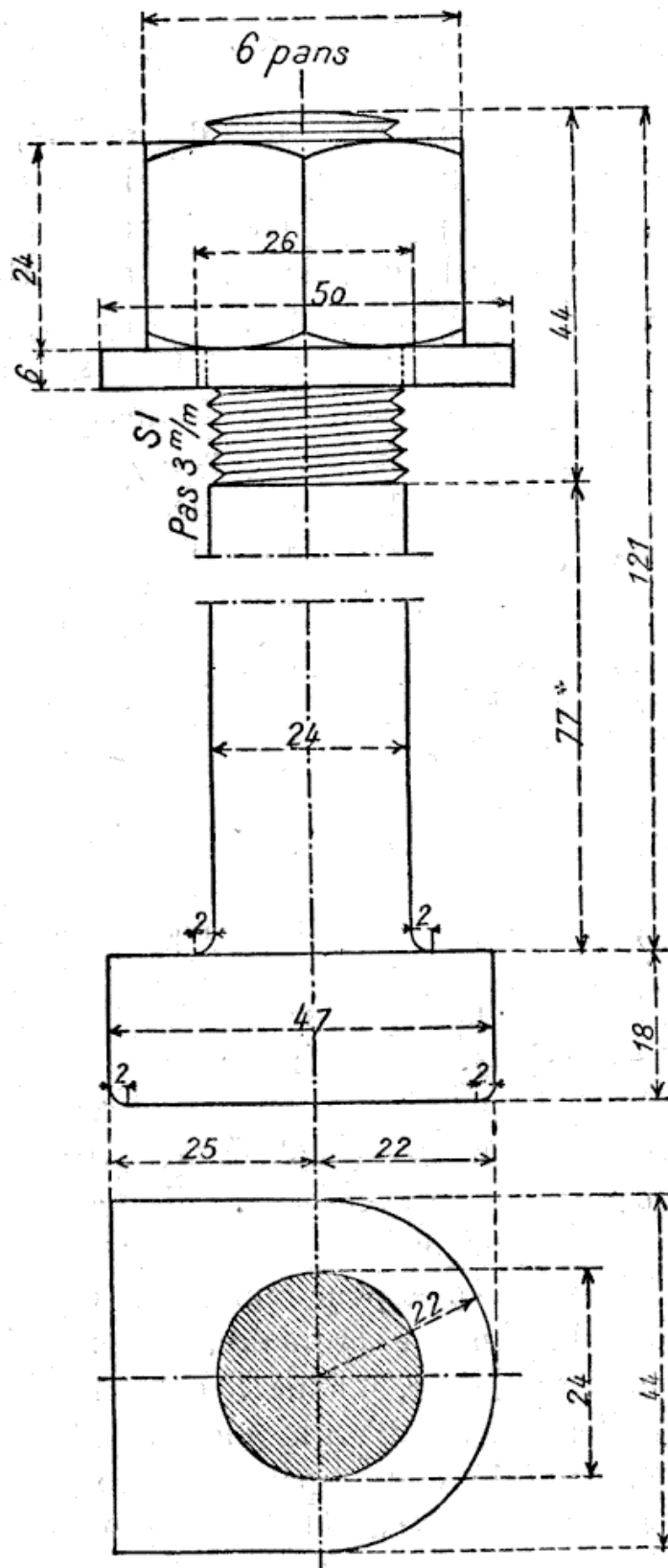
FIG. 28.

Boulon d'éclisse pour rail « Standard » type 36 kil.



Echelle aux 5/6<sup>es</sup>.

Clé 38.



Poids : 0 kil. 892.

FIG. 29.

Boulon d'éclisse pour rail « Standard » type 46 et 55 kil.

Les boulons standards, représentés ci-dessus (fig. 27, 28 et 29), diffèrent peu des boulons employés actuellement.

Les boulons sont destinés à assurer le serrage des éclisses contre le rail.

Leur nombre varie suivant le système de voie employé, de 4 à 10; habituellement on n'en emploie que 4 par paire d'éclisses.

Le filet a généralement pour section normale un triangle isocèle, avec les angles légèrement arrondis; cependant certains types présentent une section triangulaire dont un côté se rapproche davantage d'une perpendiculaire à l'axe longitudinal. Le pas varie généralement de 2,5 à 3 millimètres, avec une saillie de filet de 2 millimètres. La hauteur de l'écrou doit être telle que la pression par millimètre carré sur le filetage ne dépasse pas 1 kilogramme. Pratiquement, on fait la hauteur de l'écrou égale au diamètre de la tige non filetée.

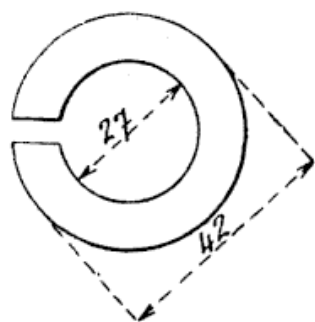


FIG. 30.

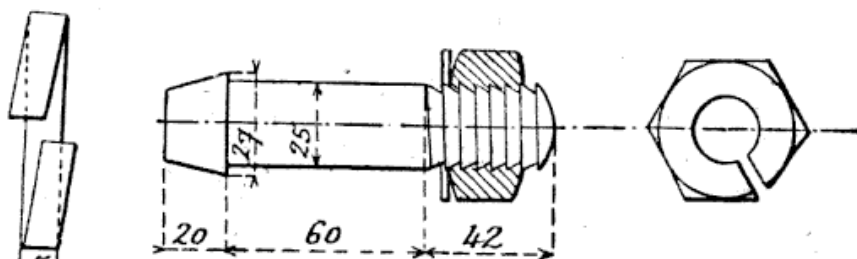


FIG. 31.

Boulons pour voie en rails de 38 et 40 kilos.  
Poids : 760 grammes.

Pour donner à l'écrou un meilleur appui sur l'éclisse et une plus grande résistance au desserrage, on interpose entre ce dernier et l'éclisse une rondelle cylindrique en fer plat de 40 à 50 millimètres et de 5 millimètres à 6 millimètres d'épaisseur environ.

La question du desserrage des écrous est une de celles qui ont beaucoup préoccupé les Ingénieurs. Aussi de nombreux inventeurs ont-ils proposé différents systèmes pour remédier à cet inconvénient.

Pour remplacer la rondelle ordinaire, on emploie sur certains réseaux une rondelle en acier, fendue et en forme de spire, de manière à former ressort (fig. 25). C'est la rondelle « Grower » du nom de son inventeur. Quoique son emploi paraisse aujourd'hui donner toute satisfaction, il ne s'est pas généralisé dans toutes les compagnies. Son prix est peu élevé; il est d'environ 0 fr. 02 pièce.

On a aussi essayé le boulon système Linet, dans lequel le filetage présente la forme indiquée figure 31 en vue de s'opposer plus effica-

cement au desserrage. L'écrou est fendu, avant son filetage, par un trait de scie, suivant un rayon et sur un des angles, dans le but d'en faire un ressort que l'on obtient soit en taraudant l'écrou à un diamètre plus petit, soit en le resserrant de l'épaisseur de la fente. Son prix, comparé avec celui du boulon ordinaire, est plus élevé de 0 fr. 06 environ.

Les boulons sont, en général, en fer; néanmoins, depuis deux ou trois ans, on commence à les demander en acier.

Les conditions de fabrication imposées aux fournisseurs sont habituellement les suivantes :

*Boulons en fer.* — Limite d'élasticité: 15 kilos. Résistance: 34 kilos. Allongement: 20 p. 100 sur une barrette de 200 millimètres de longueur faisant au minimum la section totale de la tige et au maximum 500 millimètres carrés.

*Boulons en acier.* — Pour les boulons en acier, on impose une résistance de 40 kilos avec une limite d'élasticité de 20 kilos et un allongement de 20 p. 100 à un barreau d'essai de mêmes dimensions que ci-dessus, ou bien on tourne la partie non filetée 1/2 millimètre plus faible que le diamètre du fond du filet, on visse l'écrou et on soumet ce boulon aux efforts de traction indiqués ci-dessus (limite d'élasticité 20 kilos et limite de rupture, 40 kilos).

La tête des boulons doit être refoulée dans la masse et le filetage obtenu avec la machine à tarauder en une seule passe.

Leur prix, variable avec les cours du métal, est aujourd'hui de :

300 francs la tonne pour les boulons d'éclisses en fer;

285 francs la tonne pour les boulons en acier employés avec les coussinets de traverses métalliques;

510 francs la tonne pour les boulons à embase des crapauds des traverses métalliques;

295 à 300 francs la tonne pour les boulons d'éclisses en acier.

**Coussinets.** — Le coussinet, dans la voie D. C., est l'intermédiaire de pression entre le rail et la traverse. Plus la surface de base est grande, plus la pression transmise par unité de surface est réduite. On peut donc dire qu'on n'est limité dans sa construction que par l'assiette que lui offre la traverse et par son prix de revient. On le fait ordinairement en fonte. Il présente une chambre assez grande, dont

la partie inférieure épouse la forme du rail. Cette chambre est limitée par deux mâchoires dont l'une, extérieure à la voie, est évasée pour faciliter l'introduction d'un coin ; l'autre, intérieure à la voie, est

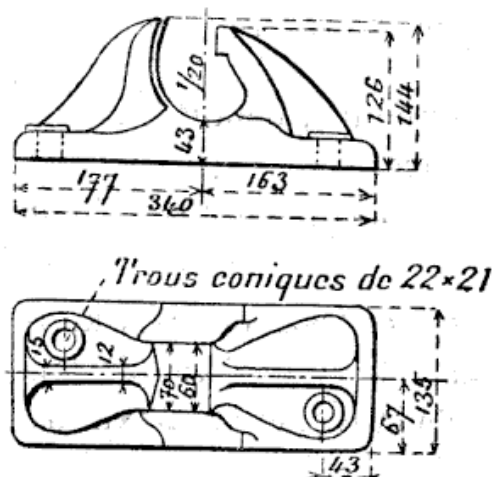


FIG. 32.

Pour rail D. C. de 38 kilos.  
Poids : 14 kil. 100.  
Surface de la base : 437 cent. carrés.

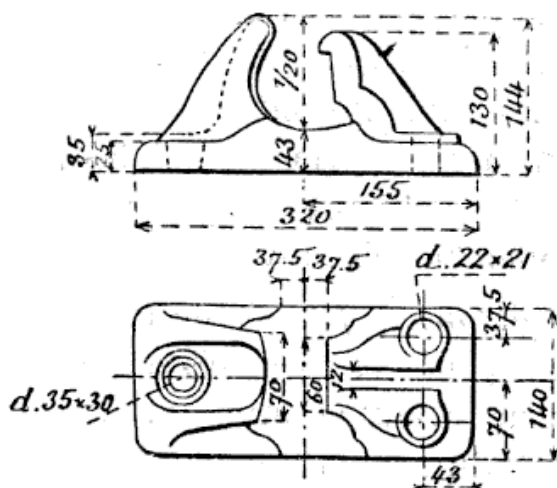


FIG. 33

Pour rail D. C. de 47 kilos.  
Poids : 14 kil. 700.  
Surface de la base : 448 cent. carrés.

moins haute, afin de ne pas être atteinte par le bandage des roues. Ainsi que le montrent les croquis des différents coussinets (fig. 32

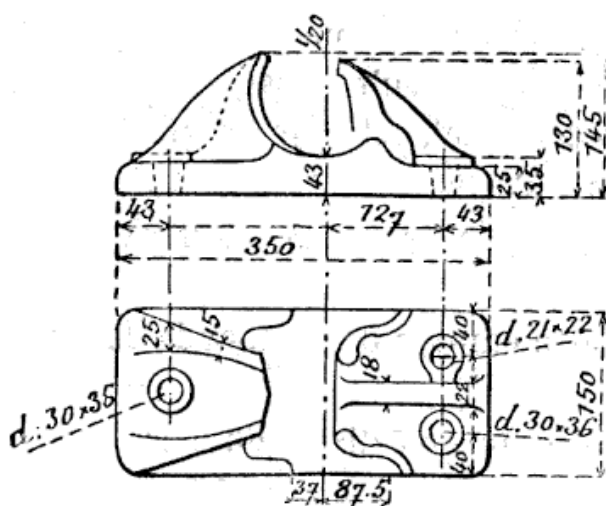


FIG. 34.

Pour rail D. S. de 40 kilos.  
Poids : 18 kilos.  
Surface de la base : 525 cent. carrés.

à 34), on voit que le rail ne porte directement que par trois points dans la chambre ; aux extrémités supérieure et inférieure de la mâchoire intérieure et sur la semelle ; il porte également sur la mâchoire extérieure par l'intermédiaire d'un coin. Cette disposition, nécessaire pour permettre facilement la pose et la dépose du rail et lui assurer un meilleur contact avec le coussinet, doit être aussi simple et aussi robuste que possible.

La chambre du coussinet est construite de telle façon que lorsqu'on laisse reposer sa semelle sur la table de sabotage horizontale de la traverse, le rail se trouve naturellement incliné de  $1/20^\circ$  à

l'intérieur de la voie, sur la normale à cette table. Elle doit être également assez large pour que l'épaisseur du coin, mesurée dans l'axe du coussinet, soit de 0,045 à 0,050.

L'épaisseur de la semelle est d'environ 43 millimètres et sa surface d'appui, qui primitivement était  $260 \times 90 = 234$  centimètres carrés avec le coussinet pour rail de 36 kilos, atteint aujourd'hui 0 mq. 0525 sur les traverses en bois et 0 mq. 0360 sur les traverses métalliques; de sorte que la pression transmise par unité de surface à la traverse reste encore dans de bonnes limites malgré l'augmentation notable du poids du matériel roulant et de l'accélération de vitesse des trains. Le réseau de l'Ouest-Etat emploie même avec le rail de 46 kil. 250, des coussinets ayant une semelle de  $410 \times 200$  donnant une base de 0 mq. 0820. La pression transmise par le rail à la traverse par cet intermédiaire n'est donc plus normalement que de  $\frac{8\ 000}{820}$ , soit un peu moins de 10 kilos par centimètre carré. On voit que ce n'est pas exagéré puisque les bois travaillant à la compression dans un sens perpendiculaire aux fibres peuvent pratiquement supporter par centimètre carré: chêne, 36 kilos; hêtre, 36 kilos; pin ou sapin, 22 kilos.

Les coussinets étaient autrefois attachés à la traverse par deux tire-fond; aujourd'hui, on les fixe plus généralement par trois. Leurs trous ont généralement 1 millimètre de conicité, pour faciliter leur fabrication. Le poids des coussinets a suivi la progression des autres parties du matériel. Ainsi, à la Compagnie P.-O., par exemple, le coussinet est passé de 9 kil. 700 à 18 kil. 600, soit une augmentation de près de 92 p. 100.

L'usure normale de ce matériel n'est pas rapide et on ne le réforme généralement, en dehors des ruptures accidentelles des mâchoires ou de la semelle, que par suite de l'ovalisation des trous des attaches. On a essayé de remédier à cette usure par l'emploi de bagues en bois que nous décrivons plus loin.

Quand la voie est posée sur longrines, comme à la traversée de la plupart des ponts métalliques et sur les fosses à piquer, le coussinet ordinaire n'est plus applicable. Ces longrines n'ont, en général, que 0 m. 30 de largeur et les tire-fond des coussinets placés trop près du bord ne trouveraient plus dans le bois une résistance suffisante. On emploie alors des coussinets à patin dont la base a moins de longueur et plus de largeur et qui sont fixés par quatre tire-fond (fig. 35).

De même, aux passages à niveau ou dans les cours des gares, où la voie peut être franchie par des véhicules, on emploie un coussinet spécial destiné à recevoir à la fois le rail de la voie et un contre-rail. Les mâchoires de ce coussinet sont disposées de manière à maintenir ces deux rails d'une façon invariable, en laissant entre eux une ornière de 0 m. 055 à 0 m. 070 de largeur pour assurer le libre passage des boudins des wagons (fig. 36).

Certaines compagnies anglaises, en vue de donner à la voie une plus grande résistance aux efforts transversaux, disposent la semelle

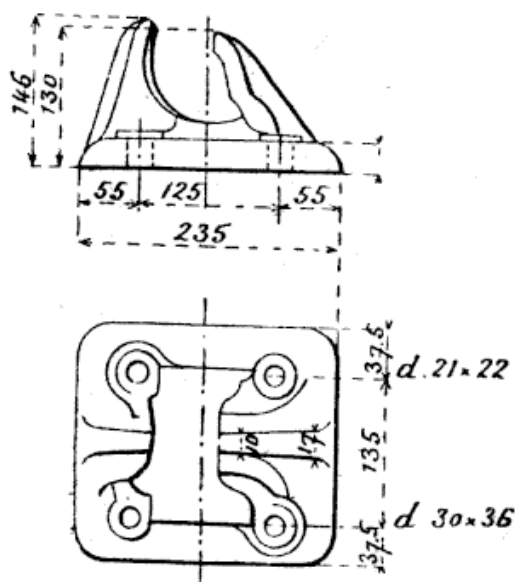


FIG. 35.

Coussinet à patin pour rail de 40 kilos D. S. (posé sur longrine). Poids : 15 kil. 500. Surface de la base : 487 cent. carrés.

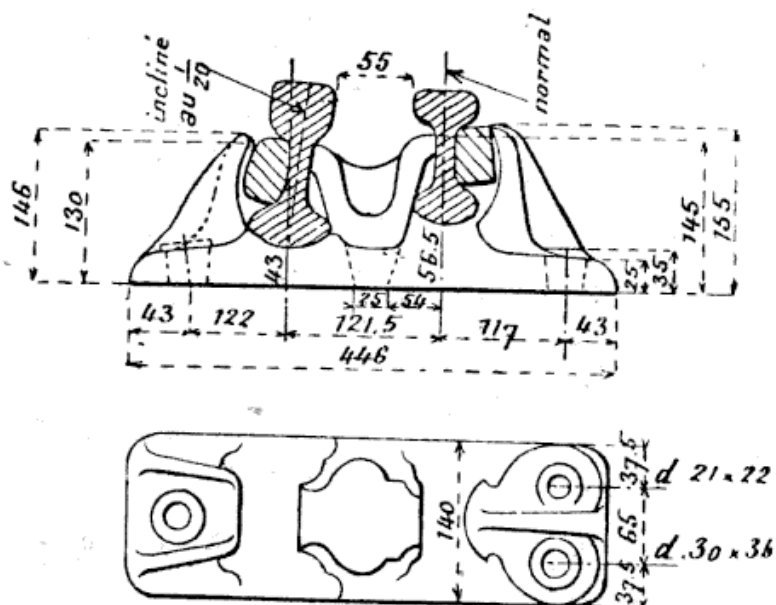


FIG. 36.

Coussinet de P. N. pour voie D. S. et contre rail pour voie D. C. Poids : 40 kilos. Surface de la base : 624 cent. carrés.

des coussinets en forme de dents de scie (deux dents du côté intérieur de la voie et quatre du côté extérieur (fig. 37).

Ce procédé présente l'inconvénient de couper les fibres du bois et d'user plus rapidement la traverse, surtout lorsqu'elle est en pin.

Les coussinets pour voie courante ou pour appareils se font en fonte grise de première ou de deuxième fusion. Le grain doit en être gris, fin, serré, homogène et se travaillant facilement à la lime ou au burin. La fonte ne doit pas avoir de gouttes froides, soufflures, gravelures, piqûres, etc... On lui impose, en général, les épreuves suivantes :

1° Un barreau carré de 40 millimètres de côté et de 200 millimètres de longueur, coulé avec cette fonte, posé sur deux couteaux espacés de



160 millimètres, devra supporter, sans se rompre, le choc d'un mouton de 12 kilos tombant d'une hauteur libre de 350 millimètres;

2° Un barreau carré de 30 millimètres de côté et 200 millimètres de longueur utile, devra résister à un effort de traction de 15 kilos par millimètre carré, au minimum.

Le prix de ce matériel varie également suivant les cours. Actuellement on paie :

Pour les coussinets ordinaires: 125 à 150 francs la tonne;

Pour les coussinets spéciaux: 200 francs la tonne.

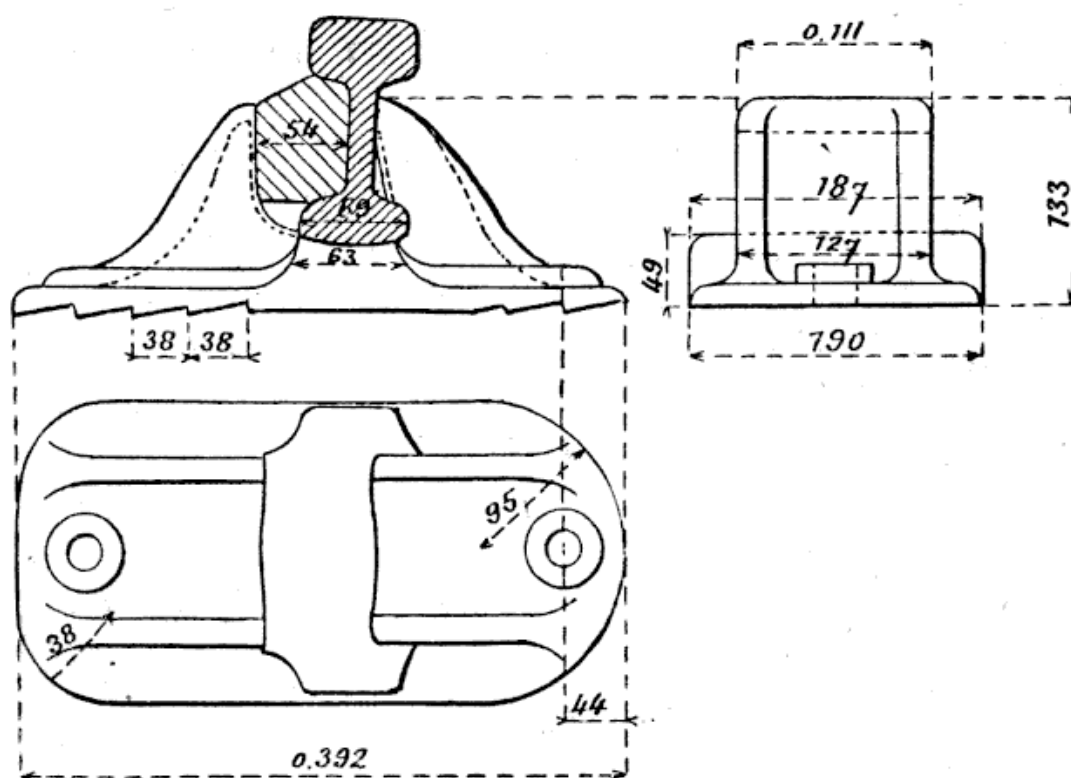


FIG. 37.

Coussinet pour rail de 46 kilos du *Great Eastern Railway* (Angleterre).  
Poids : 21 kilos. Surface d'appui : 733 cent. carrés.

Quelquefois, pour utiliser de vieux stocks de fonte, on fait transformer cette vieille fonte en coussinets neufs; cette transformation, qui paraît avantageuse, se fait généralement au prix de 36 francs la tonne.

**Bagues.** — Les bagues ont été imaginées par M. Collet pour obvier au sérieux inconvénient de l'ovalisation et de l'usure des trous de coussinets. Cette garniture est fabriquée en bois de chêne pris parmi les parties les plus saines des traverses rebutées. Elle a un profil tronconique de section annulaire comme l'indique le croquis ci-contre. Le diamètre de la partie intérieure a exactement les cotes de la partie

du tire-fond qui s'y engage et les dimensions extérieures ont 1 millimètre de plus que les trous des coussinets destinés à la recevoir; de façon que la bague dépasse de 6 à 8 millimètres la tête des coussi-

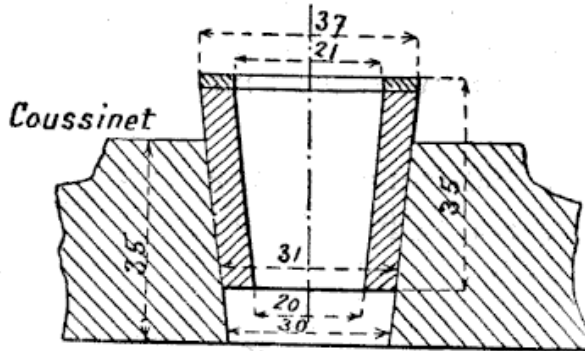


FIG. 38.

nets pour permettre un resserage après usure partielle de la bague. La partie supérieure qui reçoit la tête du tire-fond est recouverte d'une rondelle en fer agrafée dans le bois.

Les réseaux de l'Orléans et de l'Etat ont commencé l'application de ces bagues dans une assez large mesure. Chaque

coussinet, attaché généralement par trois tire-fond dont deux internes et un externe à la voie, a tous ses trous percés à  $31 \times 36$  ou parfois deux seulement, un interne et externe, pour recevoir cette garniture. Dans ce dernier cas, le troisième trou est percé dans la forme habituelle.

L'usure de ces bagues est relativement rapide. Elles durent au maximum de cinq à six ans.

Le prix en est peu élevé: 70 francs le mille.

**Selles.** — Les Compagnies de chemins de fer qui emploient le rail Vignole interposent généralement, à l'étranger comme en France, entre le patin du rail et la traverse, une semelle en fer ou en acier que l'on nomme *selle*. Cet intermédiaire a un double but: protéger la table de sabotage de la traverse et rendre solidaire les attaches.

Les efforts sont mieux répartis sur la traverse, car la surface de la selle est toujours supérieure à la surface du patin du rail et les tire-fond sollicités par des forces diverses concourent ensemble à les amoindrir.

Les premières selles employées étaient plates et avaient peu d'épaisseur, elles se cassaient sous le rail. A l'heure actuelle, on emploie des selles à rebords qui assurent un meilleur appui à la tête du tire-fond et l'empêchent de se renverser. Celle de la figure ci-contre représente le dernier modèle P.-L.-M. qui est employé avec les rails de 39 à 47 kilos. Les quatre trous ne sont pas toujours employés ;

on se contente de placer seulement deux et quelquefois trois tire-fond; les trous non utilisés servent en cas de resabotage.

Pour poser une selle, on entaille la traverse sur 8 à 9 millimètres d'épaisseur; de telle sorte que la selle se trouve presque encastrée sur deux côtés dans la traverse, ce qui augmente encore la résistance des attaches aux efforts transversaux. Cette entaille est inclinée au  $1/20^\circ$ .

Les réseaux du Nord et de l'Est ont conservé à la voie Vignole sa simplicité primitive. Le rail toutefois ne repose pas directement sur la traverse: on interpose, entre le patin et la table de sabotage, une semelle en feutre goudronné de la largeur du patin et de 0 m. 20 × 0 m. 008, ou une semelle de peuplier injecté de même largeur et

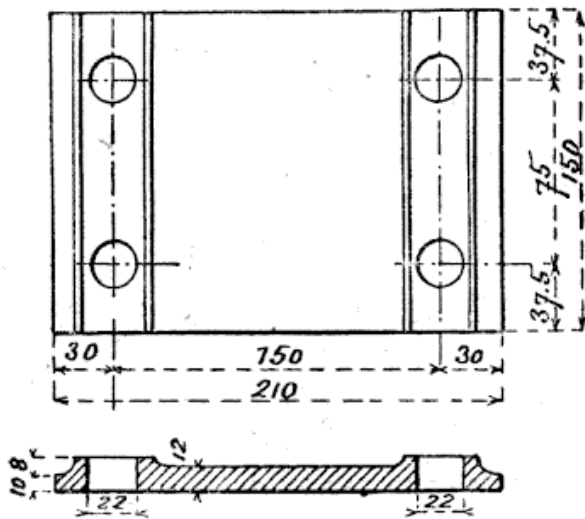
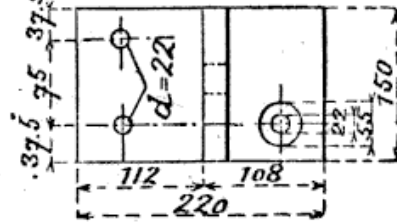
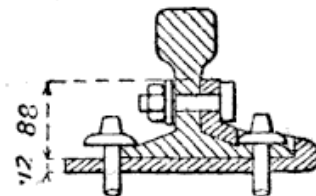


FIG. 39. — Poids : 3 kilos.

Plan (le rail enlevé)



Poids 3.000



Longueur développée 0<sup>m</sup>385

FIG. 40.

même longueur, mais de 0 m. 004 seulement d'épaisseur parce que cette dernière est moins compressible que la première. Ces semelles ont pour but de protéger la traverse et le patin du rail contre une usure trop rapide. Elles parent également, dans une certaine mesure, à des défauts de sabotage. La dépense complémentaire qui résulte de l'emploi de ces intermédiaires est minime; elle est de 0 fr. 01 pour les semelles en peuplier et de 0 fr. 05 pour les semelles en feutre; ces dernières ont une plus grande durée que les premières.

• La Compagnie P.-L.-M. a également créé un type de selle-arrêt, qui figurait à l'exposition de 1900 et qu'elle emploie à raison de deux par longueur de rail dans les voies très chargées ou à très forte pente, munies de rails de grande longueur (fig. 40). Cette selle-arrêt est

formée d'une large bande d'acier doux recourbé. La branche horizontale, épousant la forme du patin et percée de trois trous, sert de selle ordinaire; le trou extérieur a un diamètre suffisant pour laisser passer la tête du tire-fond; la branche verticale recourbée s'appuie sur l'âme du rail auquel elle se fixe au moyen d'un boulon de 25 millimètres. Ce même réseau emploie sur la ligne Paris-Marseille, comme attaches intermédiaires avec le rail de 47 kil. 400, des flasques d'arrêt jumelles pesant 2 kil. 800 la pièce. Ce sont des éclisses de même type que celles de la voie courante, mais de 150 millimètres de longueur seulement, fixées à l'âme du rail par un boulon de 25 millimètres

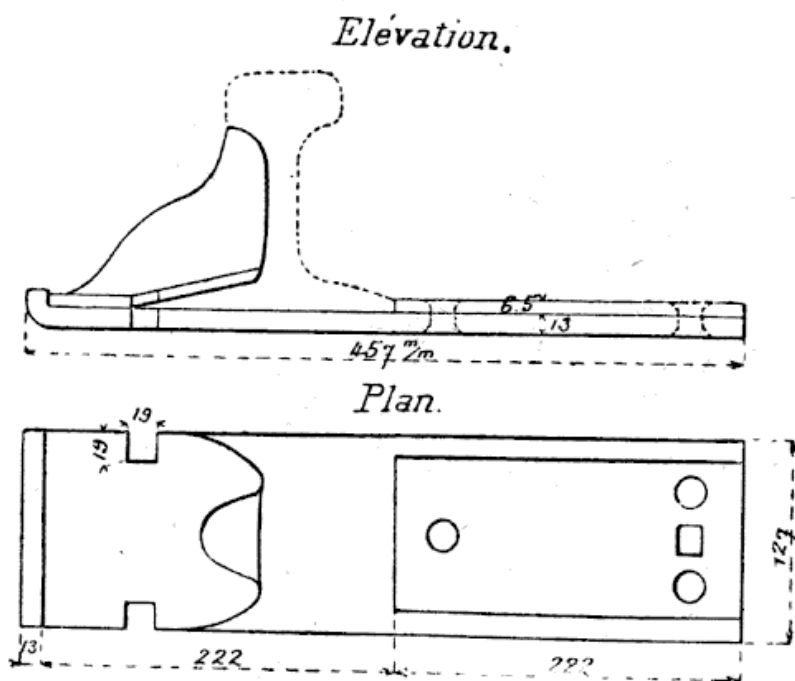


FIG. 41. — Selle d'épaulement.

ayant un jeu de 4 millimètres dans le trou d'éclisse, et maintenues sur la traverse par l'intermédiaire d'une selle à talon, au moyen de 4 tire-fond de  $23 \times 155$ , comme dans la pose d'éclisse représentée par la figure 18.

Ces flasques d'arrêt jumelles, d'un poids de 2 kil. 800, ont pour but de rendre le rail plus rigide et de s'opposer au cheminement. Elles se posent au nombre de deux ou trois sur les traverses situées vers le milieu du rail.

Aux Etats-Unis, l'usage des selles ordinaires avec ou sans épaulements, fixées par trois ou quatre crampons, se répand de plus en plus.

On emploie également, surtout dans les appareils de voie, une selle

en acier épaulant fortement le rail à l'extérieur et ayant quelque analogie avec le coussinet ordinaire des voies D. C. et D. S. (fig. 41).

Le prix de ces accessoires, variable suivant les cours des métaux, est actuellement de 0 fr. 55 pour une selle-arrêt et de 1 fr. 60 pour une paire de flasques d'arrêt jumelles.

**Attaches.** — a) CRAMPONS ET CHEVILLETES. — Les premières voies Vignole et à coussinets ont été fixées aux traverses en bois par des crampons ou des chevillettes dont la forme est indiquée par le croquis ci-contre. Les crampons de section rectangulaire employés dans la pose Vignole pouvaient à la rigueur se poser dans une traverse en bois tendre sans perçage préalable de trous en les enfonçant avec le marteau à cramponner et certains ouvriers ne s'en faisaient pas scrupule. Cette façon de procéder provoquait généralement la fente de la traverse, surtout si cette dernière restait plusieurs jours exposée au soleil sans être recouverte de ballast. Les chevillettes employées dans la voie D. C. avec leur forme cylindrique et leur absence de pointe exigeaient le percement préalable de la traverse. A l'aide d'une tarière, on forait un trou de 3 à 4 millimètres plus petit que le diamètre de la chevillette, puis on enfonçait celle-ci à coups de marteau en emprisonnant le coussinet.

Le frottement de la surface de ces attaches dans le bois était la seule résistance qu'elles offraient aux efforts d'arrachement. Lorsque ceux-ci se produisaient sur des traverses imparfaitement bourrées, le rail qui avait fléchi au moment du passage du train se relevait après ce passage, entraînant avec lui la traverse, et ébranlait plus ou moins l'attache, il n'était pas rare alors de constater dans une voie, même dans des traverses neuves, que la tête de ces attaches laissait un vide de 5 à 6 millimètres entre le patin du rail ou la tétine du coussinet suivant le type de voie.

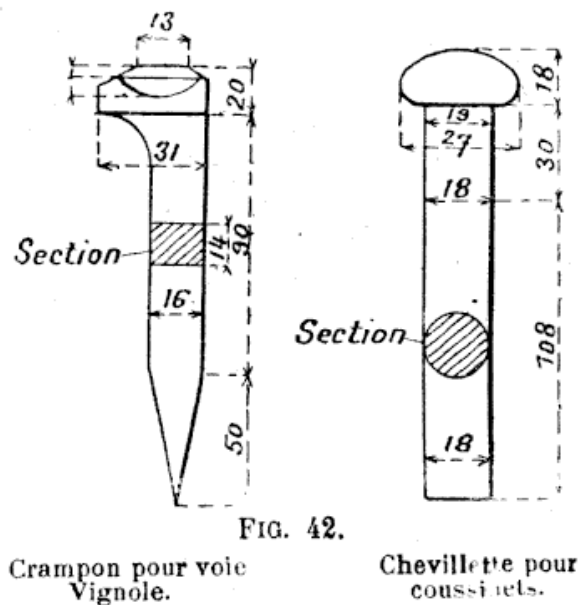


FIG. 42.

Crampon pour voie Vignole.

Chevillette pour coussinets.

Aussi, les réseaux français, depuis de nombreuses années, ont-ils tous abandonné ces attaches, sauf, toutefois, sur certaines lignes à faible trafic où on attend un renouvellement général du matériel pour en opérer la substitution, et ont-ils adopté le tire-fond aussi bien pour la voie Vignole que pour la voie à coussinets.

Depuis quelques années, les réseaux étrangers et notamment la Belgique et l'Allemagne, ont généralement adopté le tire-fond. Il faut remarquer cependant que les crampons sont d'un usage général aux Etats-Unis. Les Ingénieurs américains reconnaissent bien que le tire-fond offre une plus grande résistance à l'arrachement, mais ils estiment que ce dernier s'oppose moins efficacement au surécartement que le crampon à section carrée. Peut-être ne faut-il voir dans cette opinion qu'une question de main-d'œuvre, très chère aux Etats-Unis.

b) TIRE-FOND. — Le tire-fond se compose d'une tige fileté, d'un pas plus ou moins grand, munie d'un collet surmonté d'une tête cylin-

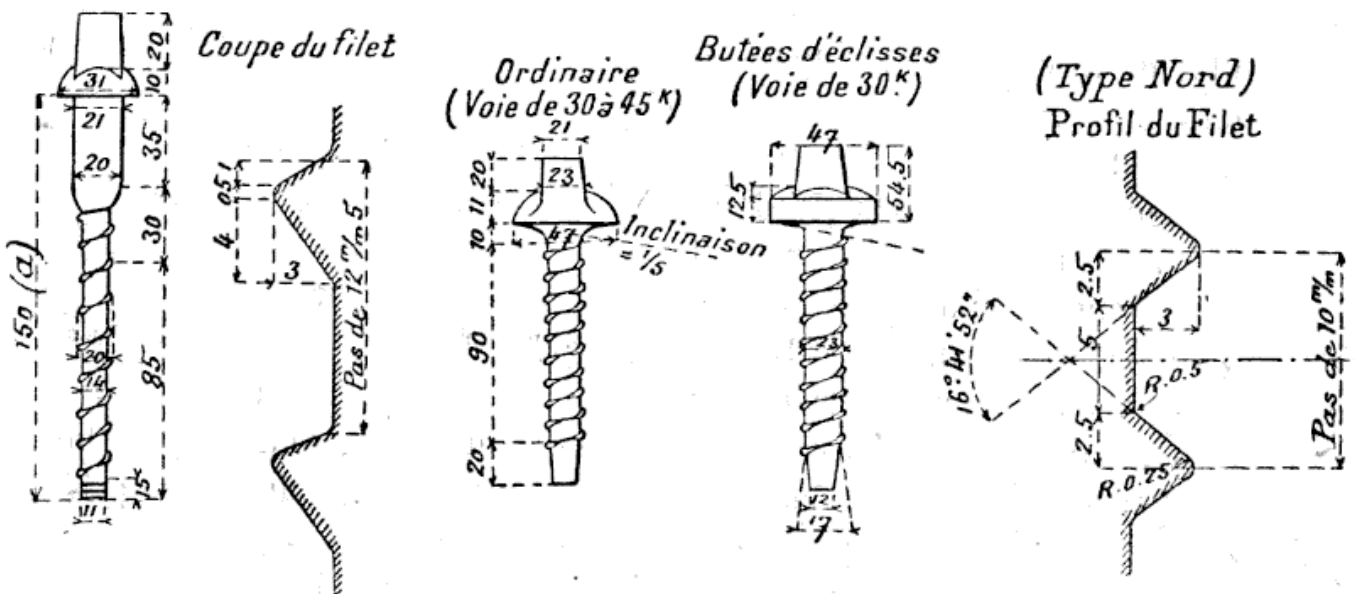


FIG. 43.

Tire-fond pour rail D. C. ou D. S.  
(Etat). Poids : 355 grammes.

FIG. 44.

Tire-fond pour voie Vignole.

drique portant un carré qui permet le vissage au moyen d'une clé à douille.

Les figures 43 et 44 montrent divers types de tire-fond.

Les dispositions de ces attaches, tant pour la pose Vignole que pour la pose à coussinets, sont à peu près les mêmes. Il n'y a de différence



que dans la dimension de la tête qui est de 30 à 32 millimètres de diamètre pour les tire-fond destinés aux coussinets et qui atteint 54 millimètres pour les tire-fond des rails à patin.

Le plan du dessous de la tête du tire-fond pour voie D. C. est normal à l'axe longitudinal; tandis que la tête du tire-fond pour voie Vignole a une inclinaison de  $1/5^\circ$  à  $1/10^\circ$  sur ce même axe, dans le but de porter normalement sur le patin du rail. Le tire-fond est conique à sa partie inférieure sur 0 m. 015 à 0 m. 020 pour permettre un enfoncement initial à la main dans le trou percé préalablement dans la traverse et éviter ainsi qu'on le frappe avec un marteau sous prétexte d'en faire l'amorçage.

Une autre conicité existe à la partie supérieure du filetage sur environ 30 millimètres de longueur; elle raccorde le noyau de la partie cylindrique de la tige filetée avec la partie non filetée.

Le diamètre extérieur du tire-fond est sensiblement égal au diamètre du trou du coussinet ou de la selle dans lequel il s'engage. A l'origine, les filets des

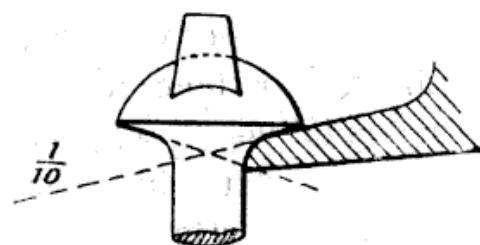


FIG. 45.

tire-fond avaient pour section droite un triangle isocèle; aujourd'hui, on donne à ce profil la forme d'un triangle scalène dont le côté supérieur est presque normal à l'axe longitudinal du tire-fond.

Cette forme, plus rationnelle, offre plus de résistance à l'arrachement et ici la pratique est d'accord avec la théorie.

Le pas du tire-fond a une grande importance sur la résistance offerte par les traverses. Les expériences faites, notamment par la Compagnie de l'Est, ont démontré que, quelle que soit l'essence de la traverse, le tire-fond qui donnait le meilleur résultat à l'arrachement, avait un pas compris entre 10 et 14 mil-

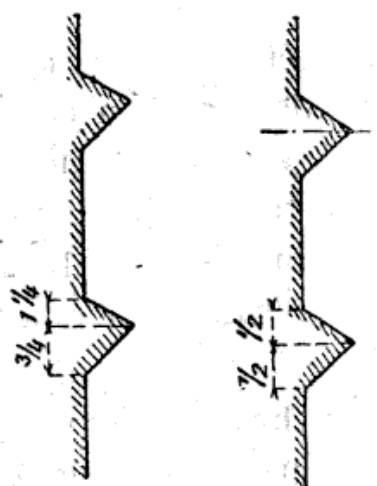


FIG. 46.

limètres et nous avons vu un tire-fond d'un pas de 12 mm. 5 s'arracher sous un effort de 2.000 kilos, tandis qu'un tire-fond de 7 millimètres de pas dans la même traverse, n'a pu supporter qu'un effort de 1.000 kilos.

L'usure des tire-fond n'est pas très considérable. Dans la pose à

coussinet, avec des traverses en pin injectées soit au sulfate de cuivre, soit à la créosote et au chlorure de zinc, leur durée moyenne est de 8 à 10 ans. Ces matières: sulfate et chlorure, au contact de l'eau, dont la traverse est toujours saturée dans le ballast, attaquent le métal, rongent le filet et tendent ainsi à mettre cette attache hors de service.

Pour remédier à cette usure anormale, plusieurs réseaux ont substitué aux tire-fond ordinaires des tire-fond galvanisés ou goudronnés. Les résultats obtenus jusqu'ici ne permettent pas de se prononcer sur la valeur absolue de ces préservatifs. La Compagnie du Midi se contente de verser dans le trou de la traverse injectée au sulfate de cuivre, au moment de la pose ordinaire, une cuillerée de goudron très chaud.

Dans la pose Vignole sans selle ou platine, où les attaches travaillent davantage que dans la pose à coussinets, on trouve des tire-fond entaillés de plusieurs millimètres sous le collet, par le patin du rail, surtout dans les courbes. On en rencontre aussi qui, sous l'effet des efforts transversaux, se renversent et se faussent. D'une façon générale, leur durée ne dépasse pas six à huit ans.

Dans la pose de la voie avec selles, l'usure des tire-fond est un peu moins rapide. Elle est provoquée, comme dans la voie D. C. par les matières injectées dans les traverses et par la détérioration de la partie engagée dans la selle.

Les tire-fond se font actuellement en acier. Le métal employé dans leur fabrication doit offrir une résistance de 45 kilos avec un allongement de 18 à 22 p. 100 mesuré sur une barrette de 100 millimètres de longueur utile et d'une surface de 500 millimètres carrés.

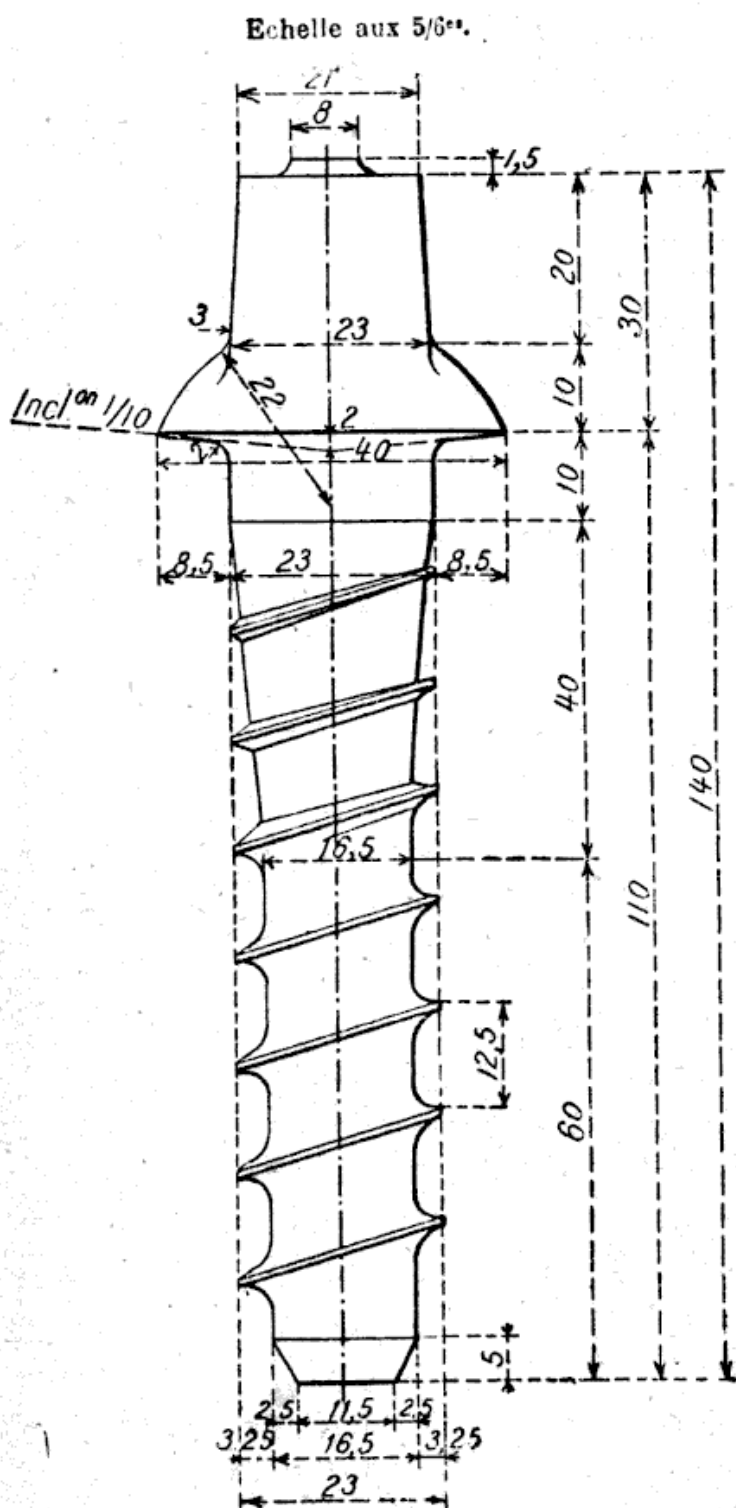
Le filetage se fait à chaud. Si on taraude le tire-fond à froid, il faut lui faire subir, avant cette opération, un recuit suffisant pour que le métal ne soit pas altéré par le taraudage.

Si le tire-fond doit être goudronné, on le trempe chaud dans le goudron bouillant; s'il doit être galvanisé, on le décape très soigneusement, puis on le plonge dans un bain de zinc en fusion, de façon à obtenir une couche parfaite adhérente.

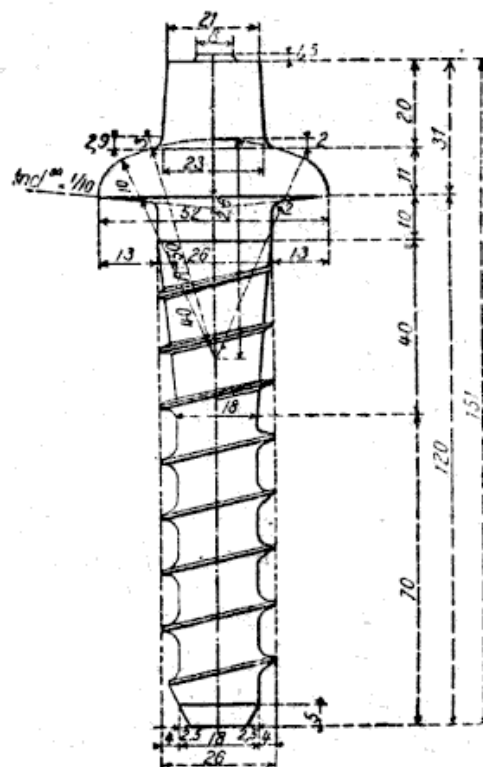
La durée de garantie imposée aux fournisseurs de tire-fond est généralement de 3 ans après la pose ou 4 ans après la dernière réception à l'usine.

Le prix de ce matériel, variable avec le cours des métaux, est actuellement de 250 à 280 francs la tonne pour les tire-fond goudronnés et de 400 à 500 francs pour les tire-fond galvanisés.

Dans le cas de pose de voie avec matériel « standard » on emploie les tire-fond conformes aux types représentés ci-après (fig. 47 et 48).



Tire-fond de 23 mm. avec tête réduite à 40 mm. pour rail « Standard » de 2'.



Tire-fond de 26 mm. avec tête de 52 mm. pour rail « Standard » de 36, 46 et 52 kilos.

**Coins.** — Les coins sont destinés à maintenir énergiquement le rail dans les coussinets et assurer ainsi la rigidité de la voie. Les coins en

bois sont fabriqués en cœur de chêne ou de châtaignier. Ils ont une forme tronconique pour faciliter leur mise en place, et leur épaisseur, mesurée dans l'axe du coussinet après leur pose, doit être égale à 45 millimètres au minimum. Elle est quelquefois plus forte suivant le type de rail et de coussinet adopté. Les conditions que doivent remplir les bois destinés à la fabrication des coins sont les suivantes :

Ils proviendront de bois à fibres serrées, ni gras, ni gélifs, ni échauffés, exempts de nœuds, roulures ou autres défauts, abattus depuis un an au moins ;

Le débitage sera fait de droit fil, en morceaux ayant les dimensions nécessaires pour former un seul coin après le retrait résultant du séchage du bois. Les bois ainsi débités seront empilés sous un hangar couvert, de manière que l'on puisse circuler tout autour et le sé-

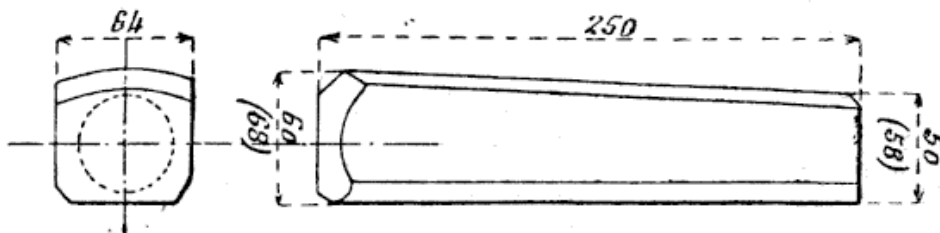


FIG. 49.

Coin pour voies D. C. et D. S. — Chên : (*Ouest-Etat*). Poids (variable) : 500 grammes pour rail de 41 kilos D. S.

(Les cotes entre parenthèses se rapportent aux coins renforcés.)

chage de ces piles aura une durée comprise entre 10 et 14 mois. Au bout de ce temps, on pourra commencer la fabrication des coins.

Malgré l'application de toutes ces prescriptions, les coins s'usent rapidement et donnent un serrage imparfait. Le bois est soumis à toutes les influences atmosphériques et il les subit d'autant mieux qu'il est moins recouvert de ballast. Avec l'adoption de plus en plus générale du profil de ballast dit « réduit », le coin se trouve presque entièrement à découvert. Il se gonfle alors à la pluie et se dessèche au soleil ; il ne se maintient plus dans la cage du coussinet, et, malgré la surveillance exercée, tombe parfois sur la traverse. Pour éviter ce grave inconvénient, les poseurs introduisaient souvent entre le coussinet et le coin, des clous ou des éclats de rails. Cette façon de remédier au défaut du coin en bois a mis en éveil l'imagination de quelques inventeurs qui se sont ingénies à créer un *coin indesserable*. Nous n'en citerons qu'un, à titre de curiosité, car le coin en

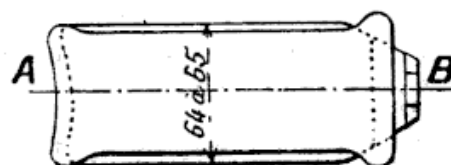
bois, malgré sa modicité de prix, tend à disparaître rapidement devant le coin en acier.

Le coin *Bianco* est un coin en bois ordinaire, mais muni sur la face opposée à celle qui est en contact avec le rail d'un fil de fer *ab* de 0 m. 20 de longueur environ encastré dans le bois. Une des extrémités est solidement clouée dans la partie supérieure du coin. Ce coin se pose comme le coin ordinaire, mais aussitôt qu'il est en place on prend avec une pince l'extrémité *b* du fil de fer et on la relève en *b'*. Au fur et à mesure de l'usure du coin et du serrage qui en résulte, on relève de plus en plus l'extrémité du fil de fer.

Nous disions plus haut que le coin en bois tendait à disparaître. En effet, les divers réseaux français ont mis en essai depuis quelques années les coins métalliques et, à l'heure actuelle, leur application est devenue générale. La forme qui est le plus généralement employée est celle du « coin David » représenté par la figure 50.

C'est une lame d'acier trempé repliée sur elle-même et formant ressort entre la mâchoire du coussinet et le rail. Le serrage que ces coins impriment est très énergique, au point que dans les premiers échantillons fabriqués, un assez grand nombre, au moment de la pose, se brisaient ou cassaient les mâchoires des coussinets. Cet inconvénient a disparu depuis que la fabrication a franchi l'heure des tâtonnements et que les poseurs se sont familiarisés avec l'emploi de ce coin. On est aujourd'hui très satisfait des résultats obtenus. Le réseau de l'Etat a même décidé le remplacement intégral et progressif de tous les coins en bois actuellement

*Plan par dessous*



*Coupe AB*

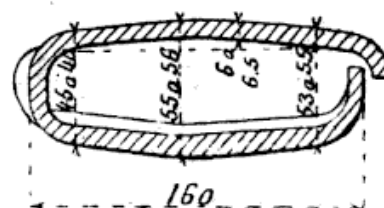


FIG. 50.

Cola pour voies D. C. et D. S. — Acier (Ouel Etal). Poids : 1 kil. 230 gr. pour rail de 10 kilos D. S.

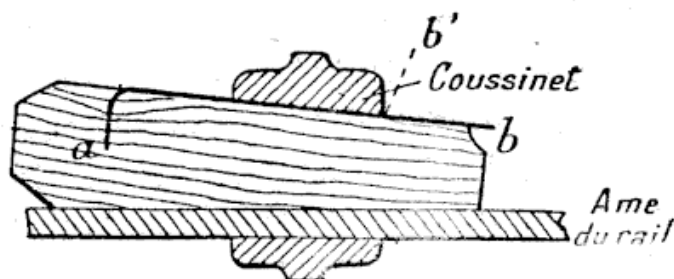


FIG. 51.

en service. L'acier servant à la fabrication des coins est de la qualité de l'acier à ressorts.

Comme conditions de résistance, le coin doit supporter, sans déformation permanente, une pression de 2.500 kilos exercée dans le sens de l'épaisseur, au milieu de sa longueur. Il doit également supporter sans se rompre une pression de 6.000 kilos exercée comme dans le premier cas. On admet néanmoins, comme tolérance, qu'une quantité de 20 p. 100 ne résiste qu'à un effort compris entre 4.500 et 6.000 kilos pourvu que la moyenne de résistance de l'ensemble soit égale à 6.000 kilos.

Le prix du coin en bois se maintient vers 100 francs le mille; celui du coin en acier pour rail de 38 kilos pesant 1 kil. 030 et du coin pour rail de 40 kilos pesant 1 kil. 230 est actuellement de 400 francs les mille kilos.

### TRAVERSES EN BOIS

**Dimensions.** — Les traverses sont destinées à assurer la bonne assiette de la voie en maintenant l'écartement normal des rails et leur inclinaison tout en répartissant le plus uniformément possible la pression sur le ballast.

Pour que cette pression ne soit pas trop considérable par unité de surface, il est nécessaire que la traverse ait des dimensions suffisantes. On lui donne généralement une longueur comprise entre 2 m. 55 et 2 m. 65, une largeur de 0 m. 20 à 0 m. 30 et une épaisseur de 0 m. 12 à 0 m. 15, pour la voie normale et de 1 m. 75 à 1 m. 80 de longueur, 0 m. 15 à 0 m. 20 de largeur, 0 m. 10 à 0 m. 12 d'épaisseur pour la voie de 1 mètre et suivant la nature du bois; de sorte qu'elle offre une surface d'appui d'environ  $2 \text{ m. } 60 \times 0 \text{ m. } 25 = 6.500$  centimètres carrés dans le premier cas et de  $3.500 \text{ cm}^2$  dans le second. Mais il faut remarquer que cette surface ne transmet pas au ballast la pression d'une façon égale parce que, en pratique, on bourre très fortement le ballast à l'aplomb du rail sur 0 m. 25 à 0 m. 30 de chaque côté; on bourre moins fortement les extrémités et on se contente souvent d'un garnissage peu serré sous le milieu de la traverse. Il n'y a donc réellement qu'une surface de  $2 \times 0 \text{ m. } 60 \times 0 \text{ m. } 25 = 0 \text{ mc. } 3000$  qui transmet la pression au ballast; ce qui correspond

pour un essieu de 16 tonnes, à un effort maximum d'environ  $\frac{16.0'0}{3.000}$   
 = 5 kil. 333 par centimètre carré. Cette pression serait réduite de plus de moitié si toute la surface d'appui de la traverse était intéressée, et comme, d'autre part, il existe une solidarité réelle entre les traverses, la pression se répartit toujours sur les traverses voisines de sorte qu'on arrive à admettre une pression maximum de 2 à 3 kilos par centimètre carré.

Les traverses sont placées, au point de vue de leur conservation, dans de très mauvaises conditions, car, en dehors des fatigues normales qu'elles doivent supporter, elles sont constamment soumises à des alternatives de sécheresse et d'humidité et par suite exposées à la pourriture, même dans un ballast très perméable. D'un autre côté, les resabotages plus ou moins fréquents, dus en partie précisément à cette pourriture, leur font subir des détériorations profondes, tant par l'enlèvement du bois usé que par le perçage de nouveaux trous pour les attaches.

**Essences.** — On voit donc que le bois idéal pour une traverse devrait être très dur tout en se laissant travailler facilement. En France, c'est le chêne qui remplit le mieux cette condition et qui est le plus fréquemment employé, mais pour des raisons d'économie, on a aussi recours au sapin, au pin, au hêtre et quelquefois au mélèze.

En Europe, ce sont ces mêmes essences qui sont employées, en remarquant toutefois que la Suisse fait plutôt usage du mélèze et l'Angleterre du pin et sapin rouge de la Ballique provenant de Russie, de Suède et de Norvège. En Australie, on emploie l'eucalyptus et dans la République Argentine le quebracho colorado.

Le *chêne* est un bois très dur, d'une densité moyenne de 900 kilos. Sa qualité est variable suivant le sol qui l'a nourri. Dans un terrain bas et humide, la croissance est plus rapide, mais le bois est mou et peu résistant. Le bois de chêne est à fibres droites, serrées et sa section est de couleur jaunâtre. La variété employée pour les traverses est le « chêne rouge » qui est le chêne ordinaire de France, ou le « chêne blanc pédonculé ».

Le *hêtre* est un bois dont le grain sans fibres apparentes se rapproche de celui du noyer. Il est moins résistant que le chêne et peu élastique. Le ton d'une section est fauve clair, veiné de parties bril-



lantes moins foncées; quelquefois le cœur est rougeâtre, on doit alors refuser son emploi. Sa densité est de 700 kilos.

Le *pin* et le *sapin* donnent un bois blanc, léger, à longues fibres et peu résistant. Leur densité, très variable, est, en moyenne, de 580 kilos. Le pin employé en France provient presque exclusivement des Landes. Dans cette région on exploite en même temps la « résine », que l'on retire des arbres en les saignant. De là résultent deux variétés de bois: le *pin gemmé*, c'est-à-dire saigné, plus dur, plus lourd de 1/10 à 1/6 que l'autre; le *pin non gemmé*, c'est-à-dire celui dont on n'a pas extrait la résine et qui est moins résistant. Dans les voies définitives on n'emploie qu'exceptionnellement des traverses en pin.

Le *mélèze* est de la même famille que le sapin. Il est rouge généralement et à veines foncées. Sa densité est d'environ 660 kilos. Il fournit des traverses de qualité égale à celles que donne le meilleur pin.

**Formes. Qualités. Défauts.** — La forme donnée aux traverses est variable suivant la nature des bois employés et, il faut le reconnaître, suivant les exigences de la consommation. Plus le bois se fera rare, moins on pourra maintenir les conditions premières de réception.

Les dimensions minima de la section exigées habituellement pour les traverses ordinaires en *chêne* et en bois indigènes type « standard » pour voie normale sont indiquées sur les croquis ci-contre. Les conditions imposées pour leur réception sont généralement les suivantes: Toutes les faces doivent être lavées à la scie. La face supérieure ne doit pas avoir d'aubier sur 15 centimètres de largeur et le bois de cœur doit être à nu sur les faces latérales. Le bois doit être dur, à fibres serrées, il ne doit être ni gras, ni gélif, ni piqué, ni roulé, exempt de pourriture, fentes, gerçures, nœuds vicieux.

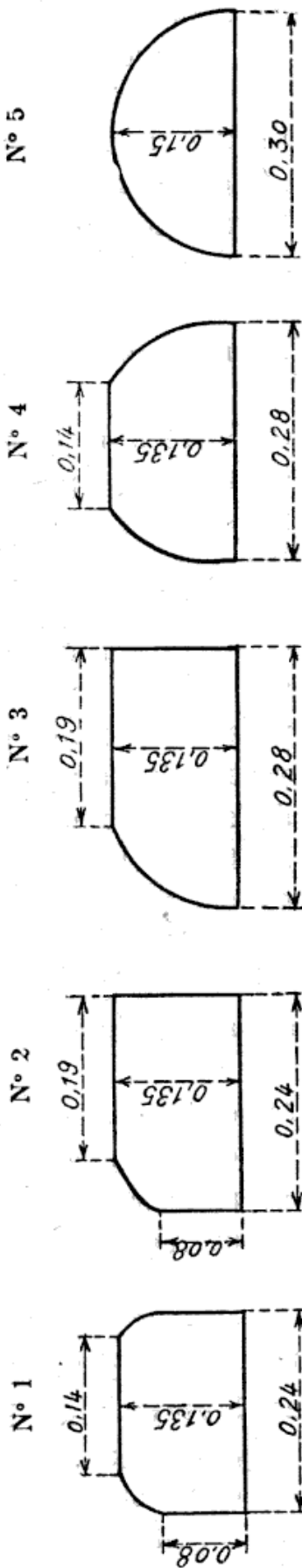
Les traverses proviendront d'arbres vivants, abattus hors sève, en principe du 15 octobre au 31 mars, sauf dérogations qui pourront être admises pour certaines régions.

Lorsque les traverses en bonne qualité ont, en bout, des fentes menaçant de s'ouvrir, on y pourvoit sans plus tarder avec un S en fer méplat de 20/1 environ, ou si l'une d'elles est trop importante, on ramène les lèvres de la fente avec une presse et on les maintient alors avec un boulon de 15 à 20 millimètres.

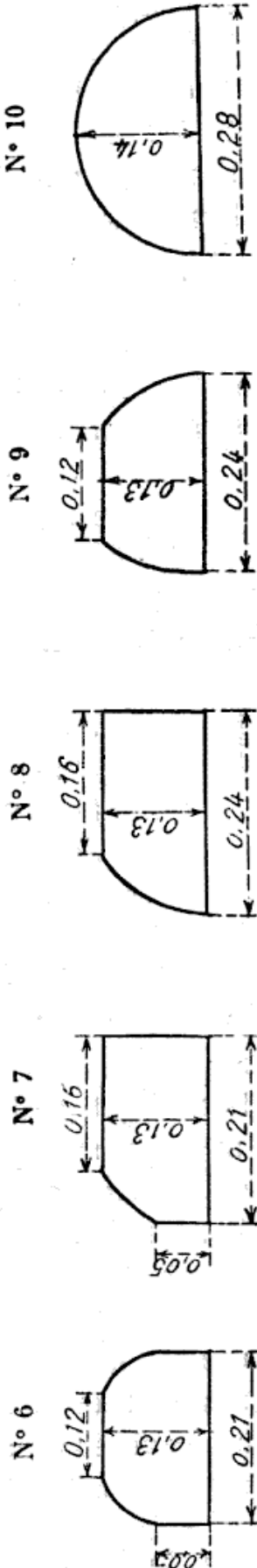
Les traverses employées par l'Angleterre, qu'elle fait venir de Russie, de Suède et de Norvège, ne sont pas débitées de la même façon.



1<sup>re</sup> Série



2<sup>e</sup> Série



3<sup>e</sup> Série

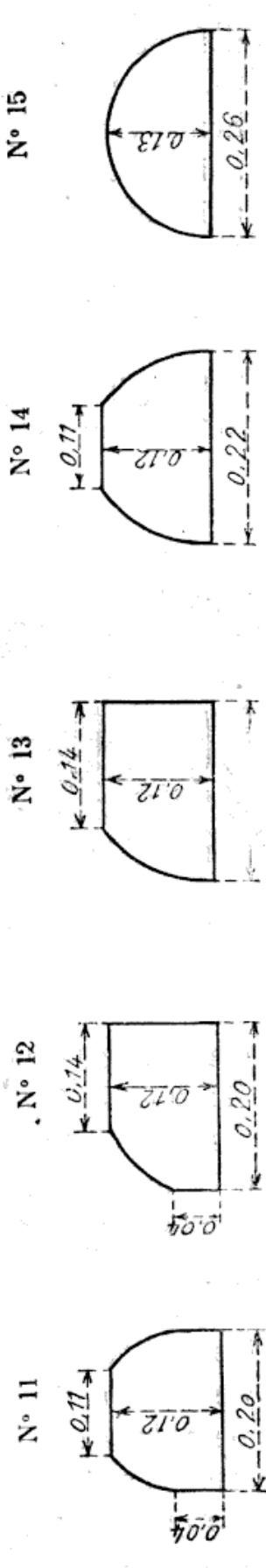


FIG. 52.

Les bois d'où on les tire sont coupés à la fin de l'automne ou en hiver, et sciés simplement en billes de la longueur d'une traverse (2 m. 75). On les conduit par flottage, pendant l'été, de la forêt au port d'embarquement, ce qui a pour effet de leur faire perdre une partie de leur sève. Ils sont ensuite transportés par navire en Angleterre où on en opère le débit à l'équarrissage demandé: généralement  $2,72 \times 0,25 \times 0,125$ . Chaque bille fait deux traverses. On les empile ensuite en grils en attendant leur emploi.

Les défauts qui amènent le rebut des traverses au moment de leur réception sont généralement les suivants:

a) *Gerçure*. — Fente partant de la circonférence et se prolongeant parfois au delà de l'aubier. Est produit par le hâle sur l'écorce qui se dessèche. Le bois gercé rend un son franc sous le choc du marteau;



FIG. 53.

b) *Gélivure*. — Fente partant du cœur et n'atteignant pas la circonférence. Est due aux gelées tardives qui surprennent la sève en mouvement et solidifient l'eau qu'elle renferme. Cette congélation brise les fibres et désorganise les tissus. Le bois atteint de ce défaut rend un son sourd sous le choc d'un marteau;

c) *Cadranure*. — C'est la réunion d'une gélivure avec une gerçure. Ce défaut est dû à la vétusté;

d) *Roulure*. — Est un vide qui s'est produit entre l'écorce et l'aubier. Elle est due à un hiver très rigoureux qui a désorganisé le liber (couche qui se trouve entre l'aubier et l'écorce) et qui, par suite, n'a pu se transformer en aubier. C'est ce qui fait que parfois on trouve un arbre formé de deux cylindres concentriques avec un vide correspondant à la roulure.

*Double aubier*. — On rencontre quelquefois deux anneaux d'aubier séparés par une ou plusieurs couches de bois dur. Il est dû à un défaut de nutrition de certaines couches annuelles qui, de ce fait, prennent une texture spongieuse comme l'aubier. Le double aubier fermente rapidement, tombe en poussière et la fermentation se propage rapidement au restant du bois abattu.

*Bois échauffé.* — C'est un bois qui, après avoir été abattu, a été placé dans un endroit mal aéré; la sève ne s'est point évaporée et la fermentation sera rapide lorsque le bois sera débité.

**Durée des traverses brutes.** — L'expérience acquise, d'après les statistiques relevées au réseau P.-L.-M. et publiées dans la *Revue Générale des Chemins de Fer* (mai 1893), confirmées par les résultats obtenus sur les chemins de fer allemands, permet d'assigner aux bois employés dans leur état naturel une durée moyenne de:

Chêne .....	12 à 16 ans;
Mélèze .....	9 à 10 ans;
Sapin .....	7 à 8 ans;
Pin .....	4 à 5 ans;
Hêtre .....	2 à 3 ans.

Le prix du chêne étant relativement élevé et la durée des autres bois précaire, les Compagnies de Chemins de fer ont cherché à augmenter la durée des traverses en les injectant au moyen d'une solution antiseptique.

Les réseaux français consomment annuellement, pour les renouvellements et l'entretien, environ :

*Est* (hêtre): 350.000 traverses injectées à la créosote;

*Etat* [lignes du Sud-Ouest] (pin et chêne): 250.000 traverses injectées jusqu'ici au chlorure de zinc et créosote;

*Midi* (pin et chêne): 290.000 traverses injectées: 1° chêne à la créosote, 2° pin au sulfate de cuivre;

*Nord* (chêne et hêtre): 285.000 traverses injectées à la créosote;

*Orléans* (chêne et pin): 465.000 traverses injectées à la créosote;

*Etat* (chêne et hêtre): 250.000 traverses injectées à la créosote;

*P.-L.-M.* (chêne et hêtre): 710.000 traverses injectées à la créosote.

Soit un total de 2.600.000 traverses formant un cube d'environ 260.000 stères. Si on ajoute à cette quantité les traverses nécessaires aux voies neuves et les traverses consommées par les chemins de fer à voie étroite, on peut évaluer à au moins 350.000 stères le cube des traverses consommées annuellement.

**Procédés de conservation.** — Tous les procédés de conservation consistent à éliminer la sève du bois qui est essentiellement ferment-

tescible et à y substituer un liquide antiseptique. Les procédés les plus communément employés autrefois étaient le flottage et le flambage. Mais ils ne pouvaient convenir aux Compagnies de chemins de fer parce qu'ils étaient trop lents, peu pratiques et d'une efficacité contestable. Ces Compagnies ont recours aujourd'hui à des procédés d'injection sous pression dont les dispositions générales sont les suivantes après dessiccation des traverses à l'air libre ou dans des étuves.

On charge les traverses, préalablement entaillées et percées, sur de petits chariots portant de 40 à 50 traverses. On roule ces chariots, au nombre de trois ou quatre, ou même davantage, dans un cylindre en tôle que l'on ferme ensuite hermétiquement. La vapeur y est alors introduite et chauffe les traverses pendant un temps variable, puis, à l'aide d'une pompe ou d'injecteur, on produit un vide relatif. On évacue le liquide extrait des traverses ou produit par la condensation et on introduit le mélange antiseptique préalablement chauffé. On soumet ce mélange à une pression de six à sept atmosphères qu'on maintient pendant un temps variant de trente minutes à une heure et quart, selon l'essence du bois à injecter et, quand l'imprégnation est jugée complète, on fait évacuer le mélange en excédent. On ouvre alors les fonds des cylindres, on retire les chariots et l'opération est terminée.

La durée totale de l'opération varie de une à six heures, suivant le système employé.

Avec le procédé Béthell, les traverses sont préalablement séchées à l'air libre et passées à l'étuve.

Avec le procédé Blythe, le séchage est fait dans les cylindres, où on soumet les traverses à une température de 200° C produite par la vapeur, qui a barboté préalablement dans la créosote.

Avec le procédé Rütgers, on fait, soit un étuvage préalable partiel sous pression dans le cylindre d'injection, soit un étuvage complet, mais toujours dans le cylindre, dans un bain de créosote chauffé de 105 à 115° C.

Les méthodes d'injection se sont généralisées aussi bien en France qu'à l'étranger et, sur quatre-vingt-douze Compagnies ou administrations représentées à l'Exposition universelle de 1900, il y en avait :

- 38 qui se servaient d'huile lourde de goudron de houille (créosote);
- 18 de chlorure de zinc;

- 4 de chlorure de zinc et créosote;
- 3 de sulfate de cuivre;
- 1 d'eau salée du lac de Baskountchak (Russie);
- 28 n'employant aucun procédé.

En France, les réseaux d'Orléans et du Midi achètent leurs traverses créosotées ou les font créosoter par des entrepreneurs possédant l'outillage nécessaire; le Midi emploie, en outre, de la même façon, le sulfate de cuivre pour les traverses en pin seulement.

La Compagnie du Nord injecte à la créosote annuellement environ 300.000 traverses dans son chantier de Villers-Cotterets; elle achète le restant de sa consommation tout préparé.

La Compagnie P.-L.-M. emploie le même procédé et le même mode d'opérer que le Nord.

Ses chantiers de Collonges (Côte-d'Or) et de Lyon peuvent en préparer dans l'année, le premier 600.000, le deuxième 300.000.

L'Ouest-Etat possède à Surdon (Mayenne) des installations qui permettent de préparer actuellement 200.000 traverses à la créosote avec la perspective de doubler ce chiffre.

La Compagnie de l'Est prépare elle-même tous ses bois dans ses chantiers d'Amagne (Ardennes) et Port d'Atelier. Le premier, à lui seul, peut produire 500.000 traverses annuellement.

En Allemagne, l'injection employée de préférence jusqu'ici était aussi un mélange de créosote et de chlorure de zinc appliqué par le procédé Rütgers, mais là aussi la tendance est à l'emploi exclusif de la créosote dans des conditions nouvelles permettant d'obtenir la pénétration du cœur des traverses, tout en réduisant au strict nécessaire la quantité d'antiseptique utilisé.

On emploie également le procédé Rütgers en Danemark, en Autriche, en Russie et en Hollande. En Angleterre, on injecte les traverses en pin rouge à la créosote pure, par le procédé Bethell, mais sans dessiccation préalable des bois.

Ces traverses, ainsi que nous l'avons dit, ont perdu par le flottage une grande partie de leur sève et lorsqu'elles sont rendues dans les chantiers d'injection elles ont déjà au moins six mois d'abatage; en outre, elles restent empilées en grils avec un vide égal à la demi-largeur d'une traverse, de 4 à 6 mois. Elles sont dans de bonnes conditions de siccité.

En Amérique, l'injection des traverses s'est faite jusqu'à ce jour d'une façon sommaire au chlorure de zinc seul parce que les Compagnies de chemins de fer, étant donné le bon marché des bois, se préoccupaient peu de la durée des traverses.

Une traverse de chêne se payait 2 fr. 07 et une traverse en pin 1 fr. 04, tandis qu'en France les mêmes essences brutes valaient respectivement 5 fr. 30 et 2 fr. 60 (1). Mais là, comme ici, toutes proportions gardées, les bons bois se font rares et plus chers. Aussi commence-t-on à apporter plus de soins et de méthode à ces procédés de conservation des bois.

Un nouveau procédé d'injection « dit procédé Ruping », du nom de l'inventeur, commence à se répandre. Usitée déjà en Allemagne, cette méthode vient d'être appliquée aux Etats-Unis et dans l'Amérique du Sud. En France, une usine pour son application vient d'être installée près de Bordeaux.

Le procédé Ruping supprime l'étuvage préliminaire des bois et réduit, paraît-il dans une grande mesure leur temps d'exposition à l'air libre après leur coupe.

Il consiste à injecter les bois à *refus*, puis, par un tour de main spécial, à leur faire rendre la créosote superflue.

A cet effet, le cylindre I contenant la créosote à la température de 100° environ et le cylindre II contenant les traverses à injecter, établi en contre-bas et isolé pour l'instant du premier, sont mis en communication avec un compresseur qui comprime le contenu des deux cylindres à une pression  $p$  variable suivant l'essence du bois. Quand cette pression  $p$  est atteinte, on interrompt la communication des deux cylindres avec le compresseur et on ouvre celle des cylindres. La créosote du I descend par la gravité dans le II et le remplit. Lorsque le remplissage est terminé on isole ce dernier cylindre du premier et à l'aide d'une pompe on continue à injecter de la créosote dans le II jusqu'à ce que la pression atteigne un taux  $p'$  égal généralement à deux  $p$  et s'y maintienne fixe.

Pendant cette compression, on a rétabli la pression atmosphérique dans le I.

---

(1) A l'heure actuelle, une traverse en pin indigène vaut....	3 fr. 60.
Une traverse en sapin rouge de la Baltique, créosotée, coûte..	5 fr. 40.
— hêtre indigène créosotée vaut.....	5 fr. 80.
— chêne indigène créosotée vaut.....	6 fr. 60.



On met alors à nouveau en communication les cylindres II et I; la créosote du II, en vertu de la différence de pression, remonte dans le I. Cela fait, on isole encore les cylindres I et II et on fait le vide le plus parfait possible dans le II. La créosote en excès dans le bois est rejetée par suite de l'expansion de l'air que ses cellules renfermaient.

On écoule cette créosote et on retire le bois injecté qui est sec, sans trace de suintement.

De cette façon, bien qu'injectés à refus, les traverses ordinaires n'absorbent, paraît-il :

en pin des Landes	que 5 à 6 kilos de créosote;
en hêtre	— 9 à 11 —

Ce procédé serait donc très économique si l'expérience confirme ces résultats.

Quel que soit le mode d'injection adopté et pour qu'il donne les meilleurs résultats possibles, il est nécessaire que toutes les phases de l'opération soient rigoureusement surveillées lorsque la dessiccation des bois s'opère dans les cylindres d'injection, il est de toute nécessité de purger l'eau provenant de la vapeur condensée et de la sève échappée des bois, avant tout commencement d'injection; il faut aussi veiller à ce que les traverses absorbent bien les quantités de matières prescrites, ce dont on se rend compte en faisant des pesées fréquentes de ces bois avant et après l'injection.

**Durée des traverses injectées.** — La durée des traverses injectées est aussi variable que la durée des traverses brutes, mais il est évident que l'injection augmente notablement cette durée, surtout quand on emploie de fortes doses de créosote. D'une façon générale, on peut dire aussi que le temps de service d'une traverse diminue au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'équateur. Ainsi, pendant qu'en France les traverses en hêtre et en chêne ont une durée de 15 à 25 ans, en Algérie ces mêmes bois ne durent que 8 à 10 ans, tandis qu'au Sénégal leur remplacement s'impose environ tous les ans.

La mise hors de service des traverses a lieu généralement par l'usure des parties en contact avec les attaches du rail ou avec ses appuis.

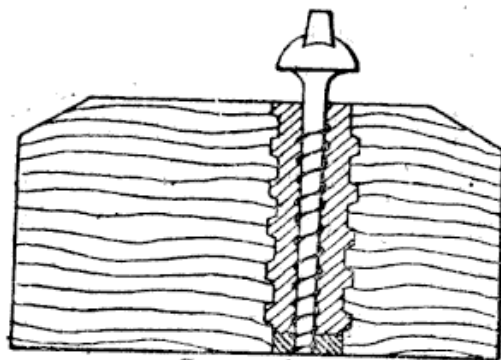
Nous avons déjà dit qu'on s'efforçait d'augmenter la surface d'appui au moyen de selles ou de coussinets à large semelle. On a aussi cherché à renforcer les attaches en leur donnant plus de prise dans le

bois et en adoptant, à cet effet, un intermédiaire entre le tire-fond et la traverse, lorsque celle-ci est en bois tendre ou déjà avariée.

Divers systèmes ont été expérimentés dans ce but; les principaux sont le trenail « Collet », qui est répandu en France et notamment à la Compagnie P.-L.-M., ainsi qu'en Espagne; la garniture Thiollier, plus nouvelle, et le tire-fond Lakhowski; mais l'emploi de ces accessoires ne s'est pas encore généralisé.

Nous les décrirons néanmoins en quelques mots, à titre documentaire.

**Trenail Collet.** — Le trenail est une cheville conique en bois dur fileté, d'un diamètre extérieur de 45 millimètres avec noyau de 35 millimètres.



Coupe du trenail dans une traverse

FIG. 54.

Les filets triangulaires ont un pas de 15 millimètres avec une épaisseur de 10 millimètres à la base et une saillie de 5 millimètres. La partie inférieure est frettée en fer pour l'empêcher de se fendre et d'éclater. Sa longueur, une fois posé, est d'environ 120 millimètres, mais elle varie suivant l'épaisseur de la traverse. Le trenail est percé dans toute sa hauteur d'un trou dont la forme

tronconique est celle du tire-fond et dont le diamètre de la partie cylindrique est égal au noyau du tire-fond employé.

Le tire-fond doit mieux résister ainsi à l'arrachement ou au déversement puisqu'il travaille dans le bois dur. D'un autre côté, le bois tendre de la traverse semble devoir être moins fatigué parce que les efforts qu'il subit sont répartis sur une plus grande surface.

La pose de cet intermédiaire paraît assez délicate. Elle se fait à la main, au moyen d'outils spéciaux, lorsqu'il s'agit d'un entretien courant, et à l'aide de machines très ingénieuses mues électriquement lorsqu'on l'emploie dans des traverses neuves. Son prix d'achat est de 0 fr. 15 pour un trenail injecté à la créosote, ce qui augmente sensiblement le prix d'une traverse qui est généralement percée de six trous aussi bien pour la pose Vignole que pour la pose D. C., soit une majoration de  $6 \times 0 \text{ fr. } 15 = 0 \text{ fr. } 90$ , non compris la pose.

**Garniture Thiollier.** — La garniture type de ce système est formée par un fil méplat en acier de  $4 \times 8$  tordu en spires régulières et introduit dans les traverses à l'emplacement des tire-fond, après que son logement y a été préparé à l'aide d'une tarière spéciale.

Le diamètre intérieur de la garniture est sensiblement égal au diamètre du noyau du tire-fond employé et son pas exactement égal à celui de ce même tire-fond.

Le tire-fond vissé dans la garniture ne porte par ses filets que sur les spires de la vis. La pose de cet accessoire demande beaucoup de soin ; on perce d'abord un trou du diamètre habituel dans la traverse ; on taraude ensuite ce trou avec une tarière spéciale, on visse la garniture sans effort et on pose ensuite le tire-fond à la main en ne se servant de la clé que pour les derniers tours. Le serrage ainsi obtenu est très énergique.

Le prix de cette garniture varie, sans la pose, de 0 fr. 10 à 0 fr. 15 pièce, suivant le type adopté.

**Tire-fond Lakhovsky.** — Ce système de renforcement des attaches de la voie substitue au tire-fond ordinaire un tire-fond spécial, appelé du nom de son inventeur.

Le tire-fond Lakhovsky, en acier doux, se compose de trois parties. le tire-fond proprement dit, son écrou et la coquille.

a) *Tire-fond.* — Cette attache ne diffère du tire-fond ordinaire que par sa tige cylindrique et son filetage. La partie supérieure de la tige est lisse et d'un diamètre égal à celui du tire-fond habituellement employé ; la partie inférieure, d'un diamètre plus faible, est filetée comme une vis à métaux afin de s'engager dans l'écrou.

b) *Ecrou.* — Cette pièce est de forme tronconique et porte extérieurement en saillie, diamétralement opposées, deux petites ailettes

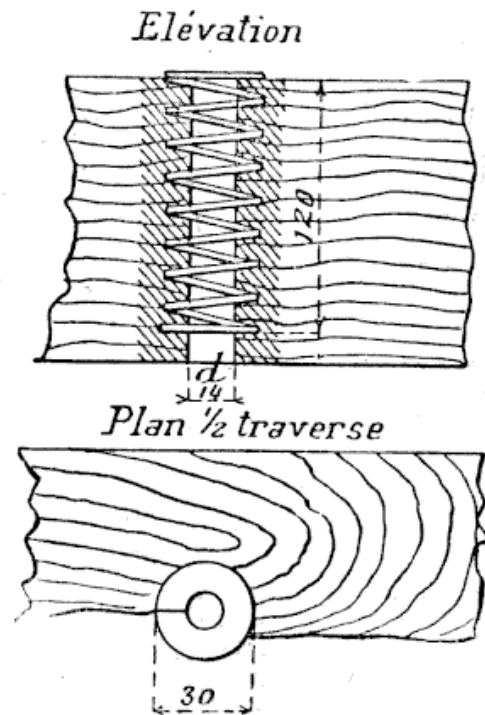


FIG. 55.

biseautées qui s'engagent, au moment du vissage, entre les deux parties de la coquille.

c) *Coquille*. — Cette partie, qui se pose entre l'écrou et la tête du tire-fond, est formée d'un cylindre creux divisé suivant une génératrice en deux gaines évasées vers le bas et qui viennent reposer sur l'écrou. Le parement externe de ces gaines est lisse dans sa partie supérieure et porte des crans circulaires dans sa partie inférieure. Le serrage de l'écrou fait écarter les gaines qui viennent alors en contact intime avec le bois.

La pose de ce tire-fond se fait au moyen d'outils spéciaux et demande, surtout pour la pose de la voie à coussinets, quelques précautions, afin qu'au vissage l'axe des trous des coussinets coïncide

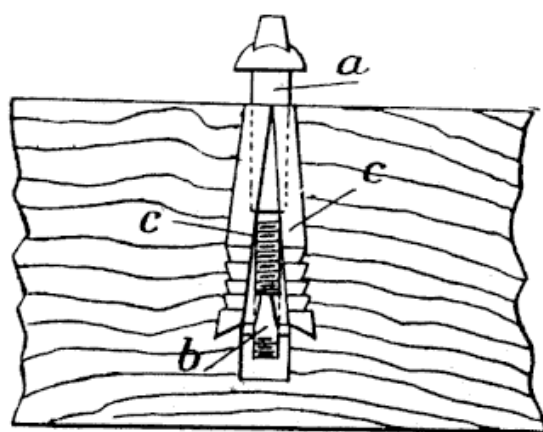


FIG. 56.

exactement avec l'axe des tire-fond et que l'écartement des gaines se fasse suivant l'axe longitudinal de la traverse (1).

Le serrage obtenu avec ce type d'attache paraît très énergique, il ne semble limité que par la résistance propre du métal dont il est formé, ou de la traverse elle-même. Lorsqu'on serre le tire-fond, l'écrou ayant ses ailettes engagées entre les

deux gaines de la coquille, ne peut tourner; il se visse par suite sur la tige du tire-fond en écartant, au fur et à mesure qu'il s'élève, les deux gaines qui s'encastrent alors dans le bois; plus le serrage est accentué, plus la compression du bois est énergique et plus le rail semble devoir être maintenu solidement.

Ce système de tire-fond est à l'essai dans quelques réseaux. Son prix, variable suivant les dimensions des attaches, est d'environ 0 fr. 27 pièce, et son poids est de 655 grammes.

**Sabotage des traverses.** — Le sabotage ou entaillage des traverses, c'est-à-dire la préparation de la partie où doit reposer le rail, soit

(1) Dans le cas de remplacement du tire-fond à bague par le tire-fond Lakhovsky, ce dernier peut se poser sans déplacer le coussinet.

directement, soit par l'intermédiaire d'une selle ou d'un coussinet, se fait aujourd'hui mécaniquement et préalablement à toute injection. Dans la plupart des cas, le perçage se fait mécaniquement (1).

La machine à saboter représentée à la page 66, est, en fait, divisée en deux parties à mouvements indépendants mais réunies par un même bâti. La partie avant est destinée à l'entaillage et la partie arrière, au perçage.

Les couteaux à entailler, en acier de trempe spéciale, sont montés sur une poupée A, animée d'une vitesse moyenne de 2.250 tours par minute, fixée sur un chariot B, maintenu en place par le contre-poids C et la vis F, mais pouvant se déplacer verticalement. Ce dernier est monté lui-même sur un autre chariot D se déplaçant horizontalement au moyen de la vis E. Ces dispositifs de réglage permettent de faire varier la position de l'entaille, ainsi que sa profondeur.

Les mèches à percer, du type dit américain, animées d'une vitesse de 900 tours par minute, sont montées sur un porte-outils formant chariot, coulissant horizontalement sur le bâti transversal par l'intermédiaire de la vis G. Chaque porte-outils porte deux, trois ou quatre mèches suivant le perçage demandé par le type de voie et fixées de façon que leur axe longitudinal soit normal à la table de sabotage de la traverse.

La traverse à entailler est posée par deux ouvriers sur le plateau de la machine; elle est immédiatement entraînée par une chaîne sans fin à maillons, animée d'une vitesse de deux mètres à la minute et munie de taquets d'entraînement espacés d'un mètre. La traverse s'engage sous un pied en fer H, fixé au chariot support des couteaux; ce dernier se trouve plus ou moins soulevé suivant l'épaisseur de la traverse, de sorte que le fond de l'entaille est toujours, d'une façon générale, à la même distance du plan supérieur de la traverse. L'inclinaison de l'entaille au 1/20 dans la pose Vignole est donnée par la position même des couteaux. La traverse, toujours entraînée par la chaîne, continue son mouvement et passe dans la partie arrière de la machine. Deux autres ouvriers rectifient au besoin sa position, abaissent avec le pied, au moyen des pédales P, deux griffes montées sur l'arbre Q qui fixent la traverse et, en même temps, à l'aide du

---

(1) Il ne s'agit que des traverses neuves. Les resabotages et réentaillages des traverses en service se font toujours à la main.

levier à main K, abaissent les mèches qui glissent librement dans le

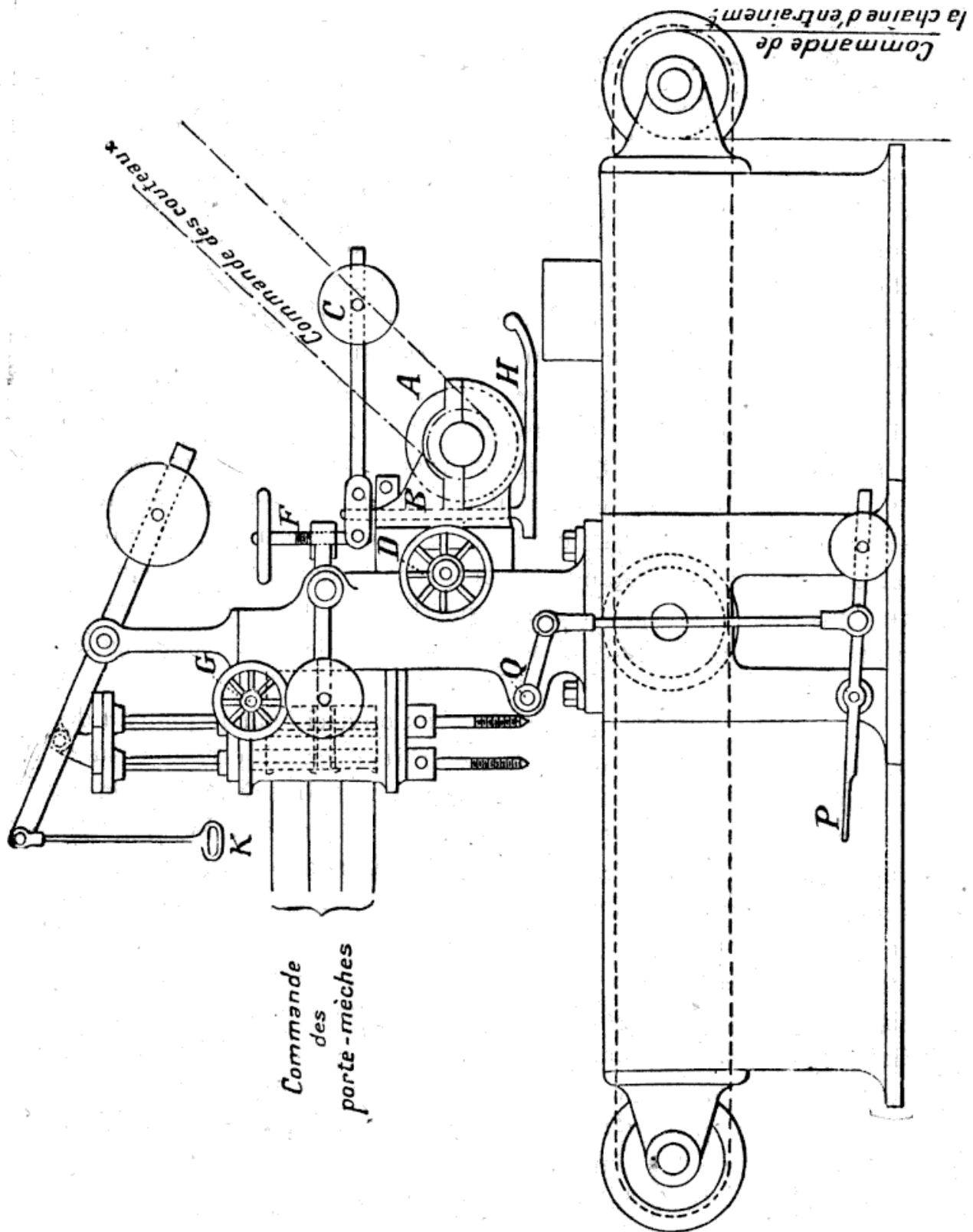


Fig. 57. — Machine à tailler et à percer automatiquement les traverses.

porte-outils. Le perçage s'exécute en une seule passe, sans relever les mèches. Les ouvriers abandonnent alors le levier K et la pédale P et

retirent la traverse. Cette machine, mue par une locomobile ou une machine demi-fixe de la force de 25 chevaux-vapeur mesurés au frein, coûte, rendue en gare, 11.200 francs, avec le dispositif pour voie D. C., et 11.600 francs, avec dispositif pour voie Vignole.

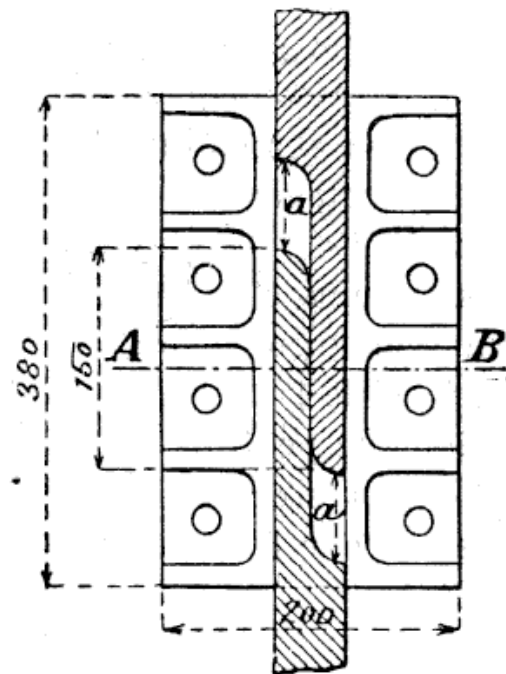
Desservie par quatre hommes, elle peut entailler et percer 1.200 traverses par journée de 10 heures de travail, mais pratiquement il convient de ne compter que sur 1.000 traverses par suite des pertes de temps occasionnées par le remplacement des couteaux ou mèches brisés ou usés intempestivement.

Le prix du perçage et de l'entaillage d'une traverse, non compris l'approche des traverses et leur enlèvement après l'opération, revient au maximum, à 0 fr. 10 pièce, y compris amortissement du prix de l'installation.

**Appareils de dilatation.** — Sur les ouvrages métalliques, la voie ne peut être posée de la même façon que sur la plate-forme, parce que, d'une façon générale, on supprime le ballast sur ces ouvrages tant par économie que pour ne pas les surcharger d'un poids mort considérable.

Les rails sont attachés soit sur des longrines, soit sur des traverses ordinaires fixées elles-mêmes au tablier du pont.

La dilatation des rails peut donc se faire comme en voie courante, mais le pont lui-même, de plus ou moins grande longueur, composé de parties rivées formant poutre continue, se dilate totalement à ses extrémités qui reposent sur des appuis mobiles nommés *galets ou rouleaux de dilatation*. Dans ce mouvement, il entraîne les rails avec lui, dans une certaine mesure, et pour parer à ce déplacement, qui est d'autant plus sensible que la longueur de l'ouvrage est plus



*Coupe AB*

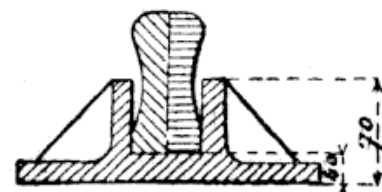


FIG. 58.



grande, on pose vers l'extrémité de chaque file, dans le voisinage de l'appui mobile, un organe spécial dénommé appareil de dilatation, permettant à la voie une dilatation égale à celle du pont lui-même. Il est d'usage, dans ce cas, de serrer le plus possible les rails sur le pont pour réduire le jeu des abouts.

Le fonctionnement de cet appareil de dilatation est rarement satisfaisant; il occasionne des chocs très sensibles au passage des véhicules; aussi, au lieu de l'installer sur le pont lui-même, il paraît préférable de l'établir sur la culée, le plus près possible de l'extrémité du pont opposé à l'ancrage (1).

Certains réseaux, aussi bien en France qu'à l'étranger, en présence des inconvénients que présentent ces appareils, essayent de s'en passer, même pour des ouvrages ayant jusqu'à 500 mètres de longueur. Ils se contentent de laisser aux joints des rails posés sur la culée et aux abords du pont un vide double de celui qu'ils devraient avoir normalement.

Quand on emploie les appareils spéciaux de dilatation, un des systèmes les plus simples consiste à entailler les deux rails par moitié sur une longueur telle que le vide A restant entre l'extrémité de l'un et le fond de l'entaille de l'autre soit à peu près égal à la dilatation théorique du pont. Ces rails sont supportés par un coussinet à fortes mâchoires dans lequel ils sont ajustés un peu librement et fixé lui-même sur une forte semelle en chêne ancrée dans la maçonnerie de la culée.

## § 2. — VOIE SUR TRAVERSES MÉTALLIQUES

**Exposé.** — Les premiers essais d'introduction des supports entièrement métalliques dans les voies de chemins de fer datent déjà de longtemps; mais ce n'est guère que depuis 1880 que les traverses métalliques ont pris, sinon en France du moins à l'étranger, une sérieuse extension, surtout dans les pays tropicaux, où elles présentent un avantage marqué sur les traverses en bois, en raison de l'extrême rapidité avec laquelle ces dernières sont mises hors service.

---

(1) Les ponts à travées solidaires sont habituellement ancrés vers le milieu sur une pile. Les ponts à une seule travée sont ancrés à l'une de leurs extrémités, et si l'ouvrage est en pente, à l'extrémité la plus élevée.

En Europe continentale ainsi que dans les pays d'outre-mer l'emploi des traverses métalliques s'étend graduellement.

En France, leur usage est limité au réseau de l'Etat; mais alors que ce réseau ne possédait, en 1898, que 280 kilomètres de voie de ce type, en 1913, il en avait posé 1.500 kilomètres.

**Supports métalliques.** — En Allemagne et en Autriche-Hongrie, il y a encore une certaine longueur de voie posée sur longrines métalliques ayant les profils ci-après; mais on remplace aujourd'hui ces longrines par des traverses métalliques au fur et à mesure de leur usure (depuis 1886, l'Allemagne en a supprimé 2.500 kilomètres environ), parce que le type sur longrines n'a pas réalisé les espérances qu'il avait fait concevoir. Le but économique poursuivi par leurs promoteurs était: 1° de réduire le poids des supports employés, car avec l'écartement donné actuellement aux traverses ordinaires, la longueur de longrine est, par mètre courant de

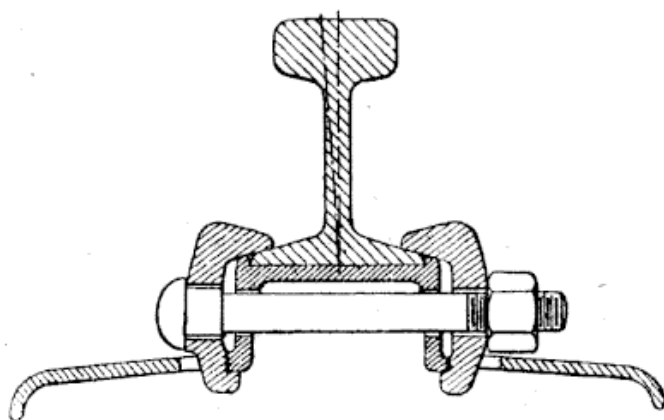


FIG. 59. — Longrine Haarmann.

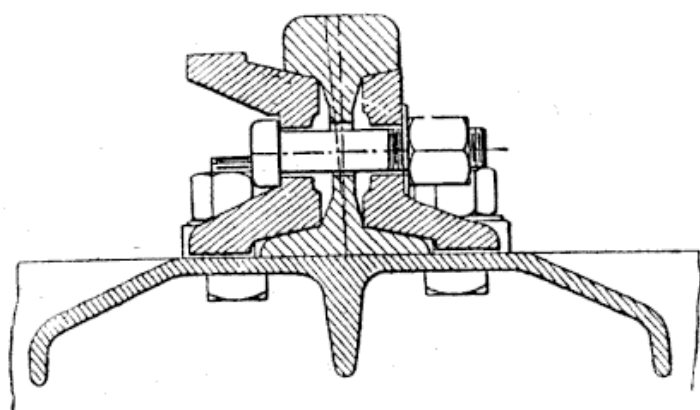
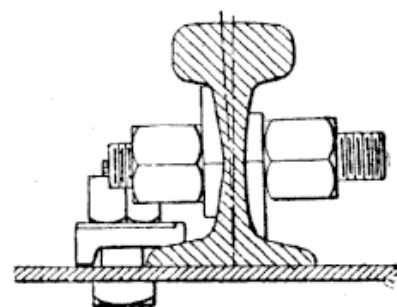


FIG. 60. — Longrine Hilf (Alsace-Lorraine).

Coupe par le joint du rail.  
Poids par mètre courant de longrine : 23 kil. 500.



Élévation du crapaud et de l'attache d'une tringle d'entrecroisement.

voie, plus petite que la longueur correspondante de traverse; 2° le volume de ballast employé et, par voie de conséquence, la main-d'œuvre de bourrage.

Mais cette économie ne se réalisait qu'au détriment de la solidité de la voie, qui manquait de rigidité transversale. C'est la principale cause de leur abandon. En Egypte, au Cap et dans les Indes Anglaises, où 5.800 kilomètres de voie étroite métallique sont en exploitation, on emploie pour support une cloche en fonte creuse de 590 millimètres de longueur et 125 millimètres de hauteur, pesant 41 kilos, maintenant le rail par trois mâchoires faisant corps avec le support et par un

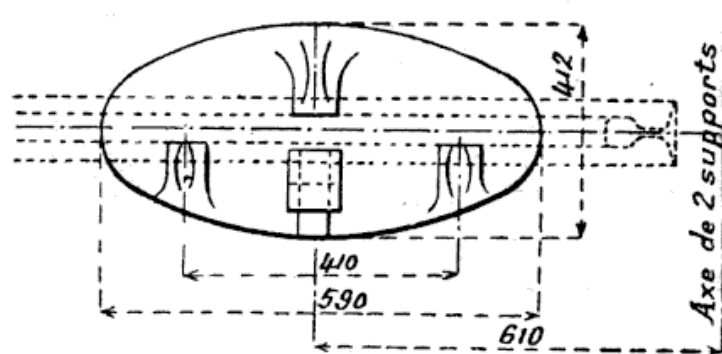


FIG. 61.

Épaisseur des parois : 19 millimètres.

crapaud avec boulon lorsqu'il s'agit de rails Vignole, ou par un coussinet venu de fonte avec la cloche et un coin s'il s'agit d'un rail à double champignon. Les cloches sont reliées transversalement par une entretoise en fer qui constitue le point faible du système. Le bourrage de ces supports se fait comme celui d'une traverse ordinaire. Ce système porte le nom de cloche *Levesey*. Il paraît suffire pour la circulation des trains peu lourds et animés de faible vitesse.

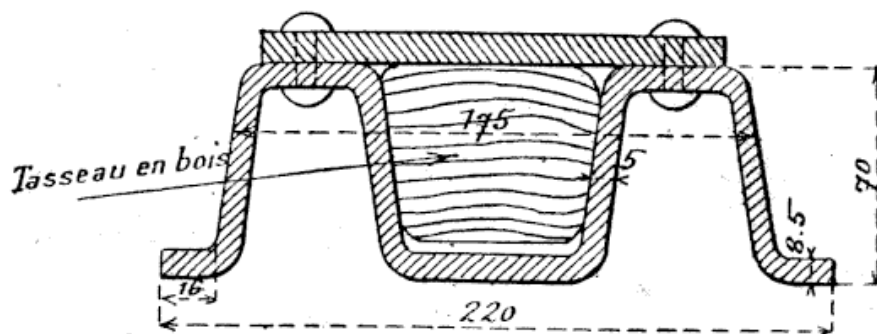


FIG. 62.

Profil pour voie normale avec attaches sur bois. — Poids : 53 kilos environ.

**Traverses.** — On emploie dans quelques colonies françaises le type Boyenval et Ponsard, représenté au croquis ci-dessus (fig. 62). Il a été appliqué dans la construction des chemins de fer à voie étroite de

l'Indo-Chine (ligne d'Hanoï à la frontière de Chine), au Sénégal (ligne de Dakar à Saint-Louis et à Porto-Rico). Les traverses ont habituellement 1 m. 80 de longueur, pèsent 35 kilos, sauf à Porto-Rico où le poids est réduit à 23 kilos, et portent des rails de 8 mètres de longueur, pesant 20 kilos le mètre courant. Pour la voie normale, le poids de la traverse est porté à 58 kilos environ.

Mais le système dont l'usage est le plus répandu en Europe a le profil ci-dessous, aussi bien pour la voie normale que pour la voie étroite; c'est l'ancienne traverse plus ou moins modifiée du chemin de fer de Berg et Marche, dérivant elle-même du type Vautherin, créé vers 1860 par un ingénieur français. L'extrémité inférieure des arêtes verticales est terminée par un bourrelet ovoïde renforçant cette partie de la traverse la plus exposée au choc des outils servant au bourrage



FIG. 63.  
Coupe transversale de la traverse  
Poids de la traverse : 58 kilos.

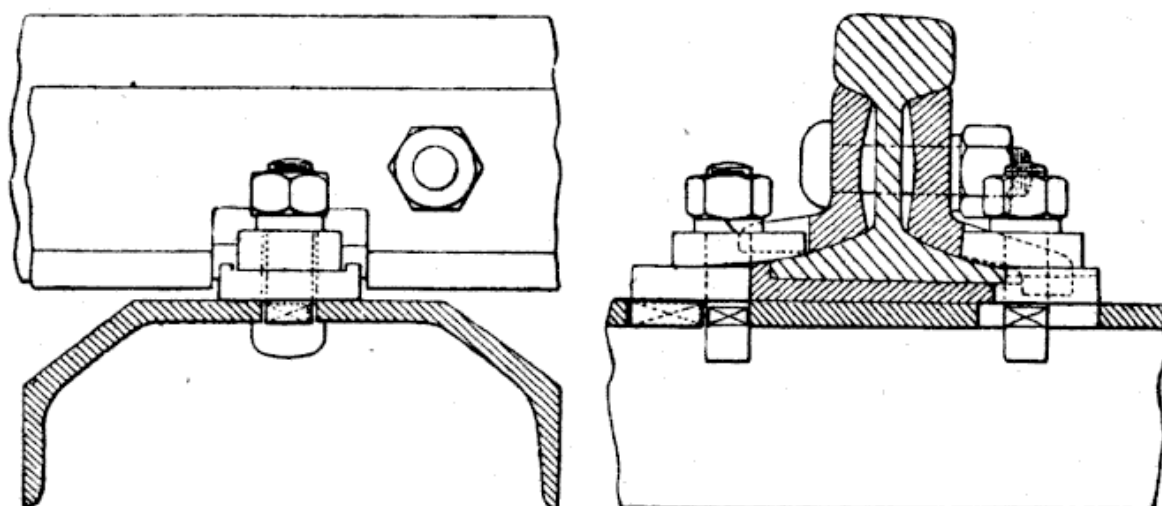


FIG. 64. — Traverse Heindl.  
Coupe transversale de la traverse. Coupe sur une traverse de joint.  
Poids de la traverse : 72 kilos.

et empêchant, dans une certaine mesure, son trop grand encastrément dans le ballast et l'écrasement de ce dernier. Toutes ces traverses ont leurs extrémités fermées, en bout, soit par une plaque rivée, soit par un simple emboutissage en vue d'offrir une plus grande résistance aux efforts transversaux. Elles sont percées, suivant le cas, de lumières rectangulaires à angles fortement arrondis, ou de trous

ovales. Le premier perçage est adopté pour la voie Vignole et le second pour la voie à coussinets.

Quand on emploie le rail Vignole, il faut incliner la table supérieure sur une certaine longueur, au droit de l'appui du rail, ou emboutir en forme de selle, la partie de la traverse sur laquelle repose le rail afin de lui donner l'inclinaison de  $1/20$ . Ces deux procédés présentent une grande sujétion dans la fabrication des traverses et en augmentent le prix de revient. Aussi préfère-t-on souvent interposer entre le rail et la traverse une selle ordinaire ou à talon d'inégale épaisseur qui donne naturellement l'inclinaison du rail et répartit la charge sur une plus grande surface de la table supérieure, diminuant, par suite, l'usure de cette dernière. C'est ce qui a lieu avec le système Heindl, employé en Allemagne (fig. 64).

Dans l'emploi du rail à double champignon ou dissymétrique, c'est le coussinet lui-même qui, comme dans la pose sur bois, donne cette inclinaison. Nous donnons à la page précédente le croquis de trois types de traverses avec le mode de fixation des rails.

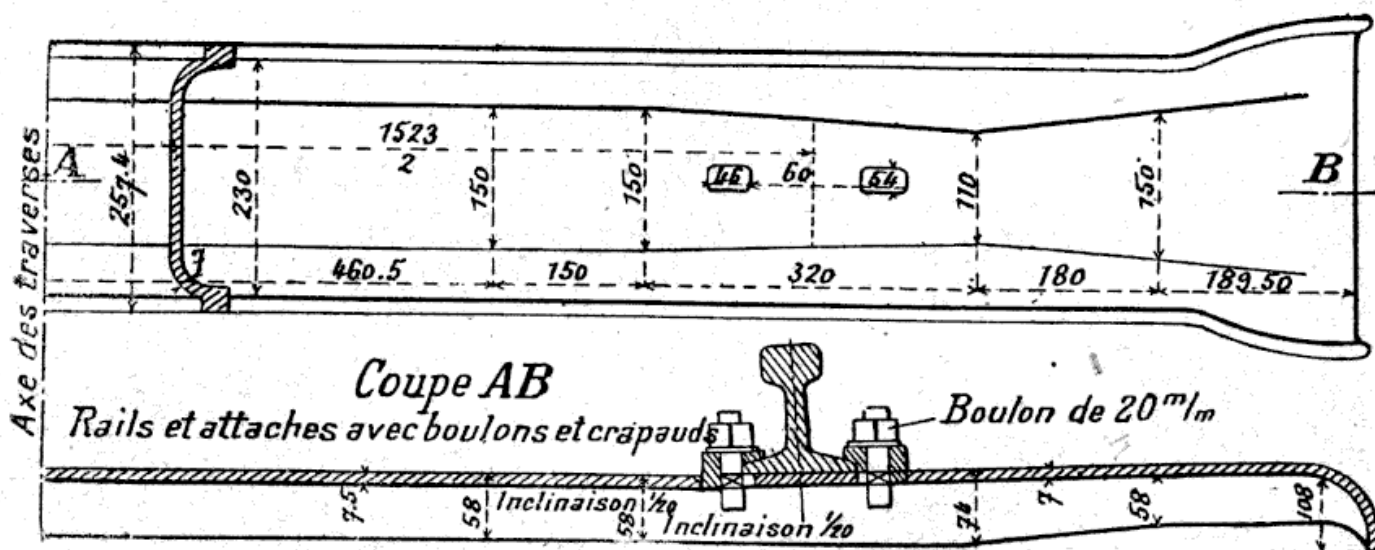


FIG. 65.

Traverse type *Post* à profil variable. — Poids : 58 kilos. (Le rail et les attaches enlevés.)

**Attaches.** — Le coussinet de la voie D. C. (fig. 66 et 68) est attaché par deux boulons à ergot qui se posent par-dessous; un talon venu de fonte avec le coussinet s'encastre dans la traverse et a pour effet de recevoir une partie des efforts transversaux. Il répartit mieux de cette façon le travail des attaches.



Lorsqu'on constate quelques imperfections soit dans la table de la traverse, soit à la semelle du coussinet, on interpose entre elles et

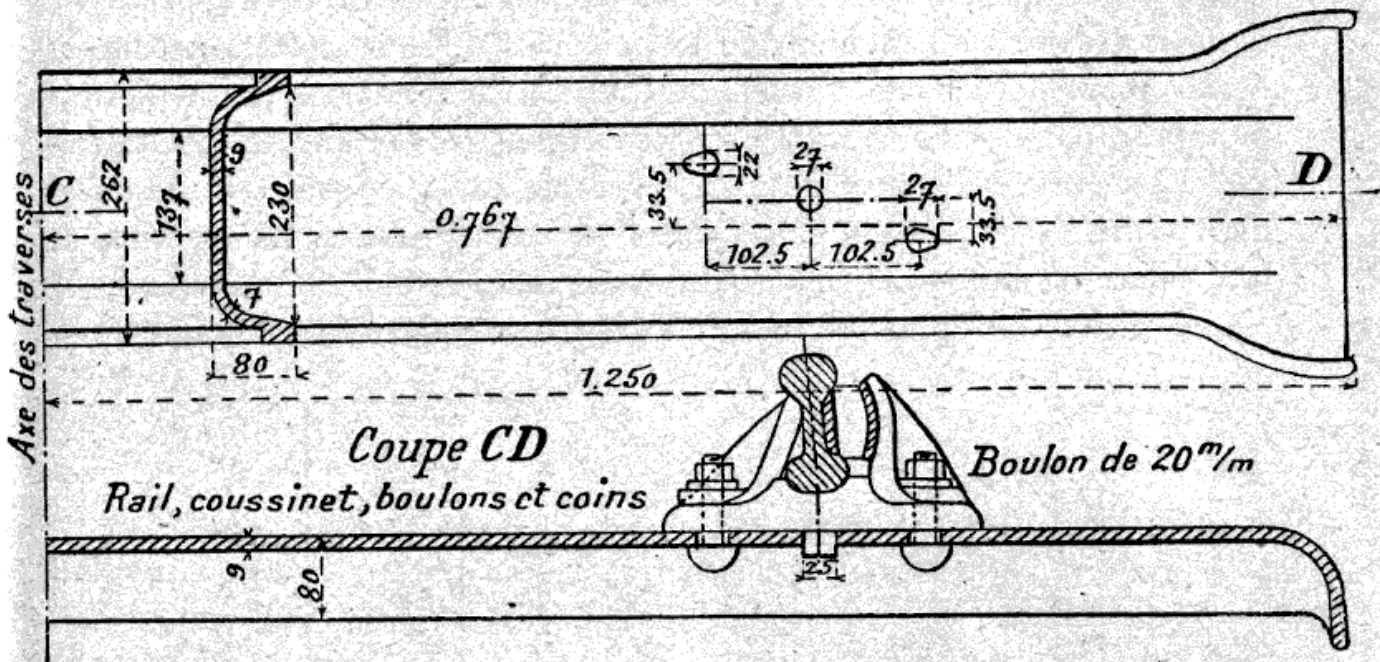


FIG. 66.

Traverse Etat Français à profil constant.

sur 1 millimètre environ d'épaisseur, quelques feuilles de papier préalablement goudronnées. Cette précaution évite de nombreuses

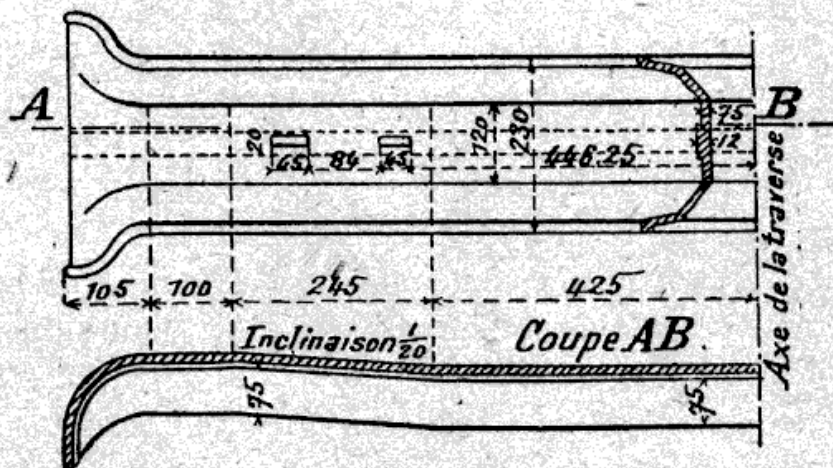


FIG. 67.

Ligne de Konakry au Niger. — Traverses pour rails Vignole avec crapauds et boulons (voie étroite). — Poids : 33 kilos.

cassures des supports, tout en protégeant mieux la traverse contre l'usure.

Le rail de la voie Vignole est attaché (fig. 64, 65 et 69) par deux cra-

pauds de même forme dont l'un, généralement le crapaud extérieur, porte un talon. Ils s'engagent, qu'il y ait ou non interposition de selle entre le rail et la traverse, dans des trous appelés *lumières*, percés dans la traverse au moment de sa fabrication, et sont fixés à cette dernière par deux boulons à tête de chapeau de gendarme permettant leur pose par-dessus la traverse. Les boulons travaillent au cisaillement par suite des efforts latéraux, plus que dans la pose D. C.; mais une partie de ces efforts est répartie sur les crapauds. La distance qui sépare les bords intérieurs se faisant face, de deux lumières voisines, est toujours plus petite que la largeur du patin du rail, afin de

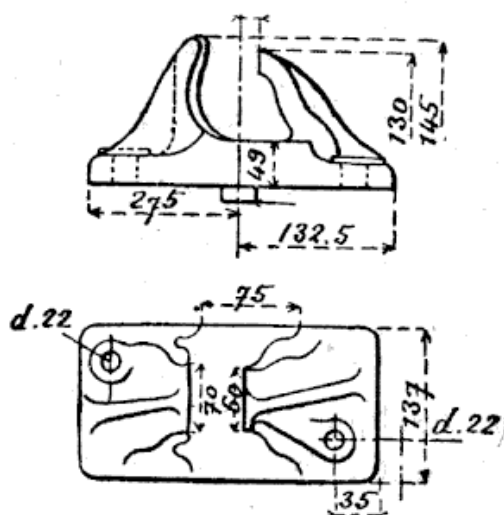


FIG. 68.

Coussinet pour rail D. S. de 40 kilos posé sur traverse métallique. — Poids : 12 kil. 360 gr. — Surface de la base : 376 cent. carrés.

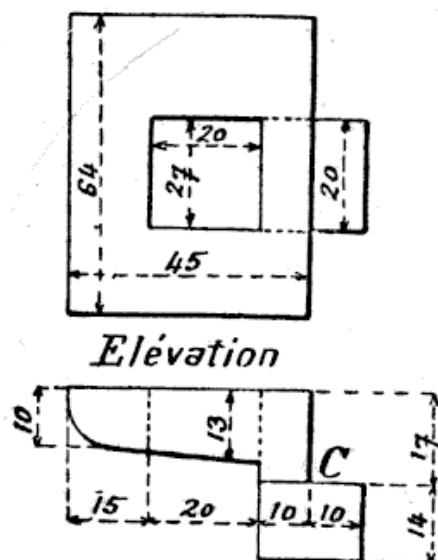


FIG. 69.

Crapaud extérieur. — Le crapaud intérieur est semblable, sauf le talon C qui n'existe pas.

faciliter la pose de la voie, ainsi que son dressage et de parer, dans une certaine mesure, aux imperfections du perçage. Cette disposition permet aussi de donner aux courbes le surécartement nécessaire. Un autre système d'attache des rails Vignole, mais dont l'abandon s'accroît de plus en plus, est représenté par la figure 70. Il est composé de trois prisonniers et d'une clavette en fer ou en acier doux. Ce système est simple, d'entretien facile, mais il ne paraît pas offrir toute la solidité désirable par suite des usures rapides qui se produisent dans les parties A des prisonniers, à tel point qu'il n'est pas rare de voir la tête de la clavette affleurer au bout d'un certain temps la partie supérieure des prisonniers. Le serrage est alors insuffisant et il faut remplacer les prisonniers par d'autres plus larges.



La pose de la voie sur traverses métalliques est tout aussi simple que la pose sur bois et se fait d'après les mêmes principes et, on pourrait ajouter, les mêmes procédés. Elle offre une plus grande régularité si le perçage à l'usine est bien fait. Dans les courbes de faible rayon, le surécartement est obtenu par l'emploi de crapauds, boulons, prisonniers de différents modèles. Le bourrage s'opère avec les mêmes outils de la même façon que dans la pose sur traverses en bois, seulement il est ici plus délicat parce que le remplissage complet de la cavité de la traverse ne se fait pas immédiatement. Il ne s'opère quelquefois qu'au bout d'un an ou deux, suivant la forme de la tra-

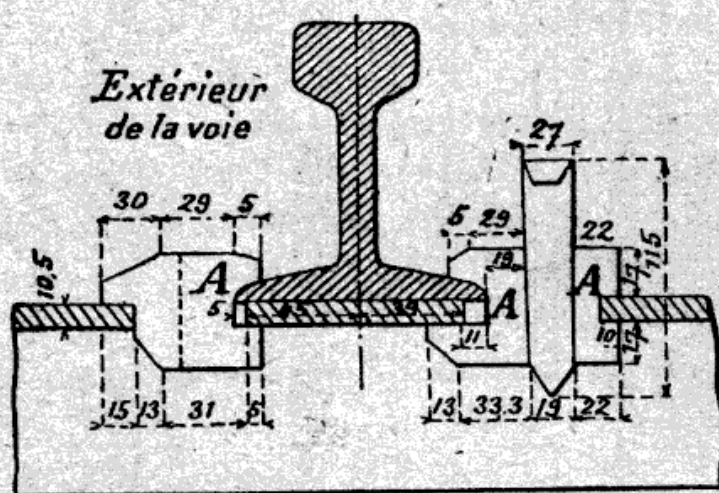


FIG. 70.

Prisonnier et clavette de 20 millimètres d'épaisseur pour voie normale.

verse et la nature du ballast, par des bourrages répétés, combinés avec une circulation prolongée des trains. Il est donc nécessaire que cette pose soit surveillée de plus près que la pose sur le bois pendant les premières années tant au point de vue de son assiette que du serrage des attaches. L'entretien proprement dit est ensuite tout aussi facile et plus économique qu'avec les traverses en bois parce qu'il n'y a pas à faire de resabotages et qu'on n'est amené à renouveler les attaches qu'au bout d'un temps relativement prolongé.

La plate-forme demande à être bien assainie et le ballast doit être de très bonne qualité; le meilleur paraît être un ballast en pierres cassées peu susceptible de s'écraser sous l'action du bourrage et des charges roulantes, c'est-à-dire composé de granit ou de roche dure, à l'exception du grès dont l'usure des arêtes est trop rapide. Le cassage

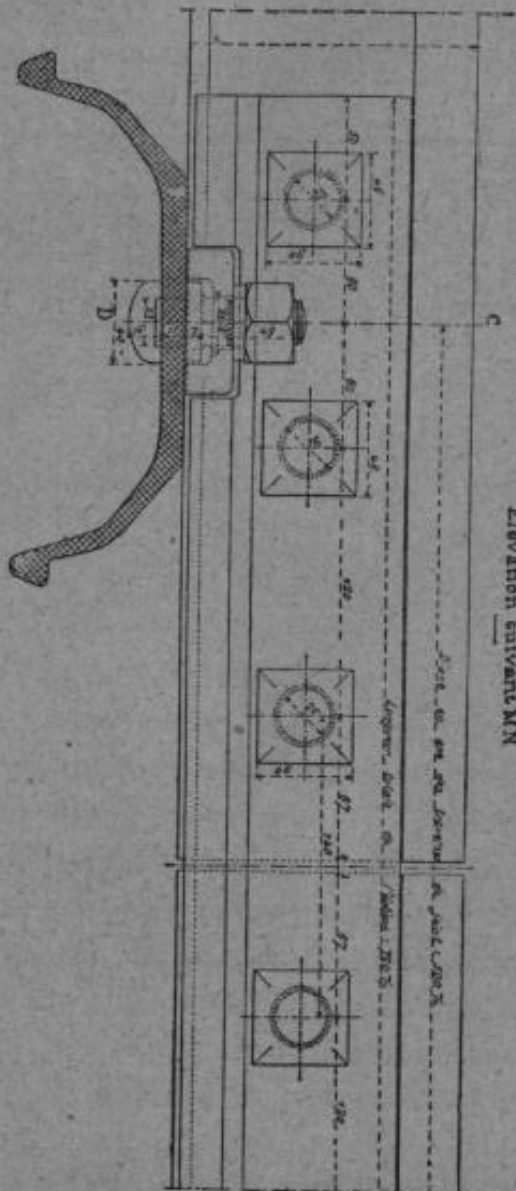
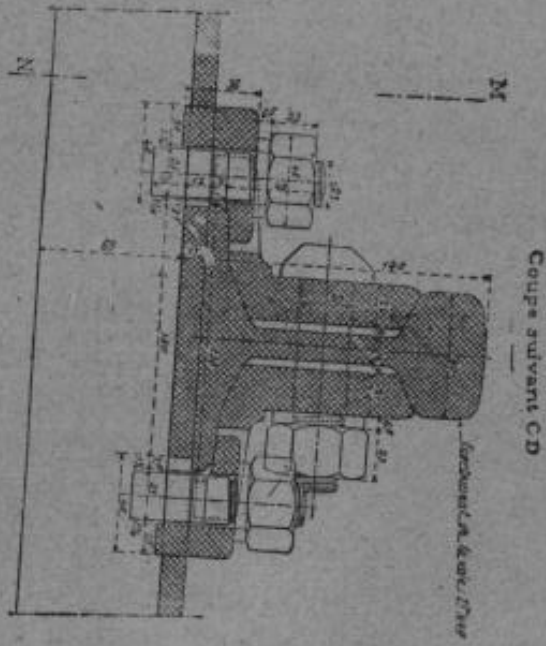


FIG. 71.  
Voie métallique du réseau d'Etat (Type 1910).

de ces matériaux ne doit pas être trop gros, compris entre 3 et 5 centimètres pour faciliter le remplissage de l'auge par le bourrage.

Lorsqu'on ne peut se procurer cette pierre cassée, le sable siliceux à gros grains mélangé de sable plus fin remplira le même but à la condition toutefois que la proportion de ce dernier ne dépasse pas 25 à 35 p. 100.

La pose sur traverses métalliques a l'avantage de réaliser une économie sérieuse de ballast en ce qu'elle permet d'araser le niveau de celui-ci au plan supérieur de la traverse (1).

Les traverses métalliques jouissent de la même immunité que les rails; elles ne rouillent pas, sauf cependant dans les tunnels longs, humides ou mal aérés. Elles s'usent alors, comme toutes les autres parties de la voie, très rapidement sous l'action de l'eau et des vapeurs sulfureuses dégagées par les machines. La Compagnie du Saint-Gothard a renoncé complètement à employer ce système de traverses dans ses tunnels, tout en les maintenant généralement dans les autres parties des voies. On ne peut qu'imiter son exemple.

Depuis 1910 le réseau de l'Etat a adopté et mis en service un type renforcé de voie métallique dont la figure 71, qui se trouve à la page 76, montre les dispositions: le rail du type Vignole pèse 42 k. 330 le mètre; la traverse du type Post à profil variable pèse 67 kilos. Les rails sont assemblés par des éclisses cornières de 0 m. 780 de longueur comportant 6 boulons et fixés sur la traverse par 2 crapauds dont l'un, le crapaud extérieur, a quelques millimètres de plus de largeur que le crapaud. Ces attaches du rail sont fixées chacune à la traverse par un boulon spécial à épaulement qui en facilite la pose.

Dans les lignes de fort trafic les rails de 22 mètres de longueur sont établis sur 32 traverses métalliques et le cheminement de la voie est combattu dans chaque longueur par les crapauds portés par les traverses du joint qui s'encastrent dans le patin de l'éclisse et par un arrêt spécial encastrant les crapauds extérieurs portés par la traverse de milieu.

---

(1) Cette considération tend à perdre de sa valeur, car actuellement les Compagnies de chemins de fer ont une tendance à généraliser dans les voies l'emploi du ballast dit à profil réduit, c'est-à-dire à araser le ballast au niveau du plan supérieur de la traverse.

**Qualités d'une bonne traverse.** — En résumé, d'après les résultats d'expérience acquis à ce jour, une bonne traverse métallique paraît devoir remplir les conditions suivantes, d'après le travail qu'elle est appelée à fournir :

*Etre assez lourde*, pour assurer par elle-même la stabilité de la voie et diminuer par la suite les frais d'entretien; à ce point de vue, la pose sur coussinets est particulièrement favorable en ce qu'elle augmente le poids de la traverse. Quant au noyau de ballast qui lui sert d'appui, il ne doit pas être considéré comme faisant partie intégrale de la traverse; il ne peut et ne doit être envisagé, en dehors de son rôle d'appui, que comme une masse s'opposant simplement aux déplacements longitudinaux de la voie.

*Etre assez longue*, pour empêcher le balancement transversal et contribuer à la stabilité de l'ensemble. Trop courte, en effet, elle a une tendance à se cintrer sous l'action des charges, et à produire ainsi un surécartement de la voie; trop longue, elle se creuse parce que les extrémités ont une tendance à se relever sous l'action des charges roulantes, d'où résulte un resserrement de la voie.

*Avoir un profil transversal, simple, régulier, assez large et de peu de hauteur*, pour faciliter sa fabrication et son bourrage. Plus la traverse est haute, plus le garnissage à l'intérieur est difficile et lent; mais il faut cependant que le noyau de ballast emprisonné soit suffisant pour que le travail auquel il est soumis ne soit pas exagéré et qu'il ne puisse s'écraser sous l'action des charges roulantes.

*Etre fermée à ses extrémités*, pour s'opposer énergiquement aux glissements transversaux et mieux maintenir le bourrage.

*Avoir des attaches solides, faciles à remplacer, se logeant dans des lumières ovales ou à angles fortement arrondis*, pour avoir un entretien facile et éviter les fissures de la table supérieure qui se produisent fréquemment lorsque les trous sont rectangulaires; ces fissures sont également provoquées par le genre de fabrication de ces lumières quand elles sont faites au poinçon. On doit proscrire cette façon de procéder et exiger le perçage des lumières rectangulaires au foret, malgré la légère augmentation de dépense qui en résulte. Ce n'est, semble-t-il, que lorsque les lumières sont ovales qu'on peut autoriser le poinçon.

Le métal employé pour la fabrication des traverses métalliques doit



être en acier doux laminé (on l'appelle fer fondu en Allemagne), à grains fins, compact et parfaitement homogène. Il doit présenter une résistance à la traction variant entre 38 et 45 kilos au maximum, par millimètre carré, avec un allongement de 16 à 20 p. 100, mesuré à une barrette de 20 centimètres de longueur, la limite d'élasticité doit être au moins de 25 kilos par millimètre carré.

Le prix des traverses est très variable, il suit évidemment le cours du métal indépendamment de beaucoup d'autres circonstances. Voici néanmoins, à titre de renseignements, les prix que l'on a payés dans diverses localités :

En Alsace-Lorraine, 120 marks.....	133 fr 20 la tonne
En France .....	170 » —
A Hanoï (Indo-Chine).....	265 » —
A Djibouti (Harrar) .....	176 » —
A Konakry (Guinée) .....	210 » —

**Branchements sur traverses métalliques.** — Les réseaux qui emploient des traverses métalliques ont construit et posé des branchements sur traverses spéciales métalliques en forme de  $\sqsupset$  renversé.

Il était naturel de le faire puisque ces appareils demandent une rigidité plus grande que la voie ordinaire et un écartement invariable. Les rails y sont fixés au moyen des mêmes attaches. Cependant, ce système de pose ne paraît pas avoir pris beaucoup d'extension parce qu'il exige pour son entretien et pour parer aux accidents possibles, un approvisionnement assez considérable de ces traverses, résultant de leur diversité de longueur et de perçage. Les avaries produites à ce matériel ne sont cependant pas plus importantes que celles que peuvent subir les traverses en bois; car si les déraillements faussent les traverses métalliques, il est relativement facile de les redresser à l'atelier. Mais, pour cette opération, il est nécessaire de les retirer de la voie et de recourir, pour les remplacer, à celles qui sont approvisionnées à cet effet.

### § 3. — VOIE SUR TRAVERSES EN BÉTON ARMÉ

**Comparaison avec les divers types de traverses en usage.** — Les traverses en bois se prêtent assez bien à la répartition des charges sur le ballast; la pose des rails est très simple. Mais l'entretien constant, la durée relativement courte et l'augmentation de prix croissant

avec la rareté des bois sont autant de causes qui ont fait rechercher un autre type de traverse.

On a prévu tout d'abord des traverses métalliques dont le prix de revient était environ le double des traverses en bois. La légèreté des traverses métalliques s'accommode mal avec la répartition de charges lourdes. Par suite des vibrations, le ballast se trouve chassé. Enfin, le métal s'oxyde. La traverse métallique offre un avantage appréciable sur les traverses en bois surtout dans les pays chauds où le bois ainsi employé se décompose très rapidement.

Plus dernièrement on a mis en usage des traverses en béton armé.

Les types créés sont d'autant plus nombreux que l'expérience n'a encore sanctionné un type donnant toute satisfaction.

Les difficultés d'attache des rails ne sont pas les moins sérieuses.

Si les traverses en béton armé ont été employées sur une vaste échelle, notamment en Amérique et en Italie, elles n'ont été jusqu'ici employées en France que dans des cas exceptionnels.

#### § 4. — POSE DE VOIE COURANTE

**Plan de pose.** — La disposition ou mieux l'écartement des traverses est défini dans un plan de pose qui varie avec la longueur des rails employés et la nature des voies.

Nous donnons ci-contre (fig. 72 et 73) des plans de pose en usage pour rails de 40 kilos de 11 mètres de longueur avec 14 ou 16 traverses.

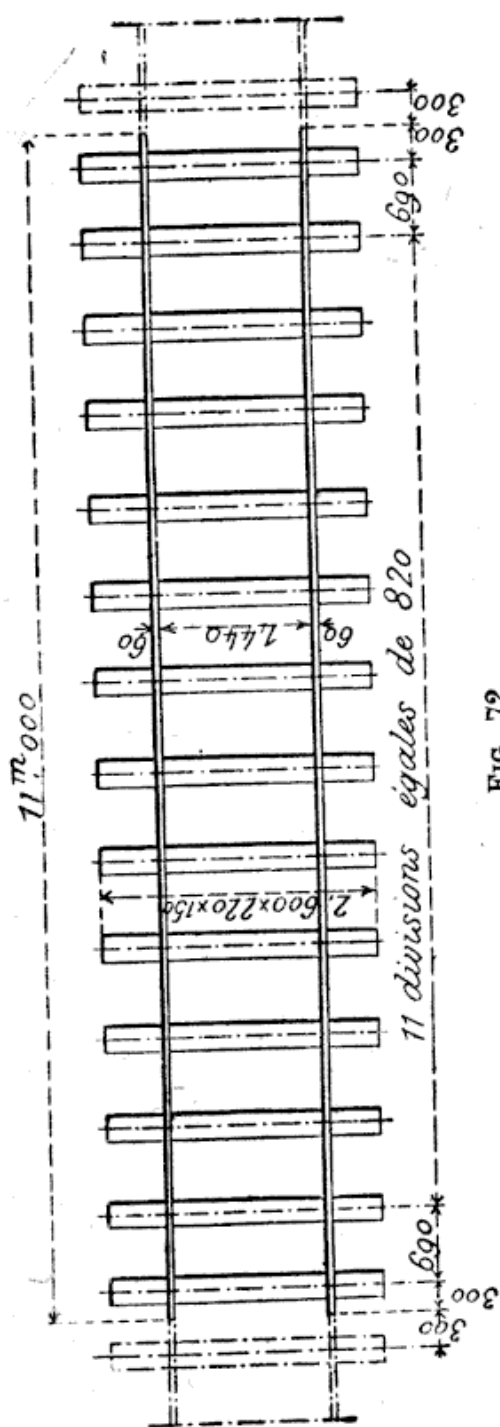


FIG. 72.

Rail de 11 mètres sur 14 traverses.

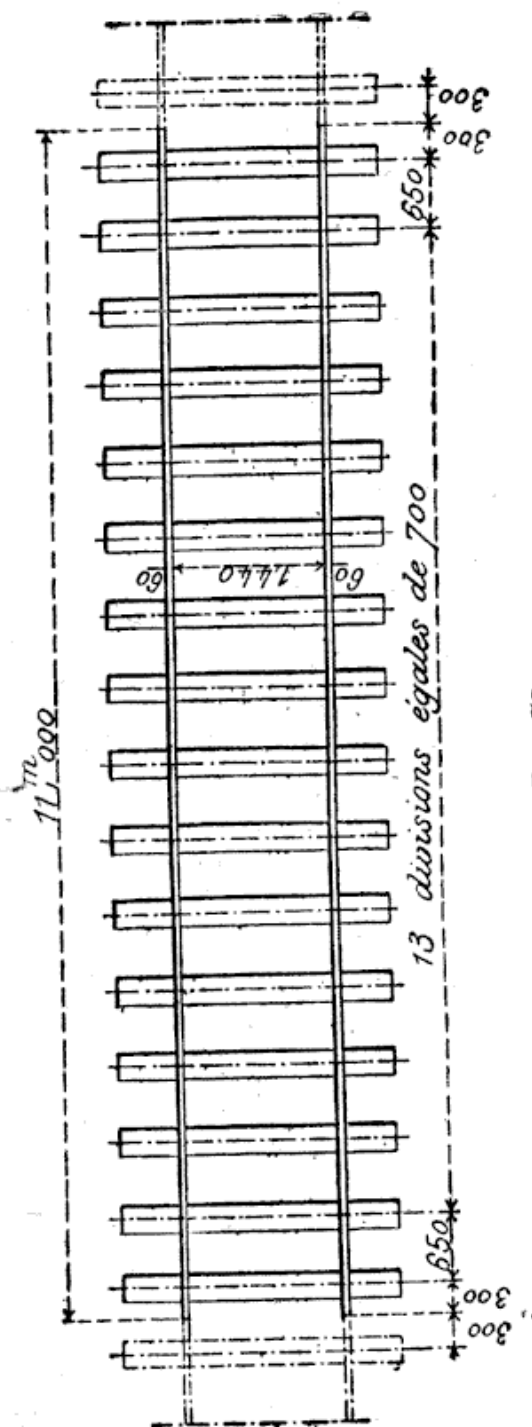


FIG. 73.

Rail de 11 mètres sur 16 traverses



**Poids et prix de revient du mètre courant de voie sur traverses  
en bois, non compris pose et ballast**

1°. — RÉSEAU P.-L.-M. (*Voie Vignole*)

(Pose avec rails de 12 mètres sur 16 traverses.)

	Kilogrammes	Francs
2 rails de 12 mètres de 47 k. 250.....	= 1.134	» 198 45
2 paires d'éclisses de 35 k. 060.....	= 70 120	14 05
14 boutons d'éclisses de 760 grammes.....	= 10 640	2 98
14 rondelles Grover de 20 grammes.....	= 0 280	0 28
16 traverses en hêtre, injectées, de 90 kilos...	= 1.440	» 80 »
128 tire-fond goudronnés : 16 à 420 grammes et 112 à 400 grammes .....	= 51 520	14 42
4 flasques d'arrêt de 2 k. 800 .....	= 11 200	3 70
32 selles à talon de 3 kilos .....	= 96	» 31 68
<b>TOTAUX.....</b>	<b>2.813 760</b>	<b>345 52</b>

Soit pour 1 mètre de voie:

$$\begin{aligned} \text{un poids de.....} & \quad \frac{2.813 \text{ k. } 760}{12} = 234 \text{ k. } 480 \\ \text{un prix de.....} & \quad \frac{345 \text{ fr. } 52}{12} = 28 \text{ fr. } 80 \end{aligned}$$

2°. — RÉSEAU DE L'OUEST-ÉTAT (*Voie en rails dissymétriques*)

(Pose avec rails de 12 mètres sur 18 traverses.)

	Kilogrammes	Francs
2 rails de 12 mètres de 44 kilos.....	= 1.056	» 184 80
2 paires d'éclisses de 16 k. 120.....	= 32 240	6 45
8 boulons d'éclisses de 692 grammes.....	= 5 540	1 55
18 traverses en hêtre, injectées, de 90 kilos...	= 1.620	» 90 »
36 coussinets de 16 k. 340.....	= 588 240	88 24
108 tire-fond de 360 grammes .....	= 38 880	10 88
36 coins en acier de 1 k. 090.....	= 39 240	15 70
<b>TOTAUX.....</b>	<b>3.380 140</b>	<b>397 62</b>

Soit pour 1 mètre de voie:

$$\begin{aligned} \text{un poids de.....} & \quad \frac{3.380 \text{ k. } 140}{12} = 281 \text{ k. } 678 \\ \text{et un prix de.....} & \quad \frac{397 \text{ fr. } 62}{12} = 33 \text{ fr. } 13 \end{aligned}$$

## 3°. — (Voie étroite en rails d'acier de 18 kilos)

(Pose avec rails de 8 mètres sur 10 traverses)

	Kilogrammes	Francs
2 rails de 8 mètres, de 18 kilos le mètre.....	= 288 »	50 40
2 paires d'éclisses de 5 kilos.....	= 10 »	2 »
8 boulons d'éclisses de 400 grammes.....	= 3 200	0 96
10 traverses, chêne, injectées, 40 kilos.....	= 400 »	35 »
40 tire-fond de 200 grammes .....	= 8 »	3 20
<b>TOTAUX.....</b>	<b>709 200</b>	<b>91 56</b>

Soit pour 1 mètre de voie:

$$\text{un poids de.....} \frac{709 \text{ k. } 200}{8} = 88 \text{ k. } 650$$

$$\text{et un prix de.....} \frac{91 \text{ fr. } 56}{8} = 11 \text{ fr. } 44$$

**Poids et prix de revient du mètre courant de voie  
posée sur traverses métalliques**

## 1°. — LIGNE DU JURA-SIMPLON (Voie Vignole)

(Pose avec rails de 12 mètres sur 14 traverses.)

	Kilogrammes	Francs
2 rails de 12 mètres de 42 kilos.....	= 1.008 »	176 40
4 éclisses de 12 k. 650.....	= 50 600	10 12
8 boulons d'éclisses de 710 grammes.....	= 5 680	1 59
8 anneaux à ressort de 27 grammes.....	= 0 216	0 24
14 traverses métalliques de 58 kilos.....	= 812 »	138 04
28 crapauds intérieurs de 572 grammes.....	} = 34 552	17 28
28 crapauds extérieurs de 662 grammes.....		
56 boulons de crapauds de 450 grammes.....	= 25 200	7 56
56 anneaux à ressort de 25 grammes.....	= 1 400	1 68
<b>TOTAUX.....</b>	<b>1.937 648</b>	<b>352 91</b>

Soit pour 1 mètre de voie:

$$\text{un poids de.....} \frac{1.937 \text{ k. } 648}{12} = 161 \text{ k. } 471$$

$$\text{et un prix de.....} \frac{352 \text{ fr. } 91}{12} = 29 \text{ fr. } 41$$

2°. — RÉSEAU DE L'ÉTAT FRANÇAIS (*Voie en rails dissymétriques*)

(Pose avec rails de 11 mètres sur 14 traverses.)

	Kilogrammes	Francs
2 rails de 11 mètres de 40 kilos..... =	880 »	154 »
2 paires d'éclisses de 19 k. 550..... =	39 100	7 82
8 boulons d'éclisses de 715 grammes..... =	5 720	1 60
14 traverses métalliques de 58 kilos..... =	812 »	138 04
28 coussinets de 12 k. 360..... =	346 080	51 91
56 boulons de coussinets de 450 grammes..... =	25 200	7 56
28 coins métalliques de 1 k. 230..... =	34 440	13 78
TOTAUX.....	2.142 540	374 71

Soit pour 1 mètre de voie:

un poids de.....	$\frac{2.142 \text{ k. } 540}{11}$	= 194 k. 776
et un prix de.....	$\frac{374 \text{ fr. } 71}{11}$	= 34 fr. 06

NOTA. — Le prix de revient du mètre courant de voie sur traverses en bois et en métal a été calculé sur les prix de base suivants:

(Prix d'avant-guerre)

	Francs	
Rails .....	175 »	les 1.000 kilos
Eclisses .....	200 »	—
Boulons d'éclisses .....	280 »	—
Boulons de coussinets .....	300 »	—
Traverses en métal.....	170 »	—
Coins en acier .....	400 »	—
Coussinets en fonte .....	150 »	—
Tire-fond goudronné .....	280 »	—
Selles d'arrêt et flasque .....	330 »	—
Crapauds .....	500 »	—
Traverse en hêtre injecté .....	5 »	la pièce
Rondelle Grover .....	0 02	—
Bague en bois.....	0 07	—

## CHAPITRE II

---

### APPAREILS DE VOIE

---

#### § 1<sup>er</sup>. — BRANCHEMENTS

**Généralités.** — Les branchements de voie sont des appareils qui permettent aux trains de s'engager à volonté, sur l'une ou l'autre des voies qu'ils réunissent.

Prenons deux voies dont la direction est AB et AC. On voit qu'il est nécessaire, pour permettre aux véhicules venant de la direction A (voie directe) de passer par la direction AC sur la voie *déviée* ou *branchée*, de placer un appareil mobile en *ac* et en *a' c'*. Cet appareil est appelé *changement* et sa position est assurée par le *levier de manœuvre* (fig. 74).

La file extérieure de la voie déviée rencontre en un point O la file intérieure de la voie directe. Pour que les véhicules puissent continuer leur marche vers C, il faut en ce point où les deux files de rails se *croisent* installer un autre appareil spécial qu'on désigne sous le nom de *croisement*.

Les deux appareils ci-dessus sont réunis par quatre files de rails formées généralement avec des rails du type de la voie courante; les files de la voie déviée ont une courbure plus ou moins accentuée et une longueur d'autant plus grande que l'angle de croisement  $\omega$  est plus petit.

C'est ce qui forme les *voies intermédiaires*.

On voit donc d'après cet exposé, qu'un branchement de voie se compose de trois parties bien distinctes :

*Le changement,*

*Le croisement,*

*Les voies intermédiaires,*

auxquelles il faut ajouter une partie indispensable, le *levier de ma-*

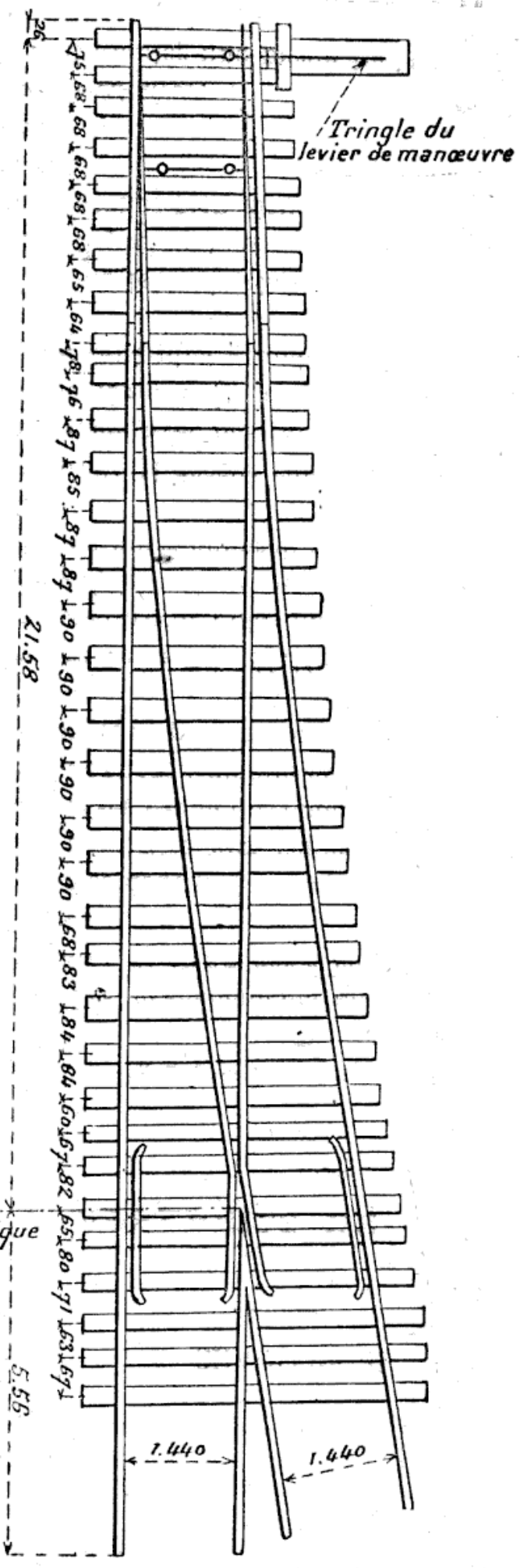
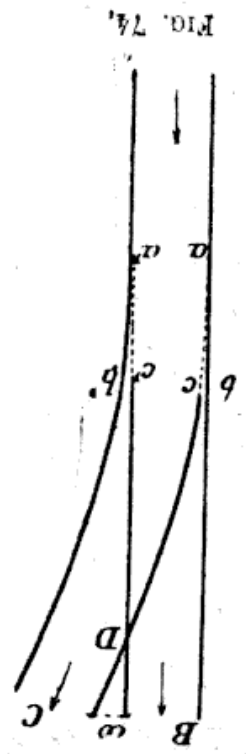
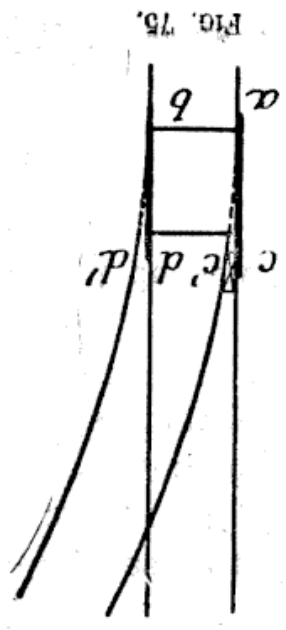


FIG. 76.  
 Branchement simple dévié à gauche avec un croisement de 7°30, tangente 0,13.

*nœuvre*. L'ensemble de ce système constitue ce que l'on appelle le *branchement simple* ou à *deux voies*.

Lorsqu'en regardant l'appareil par la pointe, la courbe de la voie déviée se dirige vers la droite comme dans le croquis ci-dessus, on dit que l'appareil est *dévié à droite*; dans le cas contraire, on dit qu'il est *dévié à gauche*.

Si les deux voies sont également déviées, l'une à droite et l'autre à gauche, on dit que l'appareil est *symétrique*.

## BRANCHEMENT SIMPLE OU A DEUX VOIES

**Changement.** — Dès le début des chemins de fer, on a imaginé l'appareil suivant nommé *sauterelle*, qui est encore employé d'ailleurs comme appareil de fortune dans les voies de travaux.

Il se compose de deux rails Vignole *ac*, *bd*, de longueur variable, réunis entre eux solidement par des tringles et qui peuvent se déplacer en tournant autour des points *a*, *b*, où ils sont éclissés aux rails de la voie courante et boulonnés sans serrage.

Une forte cale en bois posée en *cc'* maintient ces rails en place dans la position indiquée par le croquis (voie directe). On voit que la continuité n'existe pas sur la voie déviée puisqu'il manque les éléments *ac'* et *bd'*. Lorsqu'on veut rétablir cette continuité on enlève la cale *cc*, on fait glisser avec une pince les rails solidaires jusqu'à ce que leurs extrémités *c* et *d* soient en face de *c'* et *d'* on repose la cale en *dd*; l'opération est terminée.

Cet appareil est simple, robuste, facile à construire et rend de grands services dans les travaux, mais il offre beaucoup de chances de déraillements parce que dans l'une ou l'autre de ses positions, il laisse dans la voie des solutions de continuité que l'on ne peut admettre dans une voie exploitée.

Pour créer les changements adoptés aujourd'hui partout, on s'est inspiré de ce procédé; mais en assurant dans tous les cas la continuité des voies à un train venant de l'une ou de l'autre des deux directions. A cet effet, on maintient la continuité des rails extérieurs et on rend mobiles les rails intérieurs en les faisant se déplacer autour de leur talon *c'* et *d*, qui reste fixe (voir fig. 76).

On leur donne une forme allongée se terminant presque en pointe, d'où leur nom d'aiguille, pour qu'ils puissent s'appliquer, sans for-

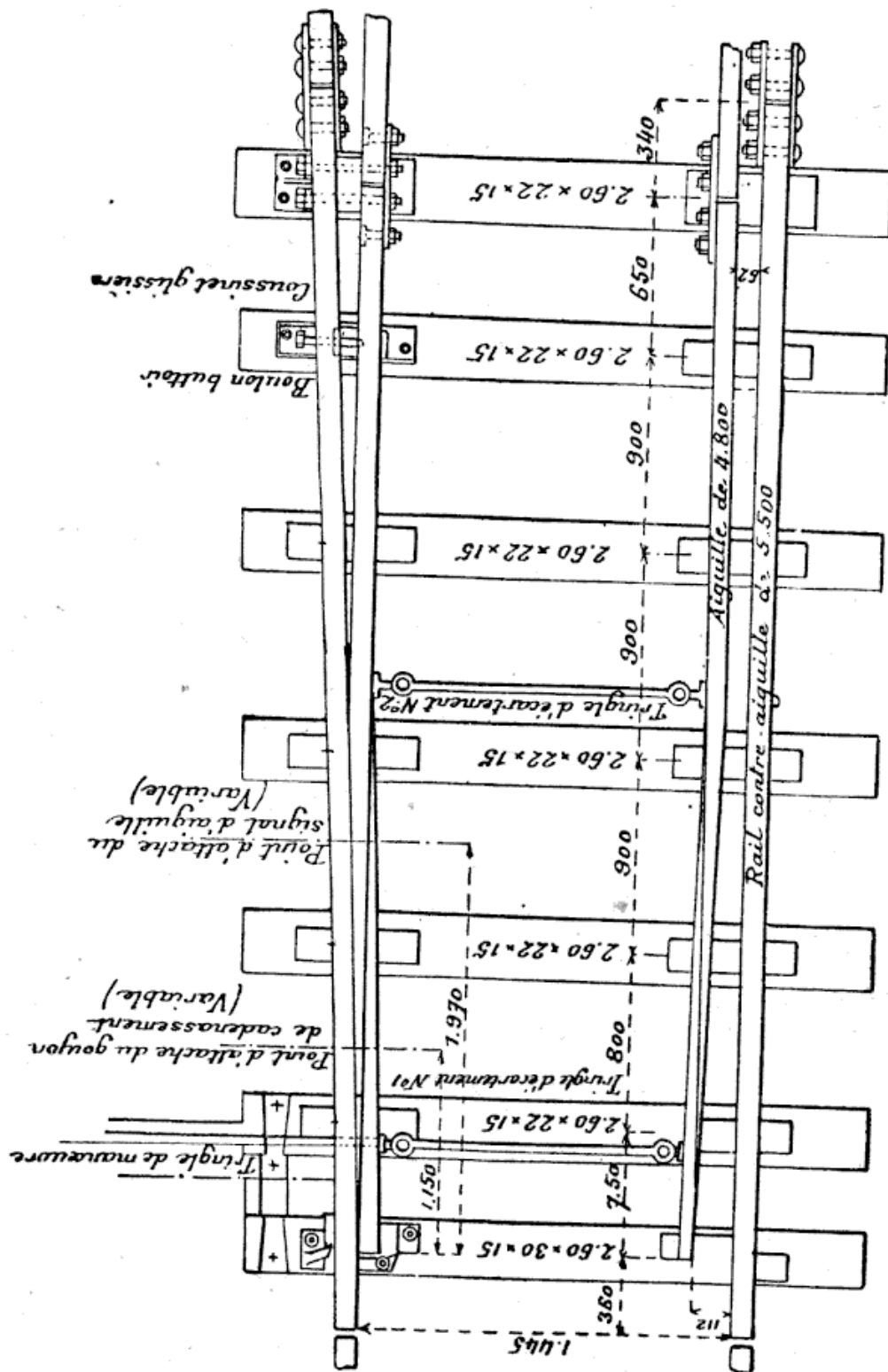


FIG. 77.

Plan d'un changement simple.

mer de saillie, sur les rails extérieurs qui les maintiennent et qui sont désignés sous le nom de *rails contre-aiguilles* ou *rails d'appui*.



C'est à Stephenson que l'on doit l'idée première de cette disposition, mais il entamait le rail d'appui pour y loger la pointe de l'aiguille, et c'est l'ingénieur anglais Wild qui imagina de conserver au rail d'appui toute sa force en rabotant l'aiguille et en engageant la pointe de cette dernière sous le champignon supérieur du rail. De cette façon un léger entre-bâillement de l'aiguille n'est généralement pas suffisant pour provoquer un déraillement.

Les aiguilles sont réunies entre elles par deux ou trois entretoises nommées *tringles d'écartement* qui les maintiennent solidaires. Ces entretoises sont articulées à leurs extrémités sur des chapes nommées *patte d'attache* fixées aux aiguilles de façon à faciliter le déplacement de cette sorte de parallélogramme.

La longueur des aiguilles varie de 4 à 5 mètres, chaque réseau a son type spécial, mais quel qu'il soit, Vignole ou D. C., l'aiguille est toujours supportée par des coussinets spéciaux en acier ou en fonte nommés *coussinets glissières*; le dernier coussinet supportant le talon, de forme particulière, s'appelle *coussinet de talon*. L'aiguille est éclissée au rail qui lui fait suite, soit par une éclisse ordinaire, soit par une éclisse spéciale posée à cheval sur la table du coussinet. Une cale en fonte la maintient à une distance de 0 m. 050 à 0 m. 065 du rail extérieur, c'est ce qui forme *l'ornière* pour le passage des boudins des véhicules. Le tout est maintenu en place et relié au coussinet et au rail d'appui par des boulons qui empêchent également l'aiguille de se déplacer dans le sens longitudinal. Dans la partie où l'aiguille ne s'appuie pas sur le rail contre-aiguille, elle est maintenue à sa distance par des boulons spéciaux nommés *boulons butoirs* dont la tête vient affleurer l'âme et qui fixent en même temps les coussinets glissières au rail d'appui. La mobilité de l'aiguille au talon s'obtient par la flexibilité de l'éclissage dont les boulons ne sont pas serrés à bloc.

**Aiguilles.** — Dans chaque réseau l'aiguille est faite généralement avec le rail en acier du plus fort poids en service.

L'aiguille est rabotée et épousée, par sa forme intérieure vers la pointe, le profil du rail d'appui afin de s'y appliquer parfaitement, tandis que sa partie extérieure est en forme de sifflet pour ne pas donner de prises aux boudins des véhicules.

La course de l'aiguille en pointe est habituellement de 9 à 12 centimètres.

Sa longueur, comme nous l'avons exposé, est variable, mais il est préférable qu'elle soit plutôt longue que courte.

Trop ramassée, en effet, elle forme un jarret trop brusque, lequel, joint à une ornière qui risque de ne plus être assez large, peut provoquer des chocs allant jusqu'à la rupture du coussinet de talon et parfois du coussinet glissière de la pointe.

Le Midland Railway a en service des aiguilles de 14 mètres de longueur qui fonctionnent bien malgré leur poids considérable. L'Etat prussien vient de les mettre en essai. La Compagnie du Nord français vient d'en faire de 12 mètres.

L'angle que l'aiguille fait avec le rail de la voie directe varie évidemment avec sa longueur et la largeur de l'ornière. Si  $L$  est la longueur théorique de l'aiguille,  $A$  son écartement de la voie directe, la tangente de l'angle  $\alpha$  sera  $\frac{A}{L}$ ; elle varie ordinairement de 0,02 à 0,028, ce qui correspond

à un angle de  $1^{\circ}9'$  à  $1^{\circ}35'45''$ . Il arrive quelquefois que l'aiguille, plus faible en général, comme nous l'avons vu, que le rail de la voie ordinaire, a une tendance à se soulever au passage des roues des véhicules sur le talon. Pour empêcher ce mouvement, on emploie quelquefois (Compagnie du Nord, par exemple) le dispositif suivant :

Sur la face interne de l'aiguille, on rive une lame d'acier  $a$ , de forme appropriée au profil du rail d'appui, de longueur variable, environ 1 mètre, qui contribue à la rigidité de l'aiguille et par sa butée sur le

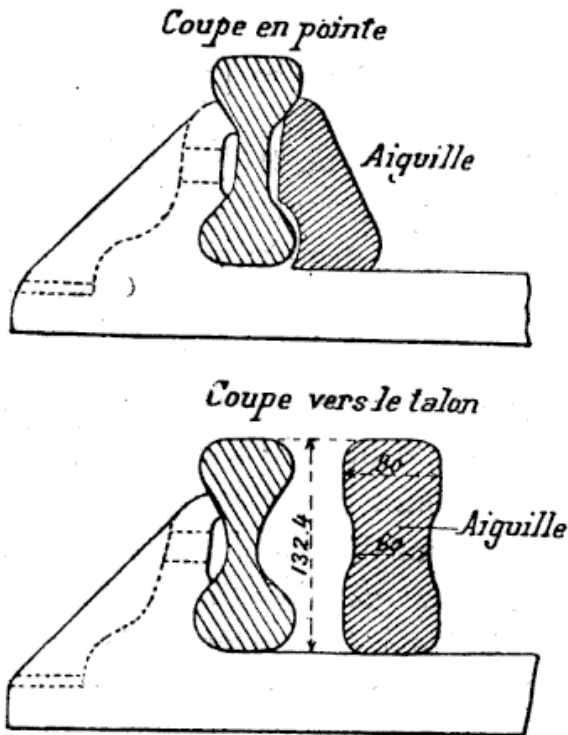


FIG. 78.

Aiguille en rail rectangulaire.

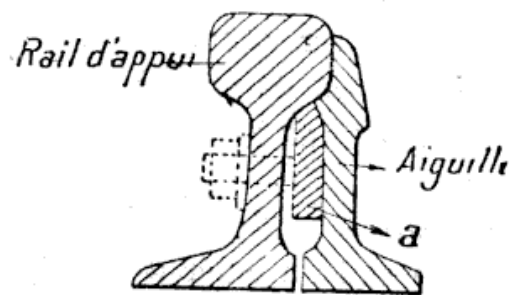


FIG. 79.

Coupe d'une aiguille en rail Vignole.

face interne du champignon du rail, empêche l'aiguille de se soulever. Dans quelques cas, pour plus de sûreté, on ménage dans la lame une forte encoche dans laquelle vient se loger la tête d'un boulon spécial porté par le rail d'appui, et qui contribue à maintenir l'aiguille fixe.

**Levier de manœuvre.** — Cet appareil se compose, d'une façon générale, en France et à l'étranger, d'un levier articulé à la tringle de

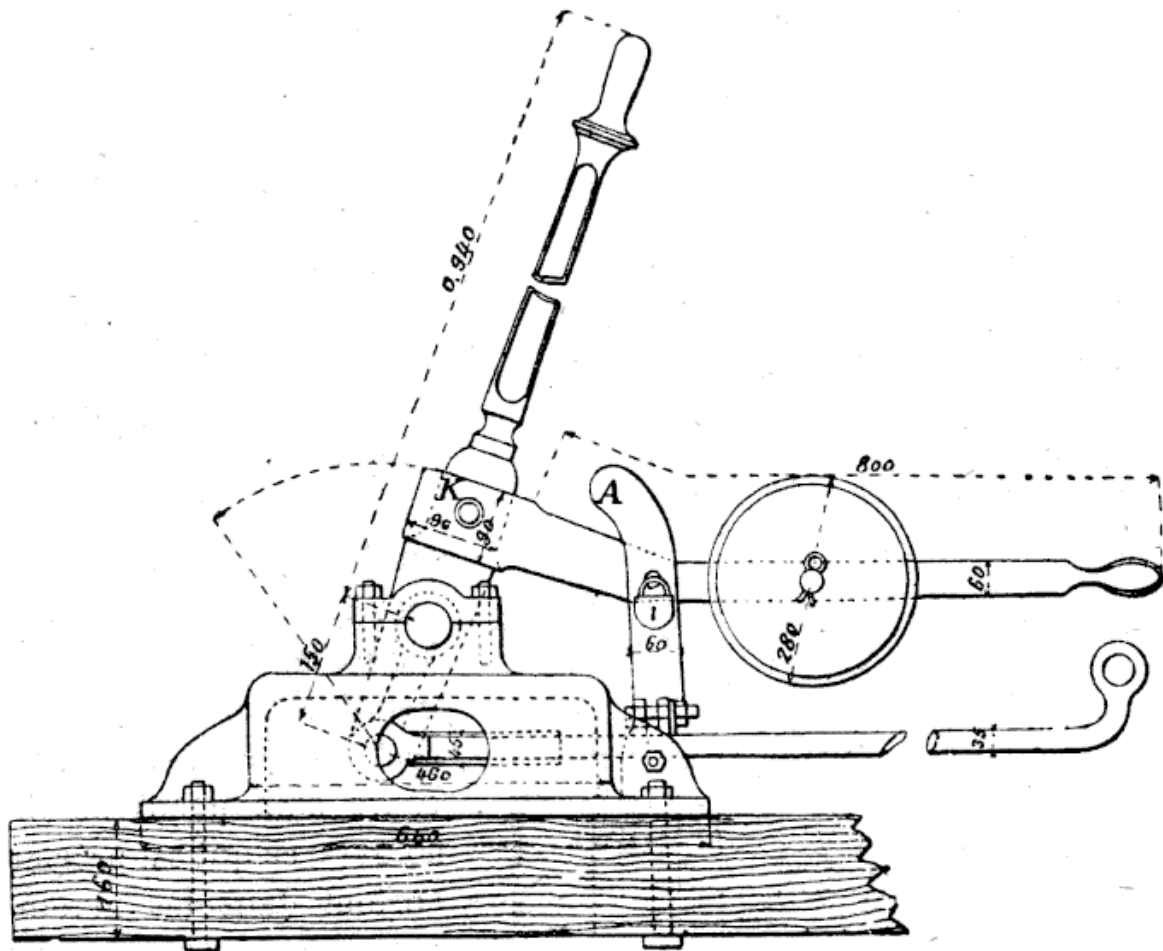


FIG. 80.

Levier de manœuvre avec barre de cadenasement A.

commande des aiguilles qui est recourbée pour venir se fixer, en passant sous le rail, à une des aiguilles ou à une des pattes d'attache, et qui est nommé de ce fait *col de cygne*. Le levier mobile autour d'un axe horizontal porté par un support spécial en fonte appelé *boîte de manœuvre*, est muni d'une douille avec tige en fer, sur laquelle est fixé un contrepoids en fonte et qui peut tourner autour de ce levier. Ce dernier peut occuper deux positions symétriques par rapport à la verticale correspondant chacune à une des deux directions de voie.

Pour obtenir l'une et l'autre de ces positions, on fait tourner la tige

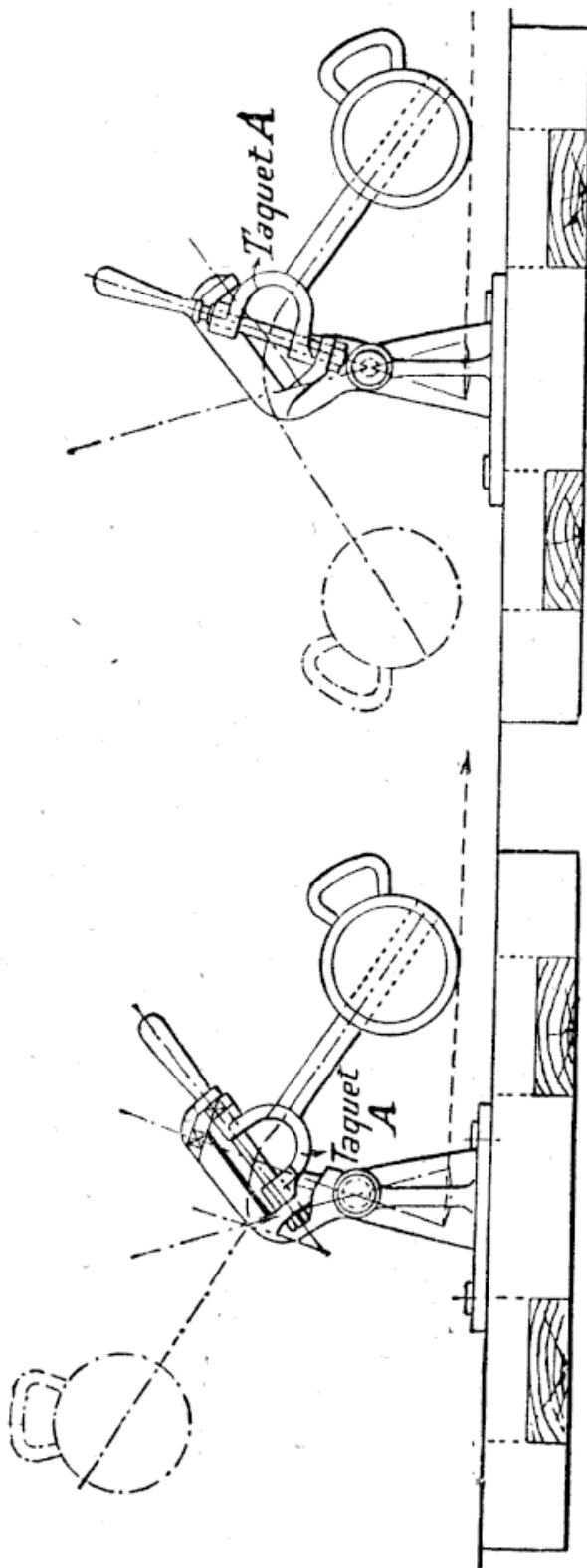


FIG. 82.  
Lever travaillant à double action.

FIG. 81.  
Lever travaillant à simple action.

du contrepoids, et ce dernier applique fortement, par l'action de son poids, l'aiguille sur le rail d'appui. Le contrepoids peut être fixé, dans certains cas, dans une position invariable (lorsqu'on veut assurer, par exemple, normalement une direction plus que l'autre) au moyen d'un goujon *k* nommé *broche d'arrêt*, passant à la fois dans la douille et dans le levier et maintenu à demeure soit par un cadenas, soit par un rivet.

L'ensemble de l'appareil est simple et robuste. Il permet à l'aiguille d'être *talonnable*, c'est-à-dire prise par des trains venant du côté du talon, sans le secours d'un agent de manœuvre, ce qui est précieux surtout dans les manœuvres de gare. On est assuré que dans tous les cas, à moins d'avaries ou de défaut d'entretien de l'appareil, le contrepoids ramènera l'aiguille dans sa position première. A côté de cet avantage, il convient de faire ressortir un inconvénient.

Lorsqu'un train doit prendre l'aiguille en pointe dans une direction

opposée à celle que permet le contrepoids rivé, il est nécessaire de soulever le contrepoids pour faire l'aiguille dans la direction voulue et de le maintenir pendant tout le temps que passe le train. C'est une sujétion assez fatigante et si le bras de l'homme vient à céder, il se produit un entre-bâillement de l'aiguille, qui peut amener un déraillement ou une rupture d'attelage par *bivoie*, la dernière partie du train se trouvant engagée dans une autre direction que celle suivie par la première.

En France, on a essayé de remédier à cet inconvénient au moyen de la pédale Barbier qui permet à l'agent, par une pression exercée avec le pied, d'immobiliser la tringle de manœuvre dans la position voulue. En Belgique, on emploie, dans le même but, un levier spécial appelé *levier Vanneste*, du nom de son inventeur. Cet appareil peut actionner les aiguilles comme un levier ordinaire et on dit alors qu'il travaille à *double action*, ou bien d'une façon semi-automatique comme un levier à contrepoids rivé et il est dit alors à *simple action*.

Dans ce dernier mode de fonctionnement, lorsque le levier à contrepoids est abaissé, il donne la voie directe et ses efforts tendent à appliquer énergiquement l'aiguille contre le rail. Dans sa position relevée, obtenue par un mouvement de rotation légèrement inférieur à  $180^\circ$  autour d'un axe porté par le levier et non placé dans le prolongement de la partie inférieure, le contrepoids maintient l'aiguille sur son rail d'appui dans la direction opposée, mais si on l'abandonne à lui-même, son équilibre est tel qu'il vient automatiquement reprendre sa place primitive en décrivant, en sens contraire, le mouvement demi-circulaire exécuté en premier lieu (1). L'agent n'a donc qu'à s'opposer à ce mouvement de rotation ce qui ne lui demande qu'un effort presque insignifiant.

**Changement avec aiguilles se déplaçant par flexion.** — Dans presque tous les changements actuellement en service, le déplacement de l'aiguille a lieu par pivotement, autour de son talon.

Ce système d'attache présente un sérieux inconvénient au point de vue de l'entretien du joint du talon d'aiguille et ne permet pas, étant donné le mode d'entraînement des lames par le levier de manœuvre,

---

(1) Cet équilibre instable est obtenu par la butée d'un talon ou taquet A porté par la douille du contrepoids, contre la partie supérieure du levier.

d'avoir des aiguilles de grande longueur, et par suite d'obtenir des aiguilles assez effilées pour éviter le choc produit par le brusque changement de direction des véhicules lorsque ceux-ci sont dirigés sur la voie déviée.

Dans le but de supprimer ces défauts dans la plus grande mesure, la Compagnie du Nord vient de créer et de mettre en service un nouveau type de changement dont les aiguilles se déplacent par flexion transversale.

Chaque lame est constituée par un rail Vignole de la voie courante de fort poids (43 kilos) de 12 mètres de longueur. Elle est éclissée au talon avec le rail qui lui fait suite et solidement entretoisée avec le rail d'appui.

L'aiguille rabotée sur une longueur de 4 mètres au lieu de 2 m. 50, comme les anciens types, est très affilée et pour que sa flexion transversale ne se produise qu'entre l'extrémité de ce rabotage et l'encastrement du talon, l'action du levier est transmise à l'aiguille en deux points différents de sa longueur: l'un à 50 centimètres de la pointe et l'autre vers l'extrémité du rabotage.

**Croisement.** — Au commencement de l'exploitation des chemins de fer, on s'est servi du dispositif suivant:

Le rail *cd*, qui contient le point théorique d'intersection *o*, est rendu mobile et peut pivoter autour de ce point, de façon à venir occuper l'une des deux positions *ab* ou *cd*. Il est maintenu dans chaque direction par des butées portées par les faces internes-externes des rails croiseurs et par des cales mobiles en bois que l'on interpose entre *a* et *d* et entre *c* et *b*.

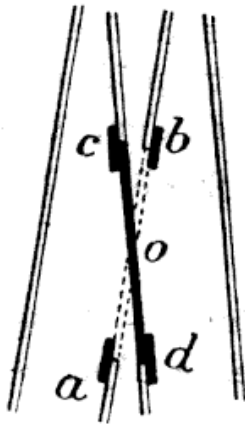


FIG. 83.

Cet expédient, fort employé encore dans les voies de travaux, laisse toujours une solution de continuité sur l'une des voies. On n'a pu, à cause de ce grave inconvénient, le maintenir dans le régime des chemins de fer publics. On a donc été conduit à employer un dispositif qui permette le passage des boudins des véhicules sur chacune des files de rails qui se rencontrent, sans recourir à l'emploi de parties mobiles.

L'appareil employé est le suivant :

Au point où la file intérieure de la voie directe coupe la file exté-

rière de la voie déviée, on a réuni les deux rails en forme de pointe, c'est ce qui constitue le cœur du croisement.

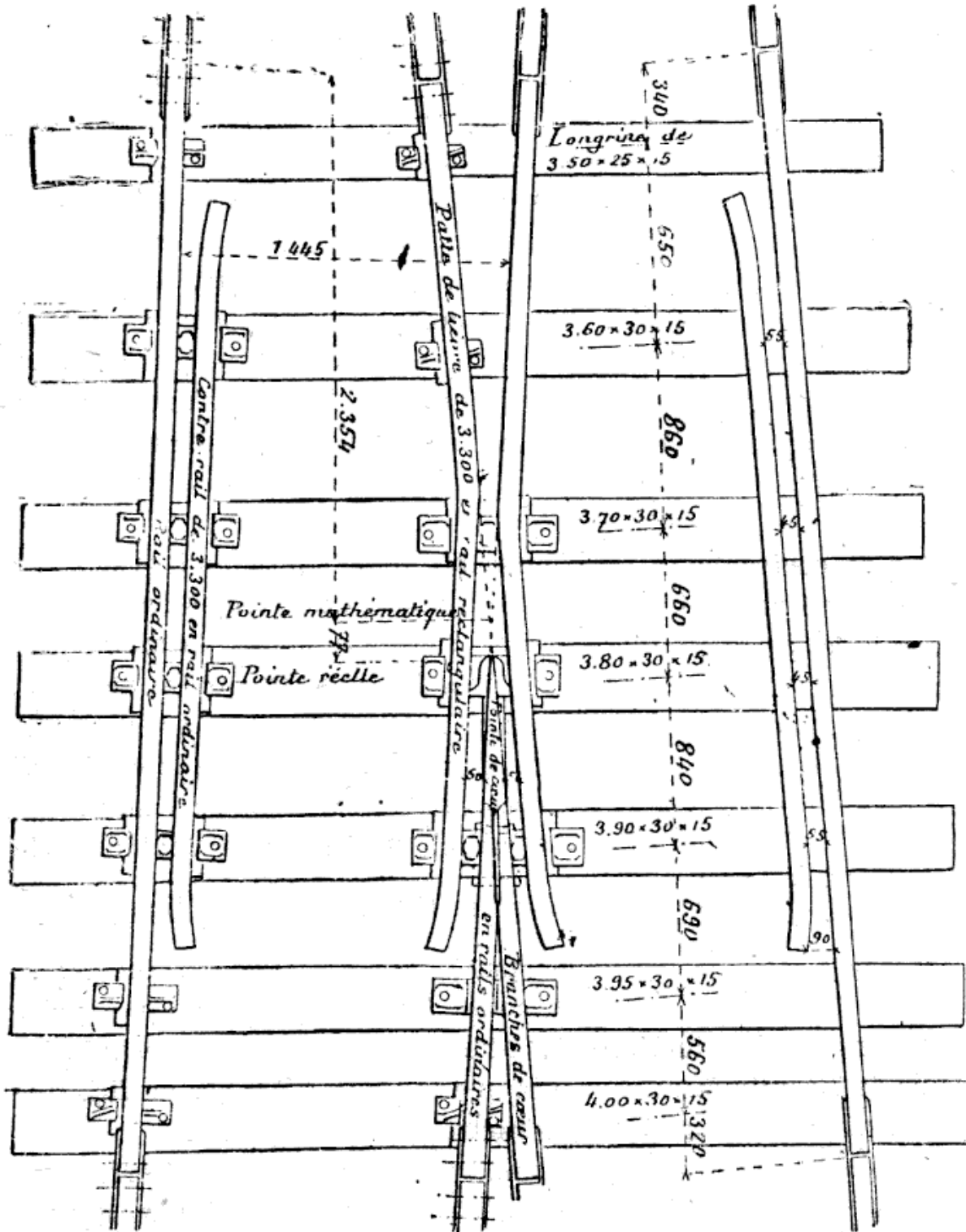


FIG. 84.

Croisement de voie D. C. avec cœur en acier martelé, assemblée, tangente 130

Les rails des mêmes files qui les précèdent immédiatement sont arrêtés un peu en avant de cette pointe pour permettre le passage des boudins des véhicules dans les deux directions, mais comme cette



interruption a un inconvénient, on y a remédié en coudant leurs extrémités parallèlement à la face du cœur et en laissant une ornière suffisante pour le passage des boudins; ces rails coudés sont appelés *pattes de lièvre*. En outre, pour éviter que les roues ne viennent heurter la pointe du cœur, on installe à côté de chaque rail extérieur un contre-rail qui guide l'une des roues de chaque essieu pendant que la roue conjuguée passe sur le cœur. Ce contre-rail doit être solidement maintenu pour résister efficacement aux pressions latérales.

Dans ces conditions, on conçoit que le croisement ne doive pas se faire sous un angle trop faible, car, en outre des difficultés de fabrication pour obtenir un cœur très effilé et très résistant, cela donnerait une trop grande longueur au branchement et demanderait un trop grand emplacement. Il ne doit pas se faire non plus sous un angle trop grand, ce qui donnerait un trop faible rayon à la voie déviée et ne permettrait pas aux trains de passer facilement, même à faible vitesse.

**Angles de croisements.** — L'ouverture d'un croisement se désigne habituellement par la tangente de son angle, mais toutes les Compagnies, et il est permis de le regretter, n'ont pas adopté la même mesure pour le désigner, soit un angle  $\alpha$ ,

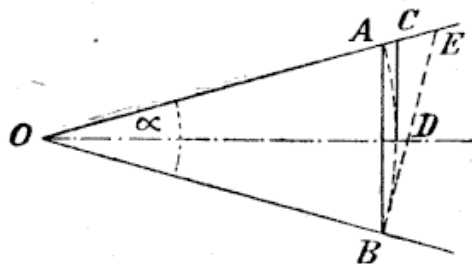


FIG. 85.

si du point  $O$ , on décrit un arc de cercle avec un rayon de 1 mètre, la corde  $AB$  représentera la mesure de l'angle à la Compagnie P.-L.-M.; le double de la tangente  $CD$  de  $\frac{\alpha}{2}$  est la ligne adoptée par le P.-O. et l'Etat français; la tangente  $BE$  indique la mesure prise par les Compagnies du Nord, du Midi, de l'Est et de l'Ouest. Ainsi, un cœur de 7 centimètres veut dire que la ligne  $AB$ ,  $2 CD$  ou  $BE$ , suivant le cas, a une valeur de 7 centimètres.

Tous les réseaux ont créé plusieurs types de croisements correspondant à leurs divers besoins et en général la variété est plus grande dans la pose Vignole que dans la pose à coussinets. Cela s'explique, car la création d'un nouveau type de croisement avec les rails Vignole n'entraîne que la construction d'un nouveau cœur, tandis que l'emploi des rails D. C. ou dissymétriques demande, en outre, l'établisse-

ment de nombreux coussinets, ce qui est trop souvent une gêne pour les approvisionnements.

Le réseau du Nord emploie huit types courants de croisements variant de 7 centimètres à 222 millimètres 7, correspondant à des angles de  $4^{\circ} 0' 41''$  à  $12^{\circ} 32' 20''$ ; la Compagnie P.-L.-M. a également huit modèles variant de 7 à 34 centimètres pour des angles de  $4^{\circ} 0' 41''$  à  $13^{\circ} 47' 3''$ ; le réseau de l'Est pose couramment cinq types variant de 96 millimètres à 16 centimètres, correspondant à des angles de  $5^{\circ} 30'$  à  $9^{\circ} 6' 20''$ ; l'ancienne Compagnie de l'Ouest employait six types principaux de 83 millimètres à 16 centimètres formant des angles de  $4^{\circ} 45'$  à  $9^{\circ} 6' 20''$ ; l'Etat et le P.-O. ont en service courant cinq modèles allant de 10 centimètres à 264 millimètres 5 correspondant à des angles de  $5^{\circ} 42' 38''$  à  $14^{\circ} 49'$ ; le Midi ne paraît avoir employé jusqu'ici que deux types: l'un de 9, l'autre de 13 centimètres correspondant à des angles de  $5^{\circ} 9' 11''$  et  $7^{\circ} 26' 16''$ .

En dehors de la variété des types que nous venons d'énumérer, il y a aussi la diversité de leur composition.

**Cœurs assemblés.** — Dans la pose Vignole, on emploie pour la confection des cœurs, les rails en acier de la voie courante que l'on assemble suivant les indications de la figure 86. Le rail le plus long s'appelle *branche ou rail de pointe*, le plus court se nomme *branche ou rail de contre-pointe*. En général, ces branches, comme d'ailleurs les pattes de lièvre, ne sont pas inclinées au  $1/20$ ; elles reposent sur des traverses spéciales ou *longrines*, par l'intermédiaire de selles. Leurs extrémités sont réunies habituellement avec les rails des voies inclinées au  $1/20$  au moyen d'éclisses spéciales, ou bien on les tord à  $0,200$  de leurs extrémités pour leur donner cette inclinaison. Certains réseaux, comme le Nord, par exemple, et le P.-L.-M., se servent, pour la construction de ces pièces, de rails de même type que ceux de la voie courante, mais dont l'âme est inclinée de  $1/20$  sur le patin.

Dans la pose avec des rails dissymétriques on a adopté (ancienne Compagnie de l'Ouest et P.-O. notamment), pour la construction des pièces du croisement, la même disposition que pour les cœurs de voie Vignole (fig. 86), quoique ces pièces soient fixées aux longrines par l'intermédiaire des coussinets. La fabrication de ces sortes d'appareils appelle une remarque: c'est qu'avant de raboter soit une aiguille, soit une branche de cœur, il est indispensable de la couder

suivant l'angle à obtenir, de façon que l'âme du rail supporte toujours à l'extrémité la partie supérieure du champignon. Ainsi, soit une branche  $a b$ . Si on ne la coude pas préalablement, l'âme du rail aura la direction  $o d K$ ; la partie  $K b$  du champignon supérieur qui fatigue

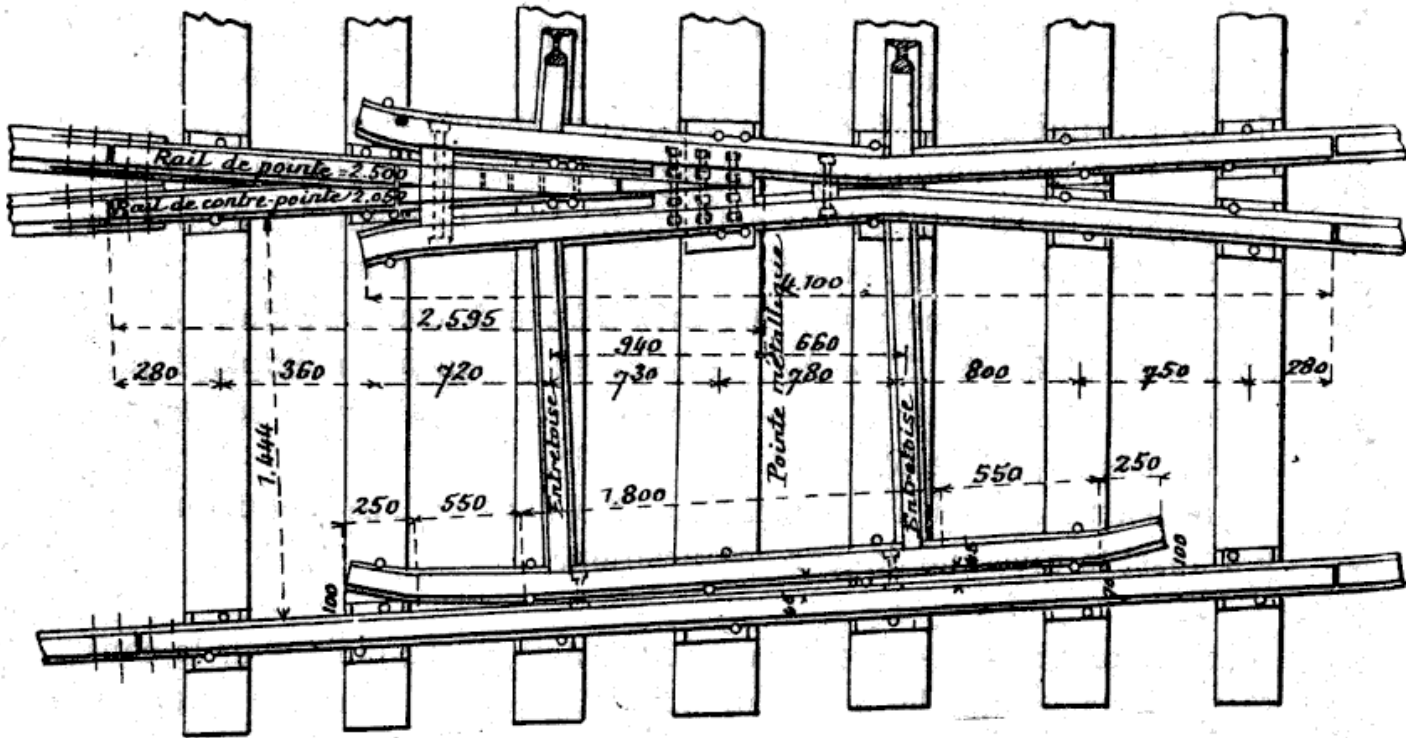


FIG. 86.

Croisement tangente 0,11 en rails Vignole, avec cœur en rails rivés (7 rivets) et entrecroisés en rails boulonnés. (Type P.-L.-M.)

le plus se trouvera presque entièrement en porte-à-faux et vouée à une destruction rapide. En coudant le rail suivant la direction  $d b$ , on remédie à ce défaut et on donne à cette pointe le maximum de résis-

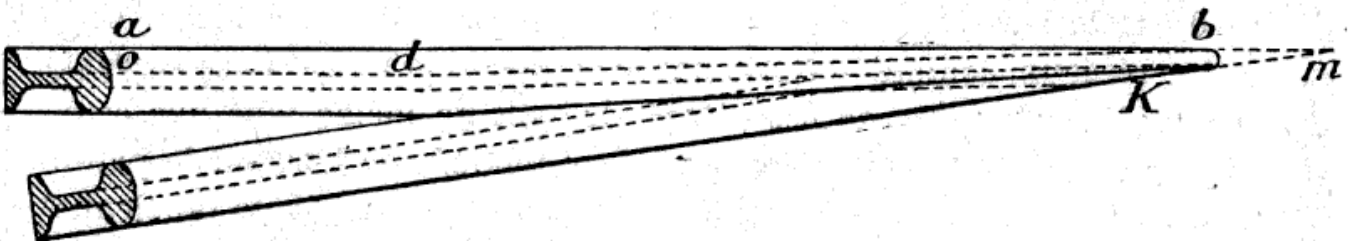


FIG. 87.

tance. On remarque également que la pointe est arrêtée en  $b$  avant le sommet de l'angle de façon à lui donner une épaisseur minimum égale à celle de l'âme du rail. Ce point se nomme *pointe réelle* et le sommet  $m$  se désigne sous le nom de *pointe mathématique*.

Tous les réseaux français, sauf le P.-O. et l'Etat, fabriquent eux-mêmes leurs appareils dans leurs ateliers.

Dans la pose *DC*, on emploie de préférence le cœur représenté par la figure 84 qui se compose de trois parties : *la pointe de cœur*, en acier martelé, et les *deux branches de cœur*, l'une à droite, l'autre à gauche, en rails d'acier du type de la voie courante. Ces trois pièces sont entaillées et assemblées par deux boulons de 25 millimètres. Les pattes de lièvre sont en rails rectangulaires de même profil que ceux employés pour les aiguilles et pesant 57 k. 800 le mètre. L'acier servant à la fabrication de ces pièces spéciales doit résister à une traction de 80 kilos par millimètre carré de section, avec un allongement minimum de 10 p. 100.

**Cœurs coulés.** — A l'origine, les réseaux français ont employé un cœur en fonte, puis en acier martelé et raboté, et en dernier lieu, en acier moulé dont le type est représenté par la figure 88 et pesant en-

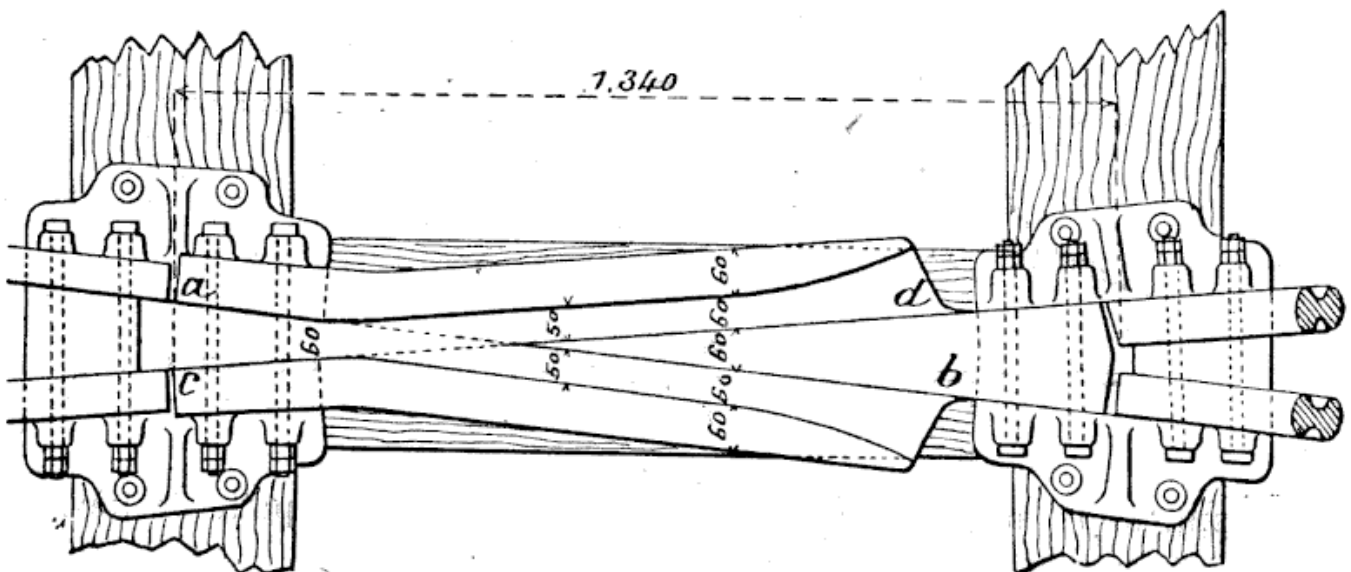


FIG. 88.

Croisement en acier fondu, tangente 0,1735 (type P.-O.). — Poids de l'acier : 201 kilos.

viron 340 kilos pour un croisement tg. 100. On voit que le cœur est solidaire des pattes de lièvre. Mais les divers avantages que paraissait offrir ce système n'ont pas paru compenser les inconvénients que son emploi a révélés et quoique ces cœurs existent encore en assez grand nombre, sur l'ancien réseau de l'Ouest et sur le réseau du Midi, ils sont aujourd'hui complètement abandonnés.

Leur pose se fait également sur longrines.

**Croisements à ressorts.** — Quels que soient leurs types, les croisements présentent entre les pattes de lièvre et la pointe de cœur une solution de continuité inhérente à leur mode de construction. Ce vide produit des chocs très désagréables, préjudiciables à la bonne conservation du matériel roulant et des appareils; il provoque des remplacements prématurés et toujours onéreux, surtout dans une ligne à service intensif.

Pour remédier autant que possible à ce grave inconvénient, les ingénieurs américains emploient le croisement à ressorts dont le principe consiste à maintenir la continuité de la voie principale par

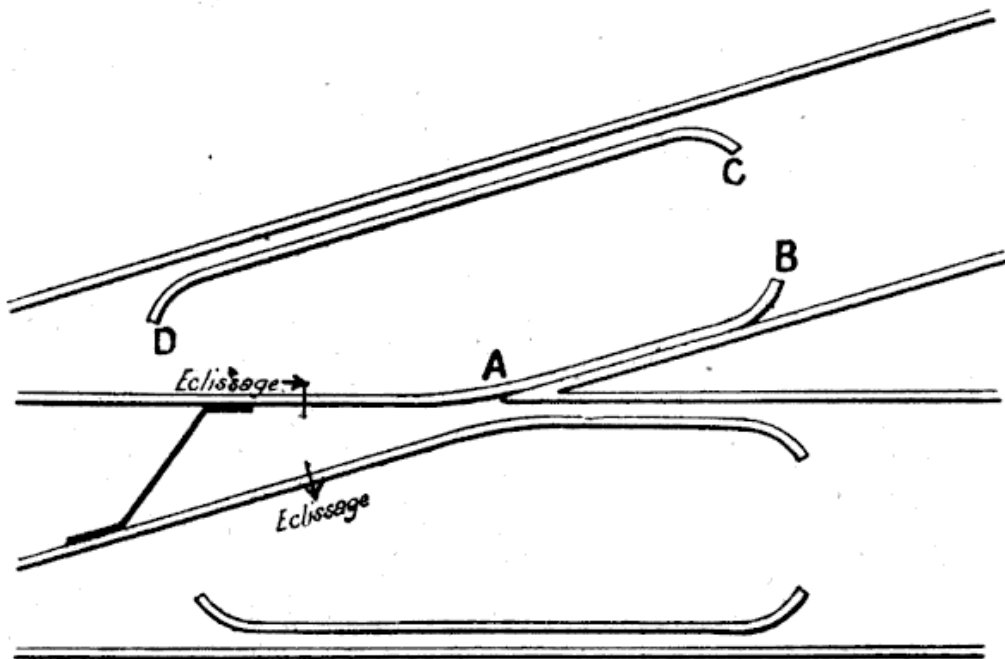


FIG. 89.

l'application normale contre la pointe de cœur de la patte de lièvre correspondant à la direction voulue (fig. 89):

La figure 82 représente un croisement à ressorts en usage sur le New-York Central and Hudson River Railroad.

L'examen du croquis montre le fonctionnement de l'appareil.

La patte de lièvre de droite  $PQ$  est mobile; elle est normalement appliquée par des ressorts contre la pointe de cœur et n'en est écartée qu'au passage des véhicules sur la voie déviée sous la pression des boudins des roues qui la font pivoter autour de son joint d'éclissage avec le rail de la voie intermédiaire.

Cette pression s'exerce dans la prise en pointe (fig. 90) par la

pénétration des boudins des roues entre la pointe de cœur et la patte de lièvre *PQ*, sous l'action du contre-rail fixe correspondant et dans

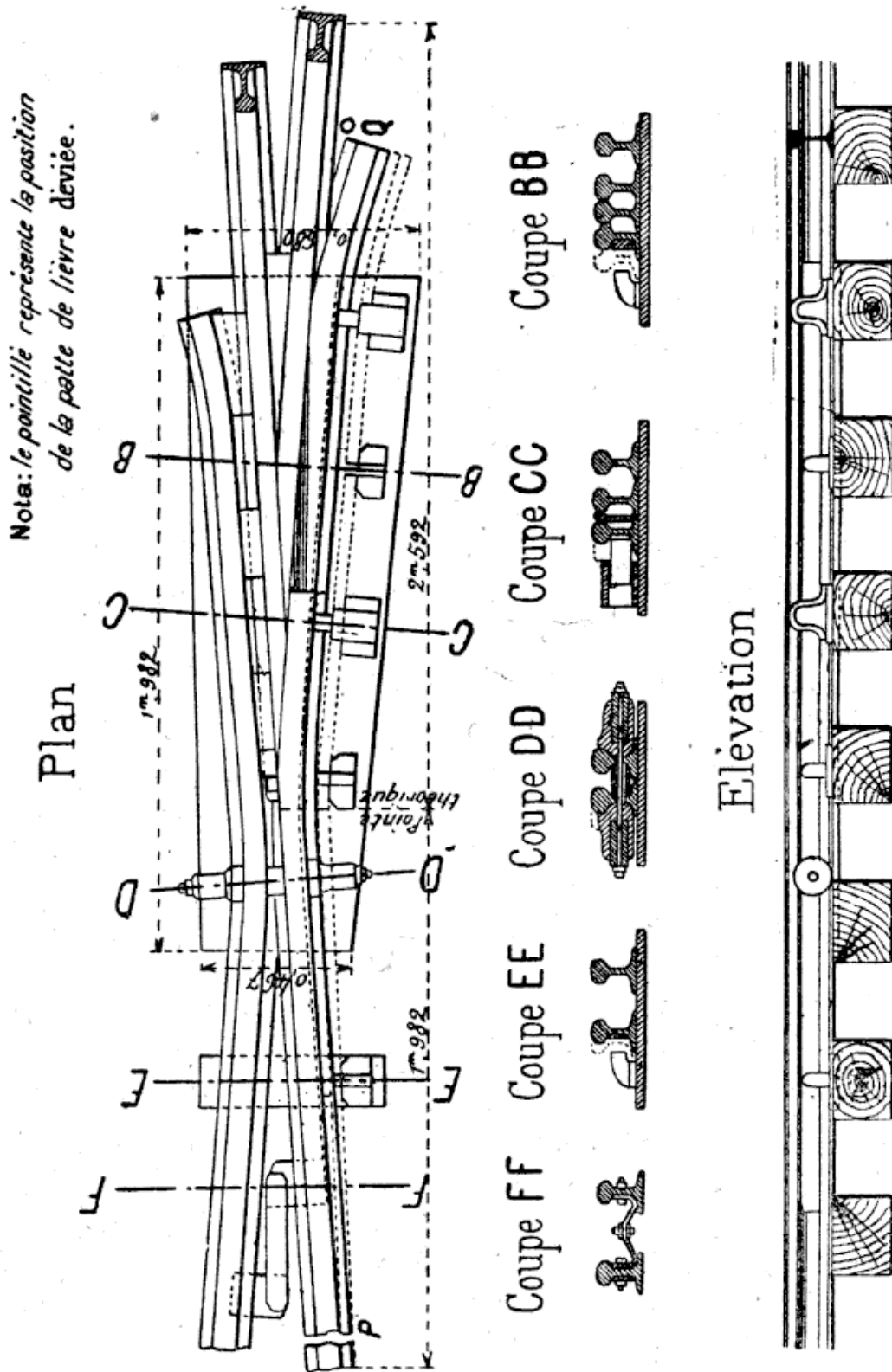


FIG. 90.

la prise en talon par une pénétration identique des boudins dans l'évasement *o* de la patte de lièvre.

On construit également des croisements avec pattes de lièvre mobiles dans les deux directions.

**Voies intermédiaires.** — La pose de ces voies composées du matériel de la voie courante n'offre rien de particulier. Elle se fait également sur traverses spéciales, comme pour le changement et le croisement, suivant les plans de pose afférents à chaque type, dans le but

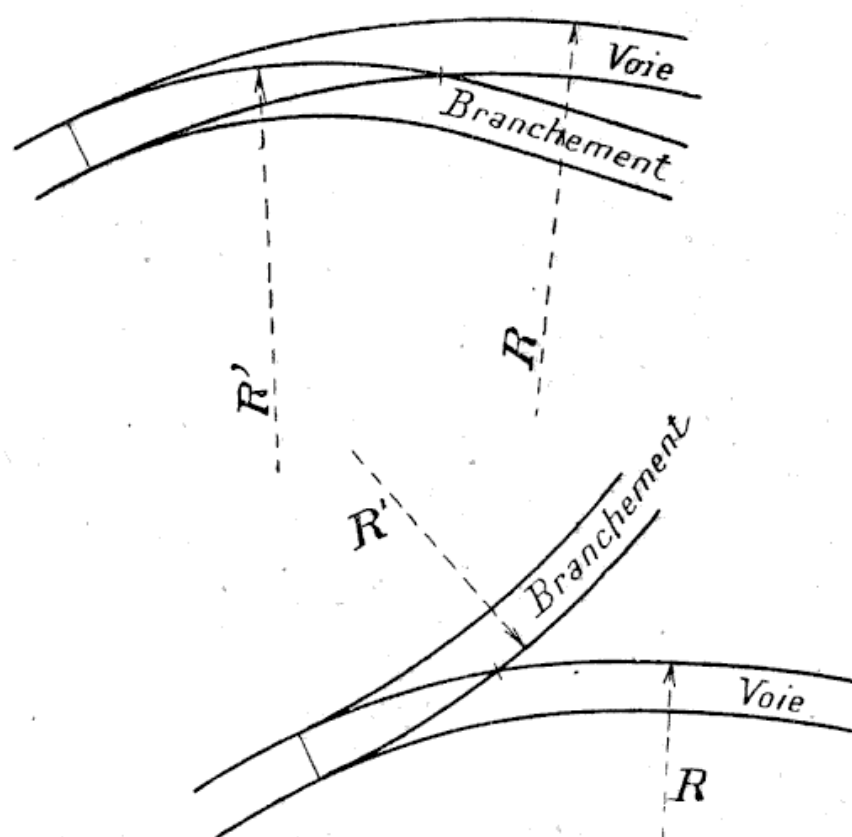


FIG. 91.

d'éviter une trop grande distance des appuis, de faciliter le bourrage, de donner une solidité plus complète à tous les éléments du branchement et de réaliser une économie dans le cube des bois employés (1).

Dans les voies intermédiaires et en pose normale, le rayon de la

(1) Cette économie est assez considérable: pour un branchement tg. 100, par exemple, il faut, lorsqu'on pose les voies intermédiaires sur traverses, 22 longrines et 39 traverses ordinaires en chêne formant un cube total de 6 mc. 300. Le même appareil posé en entier sur 43 traverses spéciales ne demande que 5 mc. 200 de bois, soit une économie de 17 p. 100 environ par appareil.



voie déviée est au minimum de 150 mètres et au maximum de 300 mètres.

La longueur comprise entre la pointe de l'aiguille et la pointe de cœur varie suivant l'angle du croisement employé.

Nous ne donnerons pas ici les calculs relatifs à l'établissement de ces appareils, car notre cadre ne le permet pas, mais nous ferons observer que lorsqu'on pose un branchement dans une voie déjà en courbe: *Le rayon de la voie déviée diminue si son rayon de courbure est dans le même sens que celui de la courbe, dans le cas contraire, il augmente.*

M. Maridet, chef de section du P.-L.-M., a établi une formule permettant de calculer ce nouveau rayon théorique.

Soit une courbe de voie de rayon R.

Si nous appelons R<sub>1</sub> le rayon de la voie déviée lorsque la voie directe est en ligne droite, c'est-à-dire le rayon donné par les plans de pose, le rayon R' de la voie déviée, lorsque la voie directe est en courbe de rayon R, sera donné par la formule:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R}$$

En faisant R=500 et R<sub>1</sub>=300, les valeurs de R' pour les deux exemples ci-contre seront:

$$1^{\circ} \quad \frac{1}{R'} = \frac{1}{300} \times \frac{1}{500}$$

et R' = 187 m. 50

$$2^{\circ} \quad \frac{1}{R'} = \frac{1}{300} - \frac{1}{500}$$

et R' = 750 mètres.

Mais il ne faut pas accorder une confiance absolue à ces résultats qui représentent le rayon théorique de la courbe depuis la pointe de l'aiguille jusqu'à la pointe de cœur. Pratiquement, le changement et le croisement sont *toujours posés en ligne droite*, la courbe de rayon R, même en voie directe, n'existe donc que dans la partie de voie intermédiaire; en outre ce rayon R dans cette partie n'aura plus sa valeur première puisque la pose de l'appareil a conduit à *rentrer*, c'est-à-dire à *aplatir la courbe* en ces points. Pour ces diverses raisons dont l'examen nous conduirait trop loin, il convient d'appliquer ces formules avec discernement.



Branchement double ou à trois voies. — Le branchement double ou

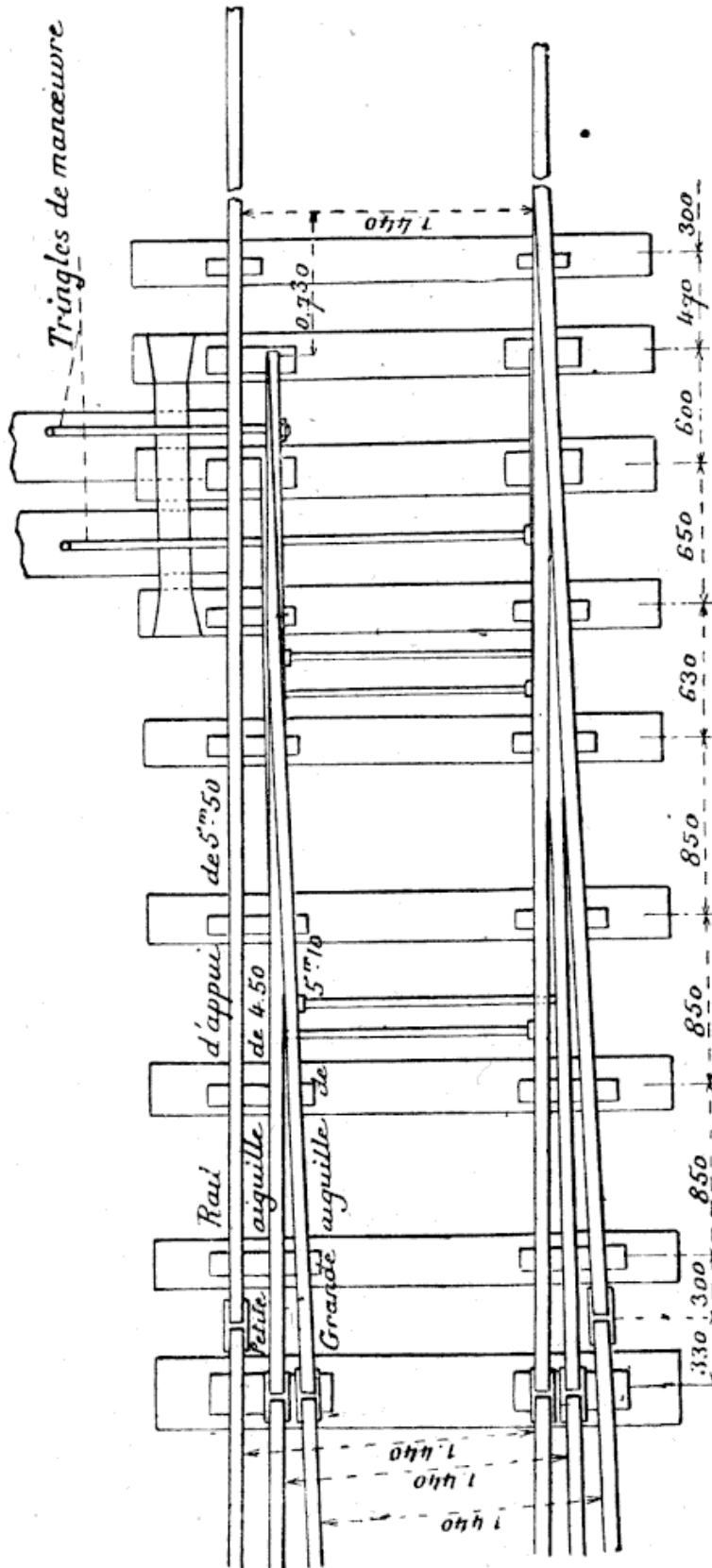


FIG. 93.  
Changement à trois voies en rails D. C. et aiguilles en rails rectangulaires.

à trois voies a été créé pour donner accès à trois voies partant du

même point, dans le but de faciliter les manœuvres et diminuer dans la plus large mesure l'emplacement nécessaire à deux branchements simples. Il est formé, en fait, d'une voie médiane sur laquelle on a juxtaposé deux branchements simples se dirigeant l'un à droite, l'autre à gauche, et comme les rails de grand rayon de leurs voies déviées se coupent sous un angle spécial au milieu de la voie médiane, on a été conduit à établir un nouveau croisement.

L'ensemble de cet appareil se compose de quatre aiguilles, deux à droite et deux à gauche, soutenues par deux rails d'appui, de deux croisements ordinaires et d'un croisement spécial dont l'angle dépend de celui de ces derniers et de leur distance à la pointe de l'aiguille. Les aiguilles sont réunies deux à deux par deux triangles de connexion : une aiguille interne avec l'aiguille externe opposée. Il y a toujours une aiguille plus courte que l'autre, résultat de la construction de l'appareil ; elle est posée dans tous les réseaux, sauf à l'Ouest, entre la grande aiguille et le rail d'appui.

La manœuvre est assurée par deux leviers posés côte à côte et semblables à celui qui a été décrit précédemment.

Le branchement est dit *symétrique* lorsque chacune des voies déviées s'écarte de la voie médiane avec des rayons égaux de sens inverse et il est appelé *dissymétrique* lorsque deux voies se trouvent du même côté de la voie principale.

Les rayons de courbure sont alors dans le même sens et il y en a un qui est nécessairement très petit.

Cette dernière disposition est rarement employée.

**Cadenassement des aiguilles.** — Quelle que soit la force du contre-poids du levier de manœuvre, on n'est jamais assuré que les aiguilles qui viennent d'être prises en talon par un train reprendront parfaitement leur position première. Aussi, lorsqu'une aiguille doit être franchie, en pointe, en vitesse, on la fixe au rail d'appui, dans la direction voulue. On emploie divers procédés pour obtenir ce résultat.

1° *Goujon de cadenasement.* — C'est une tige cylindrique filetée à une extrémité et portant une mortaise destinée à recevoir une clavette à laquelle on adapte un cadenas. Elle est fixée et rivée à l'aiguille et traverse le rail d'appui. La position de la clavette dans la mortaise est telle qu'une fois posée dans son logement, l'aiguille ne peut faire aucun mouvement si petit qu'il soit.

Pour éviter qu'une aiguille ainsi cadénassée ne soit brisée dans une prise de talon, résultat d'une erreur, on affaiblit la section du goujon en lui donnant un diamètre de 10 millimètres seulement au moyen d'une gorge faite à la naissance de la partie filetée. De cette façon c'est le goujon qui casse et non l'aiguille.

2° *Chaîne et cadenas*. — On emploie aussi le système qui consiste à rendre immobile le levier de manœuvre au moyen d'une chaîne fixée solidement à la traverse portant la boîte de manœuvre et qui vient attacher la tige du contrepoids dans la position demandée. Il faut éviter la disposition qui consiste à embrasser avec la chaîne, d'une longueur plus ou moins grande, la tringle de manœuvre et le levier du contrepoids. L'aiguille est bien immobilisée mais on fausse la tringle de manœuvre et la chaîne, lorsqu'elle n'est plus cadénassée, devient libre et peut disparaître.

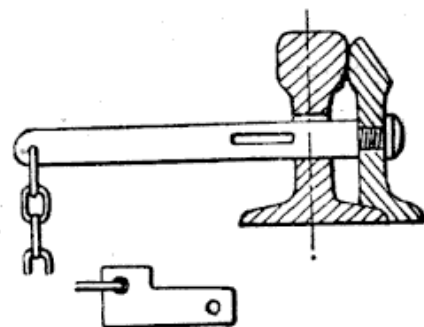


FIG. 94.

3° *Barre de cadénassement* (fig. 80). — Ce système immobilise l'aiguille dans la position voulue en cadénassant la tige du contrepoids au moyen d'une broche rattachée à une barre en fer fixée solidement sur la traverse de la boîte de manœuvre.

**Calage et verrouillage.** — Lorsqu'une aiguille est manœuvrée à distance, on perdrait évidemment le bénéfice de cette manœuvre s'il fallait aller la cadénasser sur place. C'est ainsi qu'on a été conduit à étudier des dispositifs spéciaux permettant non seulement de cadénasser l'aiguille, mais encore de parer, dans la plus large mesure, aux défauts d'une transmission à distance. L'agent chargé de la manœuvre, n'ayant plus l'aiguille sous ses yeux, ne peut, en effet, se rendre compte si elle s'applique parfaitement contre le rail d'appui. Un corps quelconque a pu s'introduire entre l'aiguille et son appui et la faire entre-bâiller; la transmission par suite des effets de la température, a pu se dérégler et donner également un léger bâillement à l'aiguille.

Pour remédier à ces graves inconvénients, on emploie deux systèmes différents. Dans le premier, on s'assure que les aiguilles sont en place et on les y maintient au moyen d'un verrou manœuvré par

une *transmission spéciale*. Ce verrou peut affecter différentes formes : être formé par deux cames en acier calées sur un arbre horizontal porté par des supports fixés aux rails d'appui ou solidaires des traverses du changement. Au mouvement de rotation imprimé à l'arbre par un levier de manœuvre indépendant de l'aiguille, une des cames fixe une des aiguilles dans la direction demandée ; dans la direction opposée, c'est la deuxième came qui fixe l'autre aiguille ; 2° être formée d'une barre de fer portée par un support en fonte fixé sur les traverses du changement, actionnée également par un levier indépendant. Cette barre peut traverser, dans les deux positions de l'aiguille,

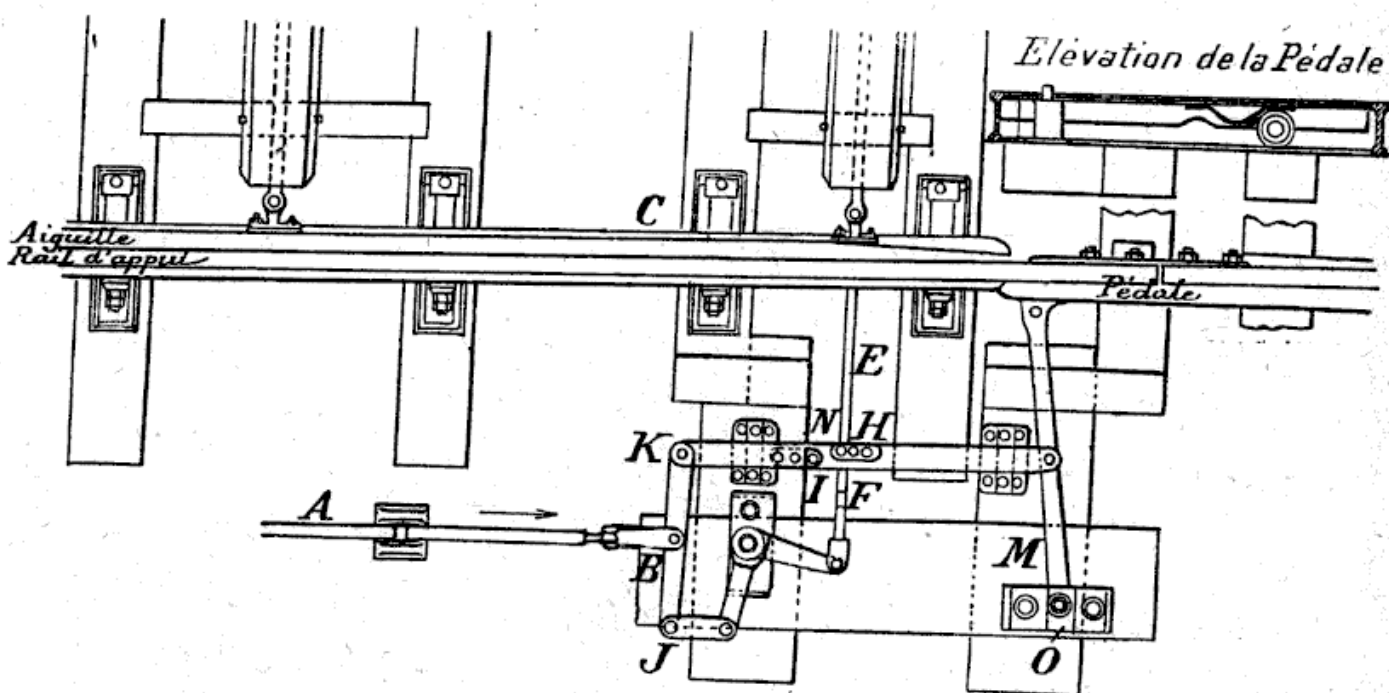


FIG. 95.

une gâche portée généralement par la tringle d'écartement la plus rapprochée de la pointe d'aiguille.

On comprend dès lors que, quelle que soit la position de l'aiguille, le verrou viendra se loger dans sa gâche ou viendra buter contre la partie pleine de cette gâche. Dans le premier cas, on sera assuré que l'aiguille est bien en place et dans le deuxième cas on sera assuré également du contraire, car quel que soit l'effort exercé au levier, ce dernier ne pourra effectuer sa course entière. Aujourd'hui, à moins de raisons spéciales, on supprime le levier de ces appareils de calage et on les fait manœuvrer par le levier ou la transmission même de l'aiguille, c'est le deuxième système. Il y a deux sortes de ces appareils :

ceux qui immobilisent la tringle de manœuvre dans l'une ou l'autre de ces positions normales, ce sont les appareils de *calage*, et ceux qui fixent les aiguilles directement au moyen d'un verrou: ce sont les appareils de *verrouillage*. Leur mouvement se décompose en trois périodes: *une période de décalage ou déverrouillage, une période de déplacement des aiguilles et une période de calage et de verrouillage*.

Les appareils réalisant cette combinaison sont nombreux: on peut citer les Dujour, Marcelet, Williams, Bussing, Saxby, Poulet, etc...

Nous décrirons seulement deux de ces types: un de calage et un de verrouillage.

**Appareil de calage système Dujour.** — Cet appareil est représenté par la figure ci-contre:

La transmission venant du levier de manœuvre actionne, par son milieu, un balancier B à deux articulations mobiles qui sont rattachées, l'une à la tringle de manœuvre E de l'aiguille par un levier D, l'autre à une barre portant, rivés en dessous, deux taquets H et I et glissant dans deux supports en fonte. La tringle de manœuvre porte deux encoches F et N correspondant chacune à une des positions de l'aiguille.

*Opération de décalage.* — En manœuvrant la transmission dans le sens de la flèche, la tringle E étant calée par le taquet H, l'articulation J reste fixe, l'articulation K, qui est mobile, se déplace, pousse la barre G jusqu'à ce que le taquet I vienne buter sur la tringle E, là où il n'y a pas d'encoche; le taquet H s'est également déplacé et la tringle E est libre.

*Déplacement des aiguilles.* — La barre G étant arrêtée dans sa course, l'articulation K devient fixe à son tour, l'articulation J devient mobile et poussée par la transmission manœuvre la tringle E par l'intermédiaire de l'équerre D, et par suite l'aiguille jusqu'à ce qu'elle s'applique contre le rail d'appui opposé. A ce moment le taquet I se trouve en face de l'encoche F.

*Calage.* — La tringle E étant butée, immobilise l'articulation J qui redevient fixe; mais le point K redevient mobile et sous l'action de la manœuvre, ce dernier pousse la barre G dont le verrou I vient se placer dans l'encoche F.

L'aiguille est ainsi calée dans une position inverse de la première.



**Verrou système Poulet.** — Le verrou Poulet se compose d'un levier horizontal coudé, en fer méplat et muni d'un axe d'articulation à chaque extrémité. Il est porté par un bâti en fonte fixé solidement aux traverses du changement et est actionné par la tringle de manœuvre par l'intermédiaire d'une tige filetée fixée à un bras d'articulation A et d'une équerre. Le deuxième axe B est destiné à actionner, le cas échéant, une pédale comme dans l'appareil précédent. Ce levier coulisse entre trois paires de galets; les deux paires extrêmes, dont la

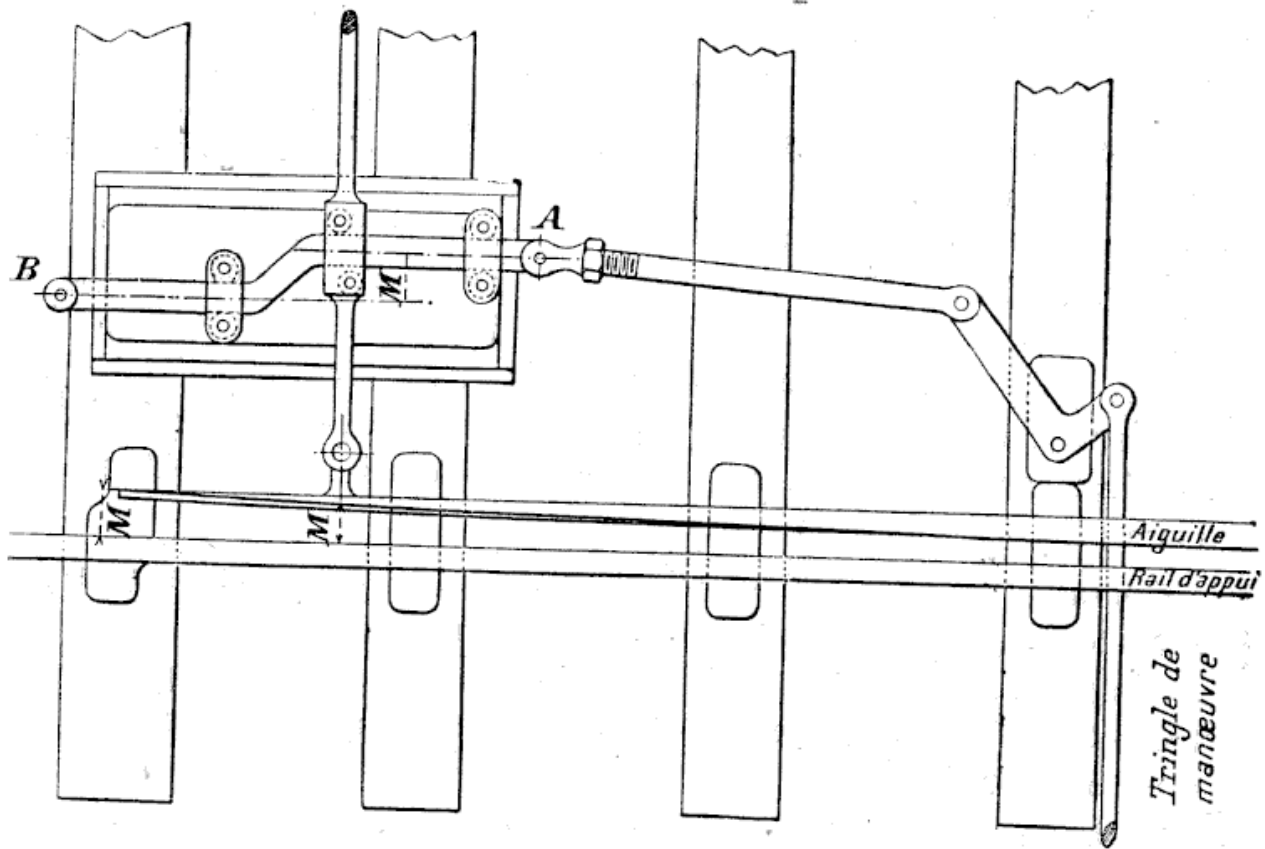


FIG. 96.

Verrou d'aiguille, système Poulet. — M, course du verrou, M', course réelle de l'aiguille.

position est invariable, sont fixées sur le bâti et la paire intermédiaire est portée par la première tringle d'écartement de l'aiguille qui, dans cette circonstance, est remplacée par une tringle spéciale. Le plan incliné formé par le levier horizontal doit avoir nécessairement une différence de hauteur M égale à la course de l'aiguille au droit du point où est fixée la première tringle d'écartement. Dans ses deux positions extrêmes ou de repos, le levier maintient une des aiguilles appliquée sur le rail d'appui. Lorsqu'on agit sur la tringle de manœuvre, le levier horizontal coulisse entre les deux paires de galets

extrêmes et oblige, par suite, les galets intermédiaires à glisser le long de son plan incliné. Dans ce mouvement, la tringle d'écartement se déplace en entraînant les aiguilles, de telle sorte que, quand le levier a terminé sa course, les galets intermédiaires reposent à l'extrémité opposée du plan incliné et les aiguilles occupent une position inverse de la première, tout en étant toujours solidement maintenues en place, c'est-à-dire verrouillées à nouveau.

**Appareil Perdrizet.** — Les aiguilles enclenchées, calées ou verrouillées, présentent le grave inconvénient de ne pouvoir être prises en talon dans une direction autre que celle qui est donnée par l'aiguille immobilisée, sans risques d'avaries de l'aiguille ou des organes de manœuvre.

Comme une prise en talon intempestive est toujours possible, les Compagnies de chemin de fer se sont préoccupées de parer à ce grave défaut en intercalant dans la transmission un organe spécial destiné à être seul brisé. Cette disposition présente un sérieux inconvénient: l'immobilisation de l'aiguille pendant le temps nécessité par le remplacement de l'organe brisé.

L'appareil Perdrizet, du nom de son inventeur, a pour but de remédier à ces divers défauts. Il assure la manœuvre et le calage des aiguilles à distance tout en permettant leur prise en talon sans rupture d'organe et en les ramenant automatiquement à leur position primitive.

Nous nous contentons de signaler cet appareil un peu compliqué, en usage à la Compagnie du Midi; sa description nous conduirait à sortir du cadre que nous nous sommes imposé.

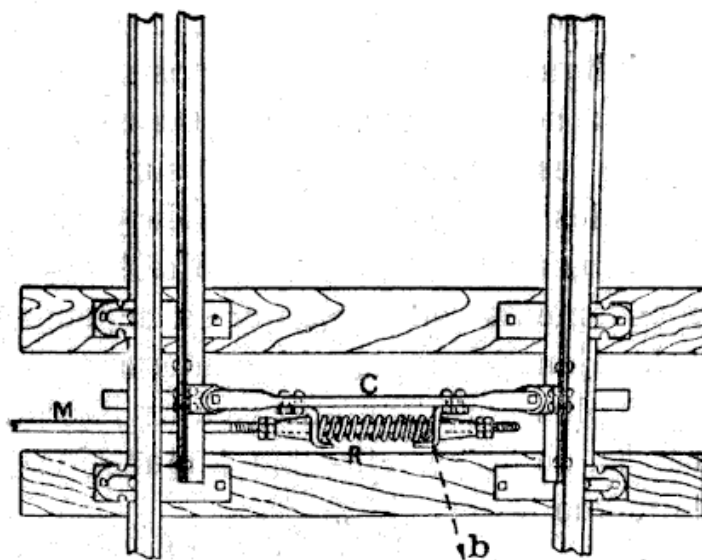


FIG. 97.

**Aiguille talonnable.** —

Dans le même ordre d'idées, nous signalerons une aiguille rendue talonnable à l'aide de ressorts, en usage aux Etats-Unis. Cet appa-

reil très simple consiste dans l'interposition entre la tige de manœuvre rigide M de l'aiguille et la tringle de connexion C du ressort R.

Dans le cas de prise en talon par un train venant de la voie de droite, la tringle C et les aiguilles sont repoussées violemment sur la gauche, la tringle M reste immobile, mais le ressort R est comprimé par la butée *b* solidaire de la tringle C. Dès que le train est passé, le ressort R se détend en entraînant la tringle C et, par suite, les aiguilles dans leur position primitive.

**Pédale de sûreté.** — Dans le but d'empêcher la manœuvre intempestive d'une aiguille actionnée par une transmission à distance, lorsqu'un train ou une manœuvre sont engagés sur cet appareil, et éviter par là des déraillements certains, on place en avant de l'aiguille et contre la face intérieure ou extérieure d'un des rails *une pédale* dont la partie supérieure est affleurée au passage par le boudin ou par le bandage des roues. Cette pédale se compose d'un fer à T de  $80 \times 60 \times 9$  et d'une longueur au moins égale à l'écartement extrême des essieux les plus espacés (soit environ 12 mètres). Elle est mobile et portée soit par de petites bielles, soit par des galets fixés contre le rail lui-même. Elle reçoit son mouvement de la transmission actionnant l'aiguille. Elle reste abaissée tant que les aiguilles sont calées dans l'une ou l'autre de leurs positions et se relève pendant la période de leur déplacement. Si un véhicule aborde la pédale relevée, il l'oblige à s'abaisser et fait coller l'aiguille.

La figure 95 montre la disposition d'une pédale et son rattachement à la manœuvre de l'aiguille. On comprend que lorsqu'elle est abaissée et que les véhicules circulent sur le changement, toute manœuvre des aiguilles est rendue impossible parce que les boudins des roues ou leurs bandages empêchent le relèvement de la pédale et par suite les mouvements solidaires qui en dépendent.

L'adjonction de la pédale augmente sensiblement les frottements et rend plus dure la manœuvre de l'aiguille. Aussi est-il prudent, dans ce cas, de ne pas chercher à manœuvrer deux aiguilles à la fois avec le même levier.

## § 2. — TRAVERSÉES, PÉNÉTRATIONS ET LIAISONS DIVERSES

**Traversée de voies.** — Lorsque deux voies se coupent, il est nécessaire de leur appliquer un dispositif spécial destiné à permettre aux

véhicules venant d'une direction de continuer leur mouvement en passant sur la voie coupée ou *traversée*. Ce dispositif se désigne sous le nom de *traversée*; il en est de deux sortes: la *traversée oblique*, dont l'angle est essentiellement variable, et la *traversée rectangulaire* ou à angle droit.

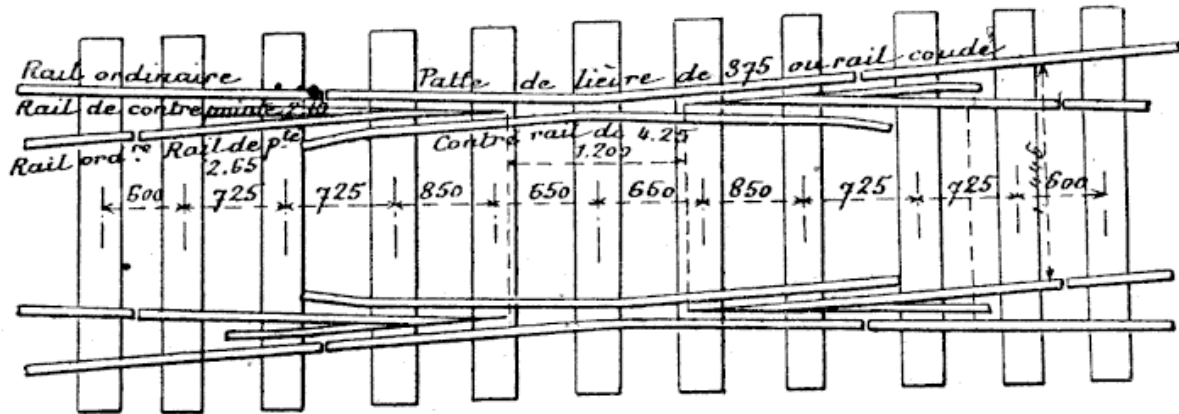


FIG. 98.

Croisement double, tangente 100, en rails ordinaires.

**Traversée oblique.** — Pour ne pas multiplier les types à l'infini, les Compagnies se sont astreintes à ne faire couper une voie par une autre que sous deux ou trois angles différents, ce qui est bien suffisant en pratique, à moins de cas absolument spéciaux.

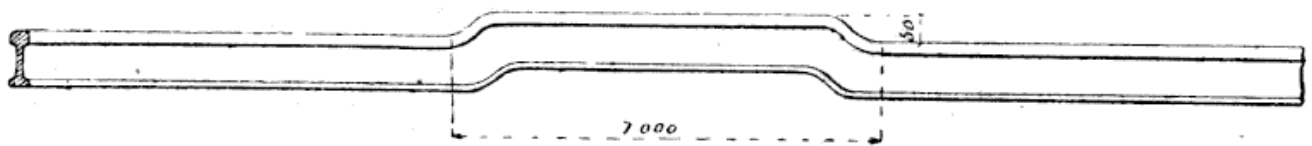
Ces angles ont généralement des tangentes variant de 10 à 13 centimètres.

La traversée oblique se compose, en outre des croisements ordinaires d'entrée et de sortie de l'appareil (fig. 101), de quatre croisements réunis deux à deux et de sens opposé. Chaque paire de croisements prend le nom de *croisement double*. Le rail extérieur est coudé en forme de patte de lièvre pour suivre la direction des deux voies. Le contre-rail, posé très solidement à l'intérieur de la voie, est coudé suivant le même angle; mais il est également coudé dans son plan vertical comme l'indique la figure 99, dans le but d'obtenir un meilleur guidage des roues des véhicules à leur passage dans les lacunes considérables laissées par les pointes de cœur (1). Ces vides sont d'autant plus grands que l'angle des croisements est plus petit. Aussi a-t-on une tendance à rejeter l'angle à tangente de 10 centimètres pour

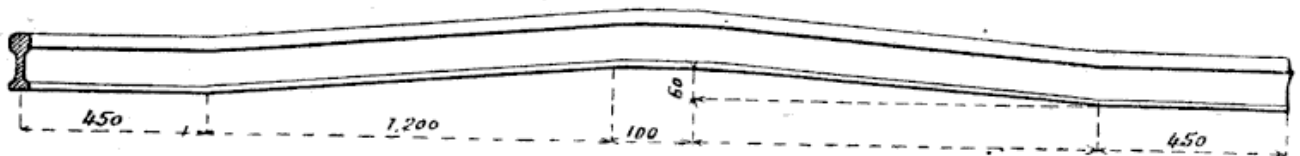
(1) Comme ce dispositif ne peut être employé avec la pose Vignole, on remplace ce contre-rail par un rail spécial ou même, comme au Nord, par un grand fer  $\square$  fortement entretoisé.

employer des croisements à tangente de 13 centimètres et au-dessus.

Ces appareils demandent à être bien posés, car, par suite des vides inhérents à leur construction, ils présentent des chances de déraillements: une roue de véhicule peut, en effet, s'engager dans une direction, et l'autre, mal guidée, ou dont les bandages sont usés, peut s'engager dans une autre. Mais il faut remarquer que ce genre d'accident n'est à craindre que si les véhicules s'arrêtent sur les pointes de cœur;



Dispositif du contre-rail coudé usité sur le réseau de l'Etat français pour C. R., tangente 100.



Dispositif du contre-rail coudé employé par l'ancienne Compagnie de l'Ouest pour C. R., tangente 100.

FIG. 99.

dans le cas contraire, en effet, la vitesse acquise est suffisante pour empêcher les roues de dévier de leur direction normale.

Ces appareils se posent généralement en ligne droite, mais on peut les placer en courbe en étudiant au préalable cette disposition.

**Traversée de voie sous un angle quelconque.** — Cette traversée de voie n'est qu'une variante de la traversée oblique à type bien déter-

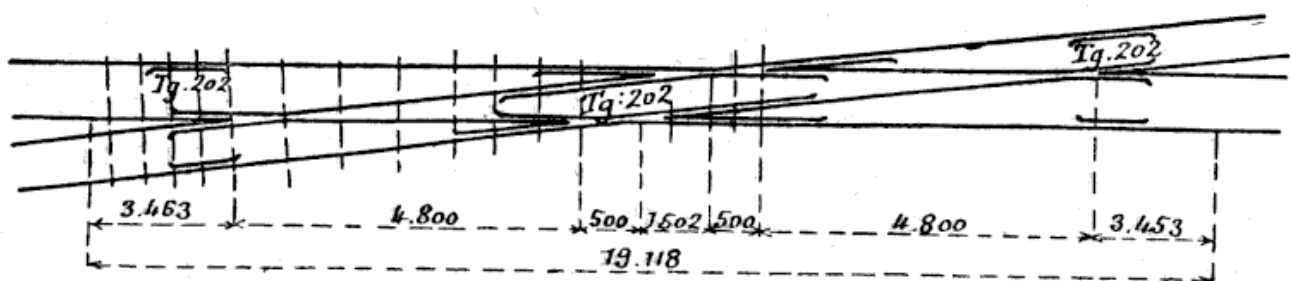


FIG. 100.

Traversée de voie normale par une voie d'un mètre. — Schéma de pose.

miné. Elle s'applique à des cas spéciaux et entraîne, par suite, la création d'appareils qui ne sont pas d'usage courant, de sorte qu'on doit s'efforcer de l'éviter surtout avec la pose à coussinets. Une tra-

versée de ce genre peut se présenter avec deux voies normales ou avec une voie normale de 1 m. 44 et une voie étroite de 1 mètre. Les figures 100 et 101 en donnent les principales dispositions.

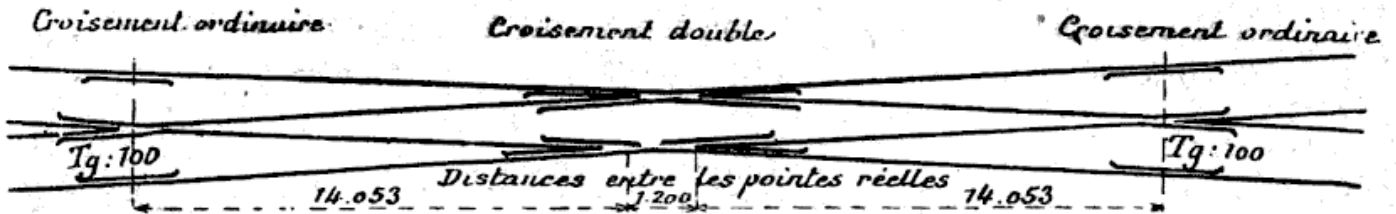


FIG. 101.  
Traversée oblique.

**Pénétrations.** — On peut rattacher à une traversée de voie les appareils employés pour permettre l'entrée et la sortie à niveau d'une voie étroite dans une voie large en utilisant un des rails de la voie normale pour former une des files de la voie étroite.

C'est cet ensemble que l'on désigne sous le nom de *pénétration*. Là aussi, on s'efforce de n'employer que des croisements du type courant déjà existant.

On a été amené à cette disposition de voies dans le but d'éviter aux Compagnies exploitant les voies étroites certaines dépenses hors de proportion avec le but à atteindre.

Ainsi, par exemple, lorsqu'une voie étroite a, pour arriver dans une gare de grand réseau, à traverser un fleuve, situé à proximité de cette

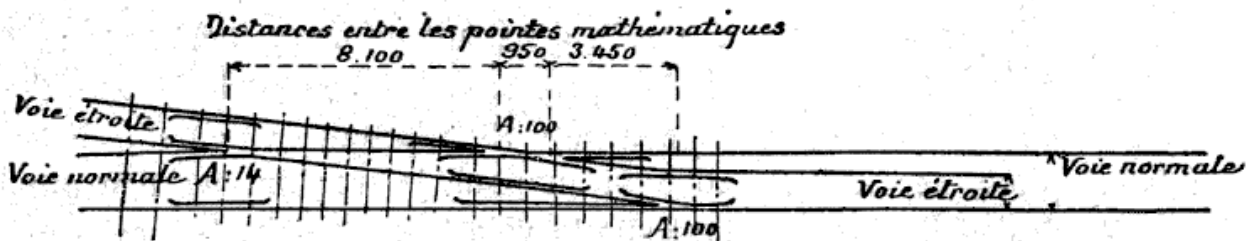


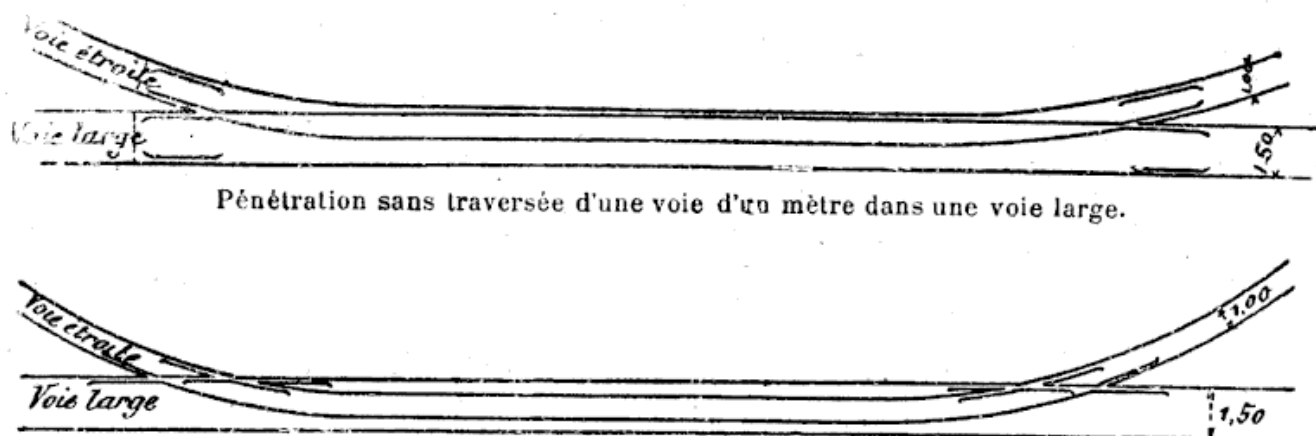
FIG. 102.

Appareil d'entrée de la voie étroite dans la voie normale. — L'appareil de sortie est identique, mais posé en sens inverse.

gare et que la voie normale franchit déjà sur un pont, on peut se servir de cet ouvrage et d'une des files de la voie existante pour permettre à la voie étroite de franchir le fleuve en appliquant la disposition figurée au croquis ci-dessus (fig. 102).

Cette combinaison a l'inconvénient de faire travailler inégalement les deux files de la voie normale en répartissant irrégulièrement les

efforts. Aussi, certains ingénieurs préconisent-ils le procédé qui consiste à poser les deux rails de la voie étroite dans l'intérieur de la voie normale en superposant leurs axes, ou bien à disposer la voie étroite à cheval sur un des rails de la voie normale (fig. 103 et 104). On obtient ainsi une pose plus régulière correspondant à une meilleure répartition des efforts, mais entraînant une dépense plus élevée.



Pénétration sans traversée d'une voie d'un mètre dans une voie large.

FIG. 103 et 104.

Dans tous les cas, les pénétrations sont protégées par des signaux et donnent lieu à un arrangement financier pour l'emprunt de la voie large.

**Traversée rectangulaire.** — La traversée rectangulaire est une intersection de voies se coupant à angle droit. Elle n'exige habituellement aucun appareil spécial. On la construit de deux façons :

1° à niveau, c'est-à-dire avec les deux voies à la même hauteur. Les rails de la voie directe sont continus, ils portent seulement deux entailles *a*, *b*, de  $0,050 \times 0,030$  environ pour laisser un passage aux boudins des véhicules circulant sur la voie transversale. Les rails de cette dernière sont coupés et entaillés pour pouvoir se loger dans la voie directe et donner libre passage aux véhicules circulant sur cette dernière voie. Ce dispositif ne peut être employé que sur des voies de manœuvres ou lorsque les deux voies doivent être parcourues par les machines. Il doit être autant que possible proscrit des voies de circulation, à moins qu'on ne l'utilise dans les gares en *cul de sac*, parce que les entailles peuvent être une cause de rupture des rails ;

2° surélevée, c'est-à-dire avec une voie plus élevée que l'autre. Ce



sont alors les rails de la voie transversale que l'on pose au-dessus de la voie directe.

A cet effet, les rails de la voie transversale sont entaillés, comme

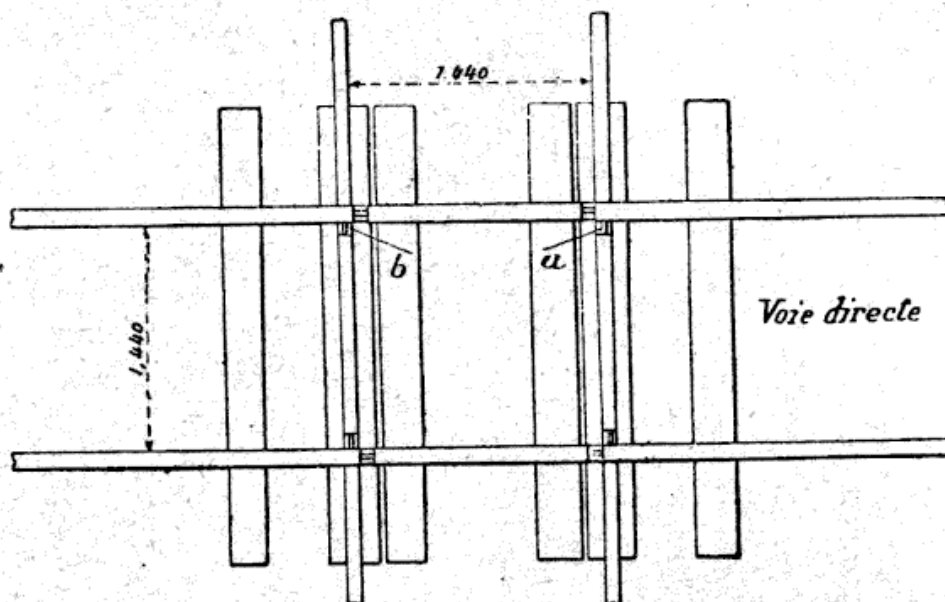


FIG. 105.

Traversée de voie rectangulaire (à niveau).

l'indique la figure 106, de manière à laisser un vide total de 160 millimètres environ, nécessaire au passage des boudins et du bandage des

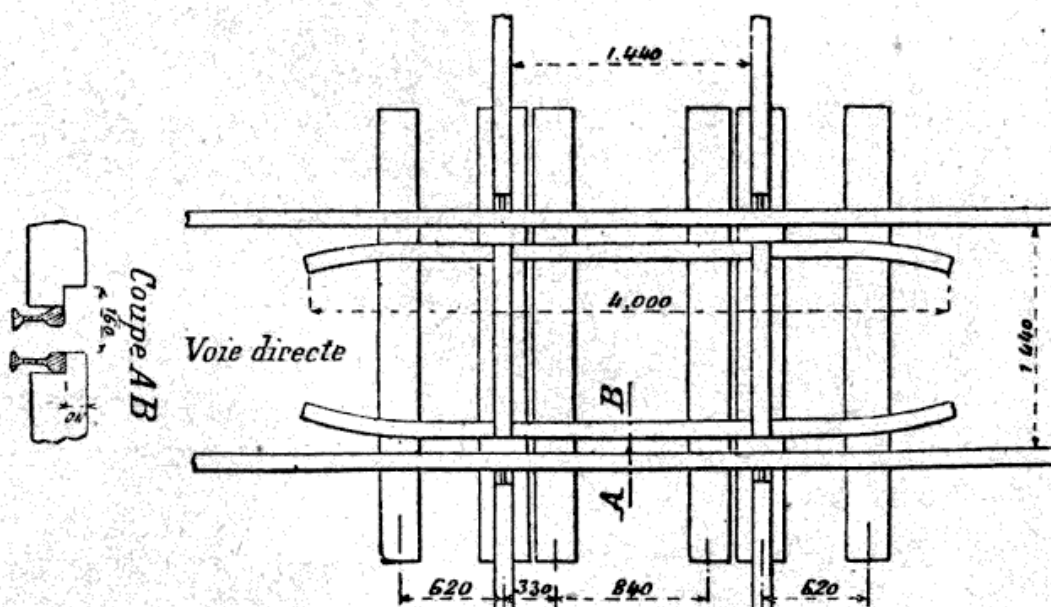


FIG. 106.

Traversée de voie rectangulaire (surélevée).

roues sur la voie directe et ne constituant pas une gêne trop sensible pour les véhicules qui circulent sur la voie transversale. Les coupes

posés à l'intérieur de la voie directe sont maintenus par deux contre-rails qui protègent, en même temps, les extrémités de ces coupons contre les chocs des roues des véhicules.

Ces appareils doivent être robustes et avoir des attaches très solides.

**Traversée-jonction.** — Ce dispositif se désigne dans certains pays et notamment en Allemagne sous le nom d'*appareil anglais* ou *croisement anglais*, parce que c'est en Angleterre que la première application en a été faite.

C'est un appareil ingénieux qui permet à deux voies de se traverser

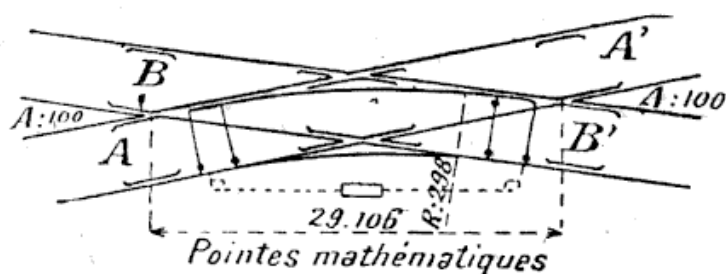


FIG. 107.

ou de se raccorder dans un espace relativement restreint de même longueur que celui occupé par un branchement ordinaire.

Ce résultat est obtenu au moyen d'une traversée de voie ordinaire

complétée par des changements que l'on intercale entre les croisements extrêmes. Suivant que ces changements donnent une ou deux directions en outre de celles données par la traversée elle-même, la traversée-jonction est dite: *simple* ou *double*.

**Traversée-jonction simple** (fig. 107). — Cet appareil se compose de deux croisements ordinaires, de deux croisements doubles et de deux changements simples raccordant les deux voies dans une seule direction: il permet donc, indépendamment de la traversée de la voie AA' par la voie BB', de se rendre de A en B' et réciproquement.

**Traversée-jonction double** (fig. 108). — La composition de cet appareil est la même que celle indiquée ci-dessus, sauf le nombre de changements simples qui est porté de deux à quatre, permettant ainsi aux véhicules de circuler dans toutes les directions AB et CD et inversement, en outre des traversées directes AD et CB.

L'établissement de ces appareils n'offre aucune difficulté particulière, mais on a une tendance, pour ceux que l'on emploie dans les gares, à augmenter l'angle des croisements de manière à diminuer encore la longueur totale de la traversée. Le raccordement courbe a un rayon qui varie actuellement de 300 mètres à 150 mètres environ et

qui n'est obtenu souvent qu'en courbant les aiguilles de manière à reporter l'origine de la courbe qui, normalement, est vers le talon, à la pointe de l'aiguille.

La manœuvre des aiguilles de ces appareils est assurée par une transmission rigide manœuvrée par un seul levier dans les deux cas.

Cela n'offre aucun inconvénient puisqu'on ne peut donner à la fois qu'une seule direction à un train, la position des aiguilles correspondant à la seconde direction est donc indifférente. La figure 109 donne les dispositions,

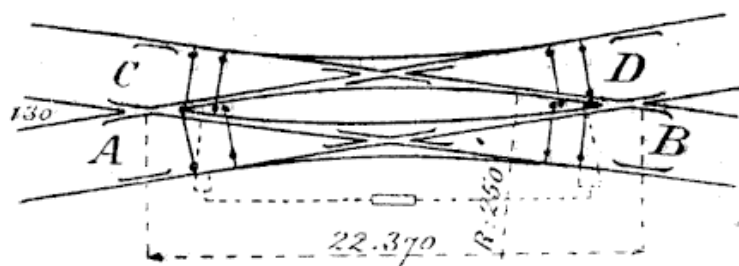


FIG. 108.

en plan, d'une traversée-jonction double ; la figure 110 représente l'élévation du levier unique de manœuvre de cet appareil.

Toutefois, dans certaines combinaisons d'enclenchements, on est parfois amené à supprimer la solidarité des changements entre eux ; dans ce cas, la manœuvre se fait au moyen de deux leviers indépendants. Nous signalons simplement ce fait sans nous y appesantir pour ne pas sortir du programme de ce cours.

**Diagonale ou communication simple.** — On a souvent besoin, dans une gare ou en des points spéciaux, notamment aux bifurcations, de

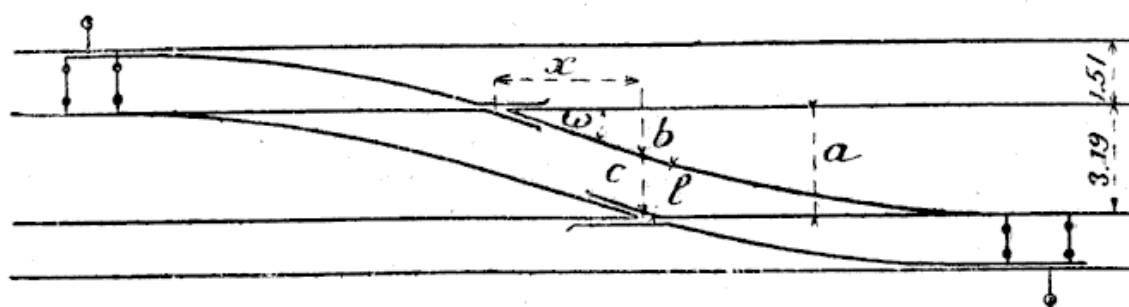


FIG. 111.

relier deux voies parallèles de manière à permettre aux trains de passer d'une voie sur l'autre.

Ce résultat est obtenu au moyen de deux branchements simples posés en sens inverse chacun sur une voie et reliés entre eux par un tronçon de voie posé en diagonale par rapport aux premières. C'est ce que l'on désigne sous le nom de *diagonale*.

La distance de pointe en pointe des croisements varie suivant la largeur de l'entrevoie et la valeur de l'angle employé. Les plans de pose donnent habituellement ces distances, il n'y a qu'à les appliquer. Néanmoins, comme la détermination de ces points est très importante pour obtenir une diagonale qui ne présente ni coudes, ni jarrets, et que l'on peut parfois ne pas posséder le plan de pose, nous en donnons le calcul ci-après.

Soit  $l$  la largeur de la voie, prise de bord à bord intérieur des rails;  $a$ , la largeur de l'entrevoie, y compris la largeur des deux rails, nous avons la relation:

$$\frac{b}{x} = \operatorname{tg} \omega, \text{ d'où } x = \frac{b}{\operatorname{tg} \omega}$$

mais  $b = a - c$  et  $c = \frac{l}{\cos \omega}$ ; par suite,  $b = a - \frac{l}{\cos \omega}$ , et en remplaçant

$b$  par sa valeur, on obtient:

$$x = \frac{a - \frac{l}{\cos \omega}}{\operatorname{tg} \omega}$$

La manœuvre se fait soit sur place au moyen de deux leviers de manœuvre indépendants, soit à distance à l'aide d'une transmission rigide manœuvrée par un seul levier. Les aiguilles sont alors conjuguées pour donner ensemble, soit la voie directe, soit la voie déviée et éviter ainsi les prises en talon intempestives.

**Bretelle ou communication double.** — Lorsqu'on pose deux diagonales symétriques en sens contraire dont les voies déviées se coupent, on forme ce que l'on appelle une *bretelle* ou *cisaille*. Cet appareil présente l'avantage de réunir deux voies dans les deux sens dans un espace très restreint 60 ou 80 mètres au plus, tandis que le raccord ordinaire pour deux diagonales demanderait une longueur double. Le rapprochement des aiguilles permet au besoin de les manœuvrer d'un seul coup de levier au moyen d'une transmission rigide.

Il faut avoir soin dans la pose de la diagonale de disposer les aiguilles de manière qu'elles soient prises en talon par les trains circulant normalement. Dans cette position, elles sont d'ailleurs habituel-

lement cadenassées et verrouillées. Ce que nous avons dit, au sujet de l'inconvénient que présentent les angles des traversées lorsqu'ils sont trop faibles, s'applique également aux bretelles.

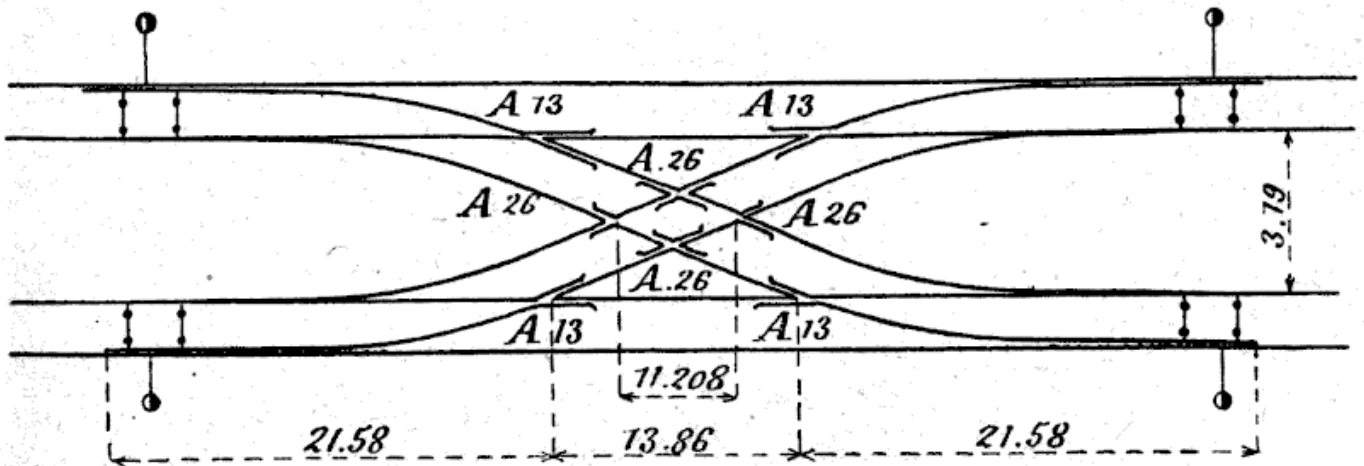


FIG. 112.

### § 3. — PLAQUES TOURNANTES, PONTS TOURNANTS ET CHARIOTS ROULANTS

**Plaque tournante.** — La plaque tournante est un appareil placé à l'intersection de deux voies rectangulaires ou même quelquefois à l'intersection de deux voies se coupant sous un angle quelconque. Elle est destinée soit à faire passer les véhicules d'une voie sur l'autre, soit simplement à les retourner bout pour bout.

En France, l'emploi des plaques est général, mais en Allemagne il est à l'état d'exception.

Leur diamètre est variable sur chaque réseau et est le plus souvent : 4 m. 20, 4 m. 40, 4 m. 50, 4 m. 80, 5 m. 25, 5 m. 50, 6 m. 20 et 6 m. 70.

Aujourd'hui, dans tous les réseaux, il y a un certain nombre de plaques de plus grand diamètre, destinés à tourner les voitures à grand écartement d'essieux dont l'emploi se généralise de plus en plus.

La plaque tournante se compose d'un plateau circulaire ou pont supérieur mobile portant un pivot dont la tête repose sur une crapaudine encastrée et clavetée dans un autre plateau fixe appelé aussi *pont inférieur*. Ce dernier est muni de bras supportant un chemin de roulement sur lequel reposent des galets mobiles maintenus par des tringles d'écartement fixées à un collier pouvant tourner librement autour du pivot. Le pont supérieur comprend 4 poutres venues de

fonte avec une couronne circulaire reposant sur les galets, les quatre poutres se croisant à angle droit servent d'appui aux rails spéciaux de la voie (rails type Brunel) qui sont fixés à ces poutres par des

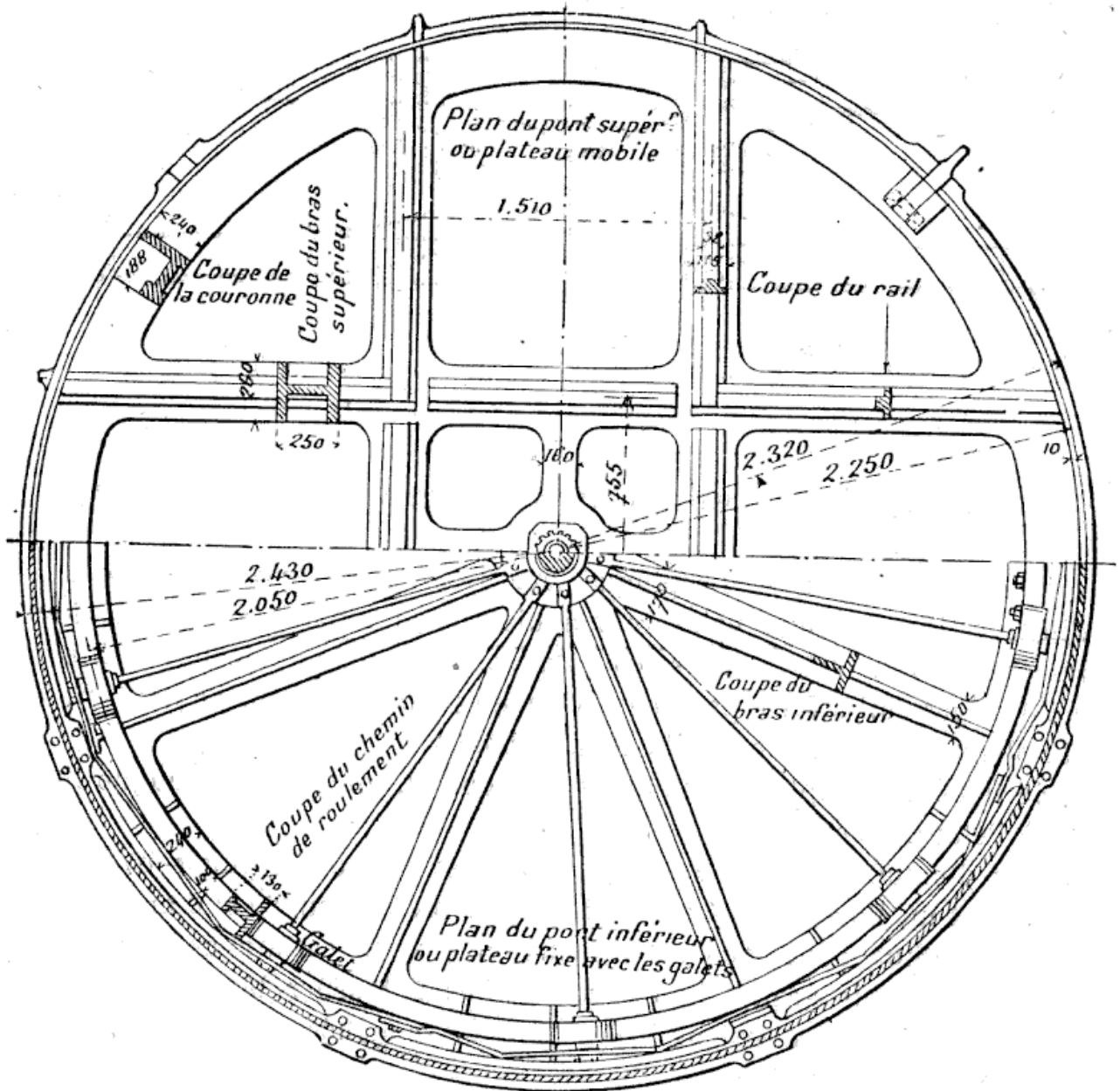


FIG. 113.

boulons à ergot et à tête fraisée. Le vide restant entre ces rails est rempli par un parquet en bois ou en fonte striée, formé généralement de 9, 10 ou 16 panneaux.

Un fort cuvelage reposant sur les bras du plateau inférieur avec lesquels il est assemblé retient le ballast.



Les ponts supérieur et inférieur sont en deux pièces et le cuvelage en huit parties assemblées par des éclisses et par des boulons. Toute la plaque est en fonte, sauf les boulons d'assemblage qui sont en fer; les rails, le pivot et la crapaudine sont en acier.

Les plaques employées ne diffèrent que par leur système de suspension ou de réglage sur le pivot.

Dans certains types, le pont supérieur est maintenu en suspension par 4 boulons *a* passant dans la base du pivot. Lorsqu'on serre ceux-ci, le pont supérieur glissant à frottement doux autour du corps du pivot s'élève; dans d'autres, c'est une vis en acier qui, en tournant dans un écrou claveté dans le pont supérieur et reposant par sa partie inférieure sur une crapaudine fixe, encastrée dans le pivot porté par le pont inférieur, le rapproche ou l'éloigne de ce dernier.

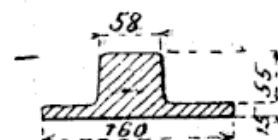


FIG. 114.

Il est indispensable pour la sécurité et pour la conservation de ces appareils que la partie inférieure du pont supérieur repose sur les galets. La plaque est alors stable et peut recevoir les véhicules. La

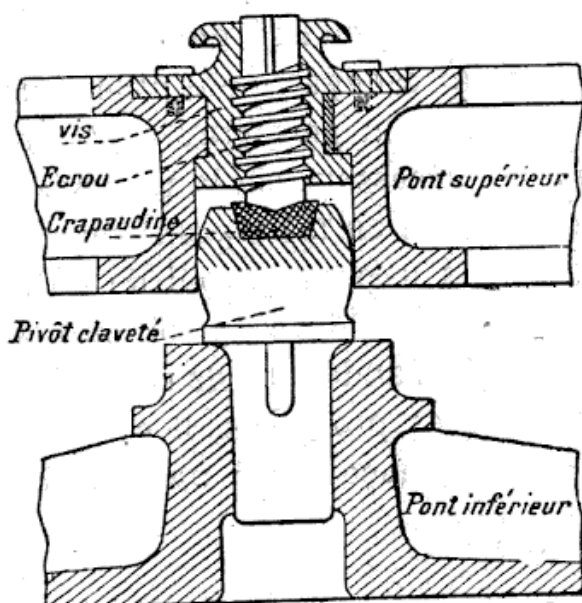


FIG. 115.

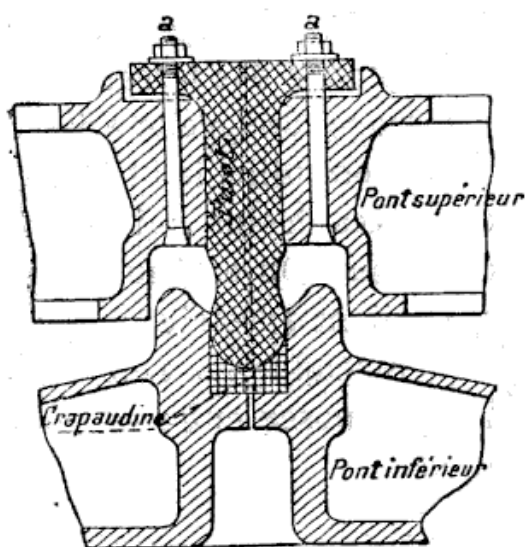


FIG. 116.

rotation de cet appareil se fait aussi aisément par le pivot et les galets. Les rails de la plaque sont coupés à leurs intersections d'une façon identique à ceux d'une traversée rectangulaire et forment ainsi des rails discontinus; quelquefois cependant les deux rails de la voie principale sont continus ce qui occasionne une légère surélé-



vation de ceux de la voie transversale. Ces deux systèmes ont leurs inconvénients: le dernier, s'il présente un avantage au point de vue de la circulation directe, demande une plus grande sujétion dans la manœuvre parce qu'il faut remettre la plaque de façon que le rail continu se trouve toujours en prolongement de la voie directe pour éviter des chocs violents et des déraillements; le premier ne permet d'éviter, dans aucun cas, les chocs produits par le passage des roues qui causent un bruit désagréable et nuisent au bon entretien de la plaque. On remédie cependant à cet inconvénient en plaçant au point d'intersection des rails, des croisillons en acier dont les branches boulonnées avec le patin du rail Brunel, forment un plan incliné sur lequel viennent porter les boudins des roues pendant leur passage sur l'appareil.

Les plaques sont munies d'arrêts nommés *valets* portés par le pont mobile et s'encastant dans les positions voulues dans une chambre pratiquée dans le cuvelage. On met deux valets aux plaques posées sur les voies principales et un à celles situées sur les voies de garage.

Le pont inférieur repose habituellement sur une couche de ballast en sable de 40 à 50 centimètres d'épaisseur fortement pilonné et parfaitement nivelé. Une couche de 20 à 30 centimètres de largeur à l'extérieur du cuvelage et sur toute sa hauteur est également utile pour isoler la plaque des terrains environnants et pour permettre un facile dégarnissage lorsqu'elle a tassé et qu'il est nécessaire de la relever. Il est également utile de bien assainir les plaques en ménageant sous le cuvelage des drains qui conduisent les eaux dans un égout ou dans un collecteur. On est amené quelquefois par la nature du sol, ou des considérations spéciales de service, à faire les fondations de ces appareils en maçonnerie. Pour éviter des ruptures probables, il est prudent d'interposer entre le pont fixe et cette maçonnerie un matelas élastique.

**Emploi des plaques.** — Pour tourner un véhicule, on l'amène sur la plaque, on relève le ou les valets, puis on pousse les deux extrémités du véhicule en sens inverse dans la direction perpendiculaire à son axe longitudinal, de manière à faire tourner l'appareil. Lorsque le mouvement est sur le point d'être terminé, c'est-à-dire lorsqu'on a fait un quart de tour ou un demi-tour, suivant le cas, on baisse les valets qui, en se posant dans leur chambre, fixent la plaque dans

cette nouvelle direction. On pousse alors le véhicule hors de la plaque.

Les plaques tournantes sont souvent disposées par batterie aux intersections d'une série de voies parallèles et d'une voie transversale. Elles donnent ainsi toutes les communications de voies. Quelquefois la plaque ne peut être posée directement sur cette transversale, parce que l'entrevoie est trop faible; on la pose alors en quinconce comme l'indique le croquis ci-dessus.

Mais dans ce cas on est forcé de rapporter sur la cuve des chambres de fortune pour loger les valets et d'entailler le cuvelage pour permettre le passage des boudins des véhicules dans une direction autre que celles que donne la construction de cet appareil.

Il en est de même lorsqu'une plaque dessert des voies convergentes : on est amené à modifier la position des valets et entailler le cuvelage. Il est nécessaire, pour que les manœuvres puissent s'exécuter, que les axes de ces voies passent par le centre de la plaque.

Nous avons dit que les plaques posées sur les voies principales pour mieux assurer leur position, étaient munies de deux valets

à l'heure actuelle, on supprime ces plaques sur les voies parcourues en vitesse à cause des oscillations du pont supérieur que l'on ne peut entièrement empêcher au passage des trains, et qui font sauter parfois les valets de leur chambre. La partie mobile n'étant plus maintenue peut se déplacer alors de quelques centimètres sous le train même, ce qui est suffisant pour provoquer un déraillement.

On remplace, dans ce cas, les plaques tournantes par des chariots à niveau dont nous donnerons la description plus loin.

**Pont tournant.** — Les plaques tournantes décrites ci-dessus n'ont pas un diamètre suffisant pour tourner une machine et son tender accouplés. Pour des machines à faible empattement on peut exécuter cette opération en deux fois, la machine et le tender étant tournés

*Batterie de plaques tournantes.*

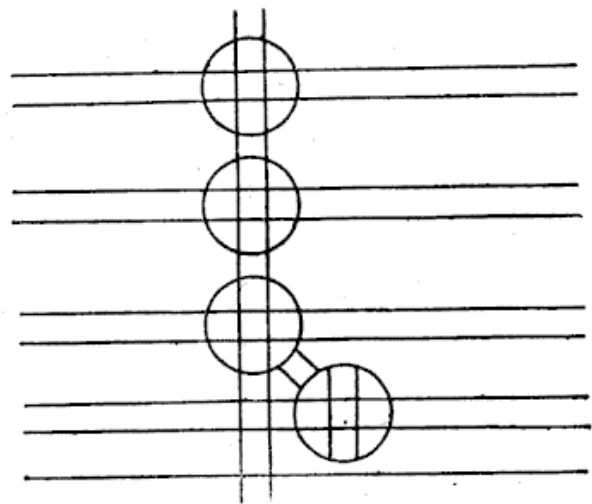


FIG 117

isolément. C'est une manœuvre fatigante et d'autant plus pénible qu'elle est faite généralement par le mécanicien et son chauffeur seuls. Elle demande, en outre, un temps considérable. Pour remédier à ces divers inconvénients, on a construit des plaques de 12 mètres (P.-O. notamment), mais les frottements engendrés étaient si considérables, qu'il a fallu se servir de treuils à engrenages pour les manœuvrer. On y a renoncé, et aujourd'hui on se sert de ponts tournants de 9, 14, 17 et même 22 mètres, ces dimensions s'accroissent à mesure de l'augmentation de puissance des locomotives.

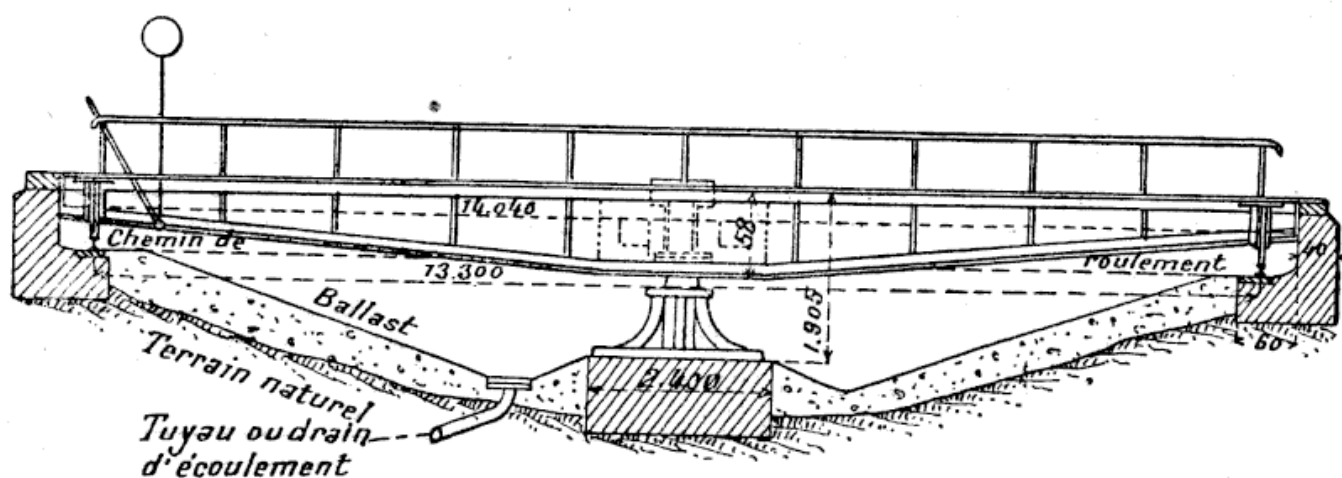


FIG. 118.

Pont tournant de 14 mètres avec cuvelage en maçonnerie pour rotonde de 14 machines.

Ces ponts sont formés de deux fortes poutres en fer ou en acier sur lesquelles sont fixés les rails de la voie. Elles ont généralement la forme d'un solide d'égale résistance, sont fortement entretoisées à l'écartement de la voie et supportées en leur milieu par un fort pivot en acier encastré dans un support en fonte à large base. Chaque extrémité des poutres assemblées porte deux galets mobiles venant s'appuyer, dans la rotation du pont, sur un chemin de roulement formé par un rail spécial ou un rail ordinaire. Au repos, les extrémités du pont reposent par l'intermédiaire de forts verrous qui servent en même temps d'appareils de calage, sur des supports en fonte. Les terres et le ballast sont maintenus soit par un cuvelage en fonte formé de segments boulonnés sur lequel est fixé le chemin de roulement, soit par un cuvelage en maçonnerie ordinaire dont la fondation à large empattement vient supporter également le chemin.

Le pivot repose sur un sommier en granit ou en pierre dure de

30 centimètres d'épaisseur, supporté par une fondation en béton ou en maçonnerie ordinaire qui doit être très résistante parce que la charge qu'elle doit supporter (machine et tender chargés, ainsi que le poids du pont) dépasse souvent 100 tonnes.

Dans un terrain de solidité douteuse, on calcule l'empattement de la maçonnerie de manière que la pression transmise au sol ne dépasse pas 1 k. 500 ou 2 kilos par centimètre carré.

Dans un terrain suffisamment résistant, on peut remplacer la maçonnerie de fondation par un support métallique de grand empattement soutenant le pivot. Dans ce cas le plateau de fondation peut reposer sur une simple couche de sable pilonnée.

La manœuvre du pont, après que la machine et le tender ont été mis en équilibre sur le tablier, se conduit comme celle d'une plaque tournante sans plus de fatigue; le pont est maintenu dans la direction voulue par deux valets.

Les ponts installés dans les dépôts importants pour desservir les remises à machines ou *rotondes*, sont mus généralement par une petite machine à vapeur ou même par un moteur électrique afin d'accélérer le mouvement tournant.

**Chariot sans fosse ou transbordeur.** — La suppression des plaques sur les voies principales a conduit les Compagnies à étudier et à établir un appareil dénommé chariot sans fosse, permettant de faire passer un véhicule d'une voie sur une autre parallèle à la première.

La longueur utile d'un chariot sans fosse varie de 6 à 16 mètres. Il est formé de deux poutres longitudinales très robustes qui portent la voie et qui sont réunies solidement par des entretoises. Un contreventement horizontal complète la rigidité du système. Les poutres portent extérieurement un rail spécial, au même écartement que ceux de la voie, sur lesquels viennent reposer les roues du véhicule.

Deux aiguilles articulées vers l'extrémité de ces rails et maintenues habituellement au-dessus de la voie par un ressort, s'abaissent sous la pression du bandage des roues et forment alors un plan incliné qui permet à un wagon manœuvré de franchir cette rampe et de se poser sur le chariot.

Le chariot est porté par deux jeux de quatre galets en acier circulant sur une voie spéciale formée soit de deux rails ordinaires Vignole (P.-O., Etat) pour les galets portant un boudin, soit d'un rail

spécial plat avec une légère nervure axiale (P.-L.-M.) pour les galets à jante plate.

La voie du chariot est posée soit au niveau des voies desservies, soit au-dessus (environ 18 millimètres).

FIG. 119.

Chariot roulant sans fosse de 8 mètres.  
Plan du demi-chariot.

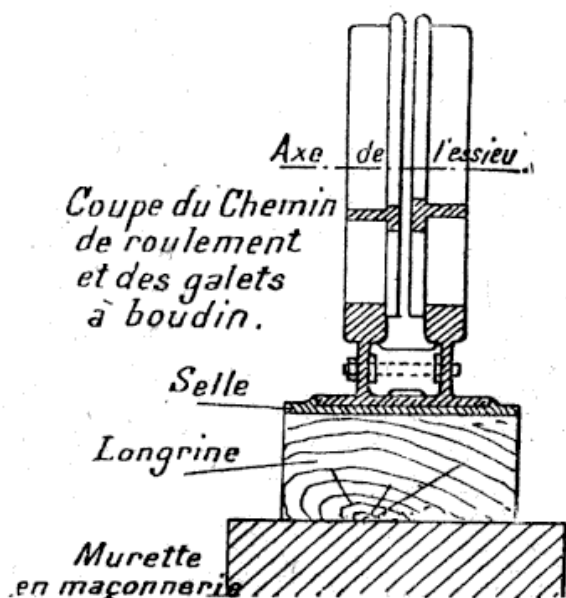
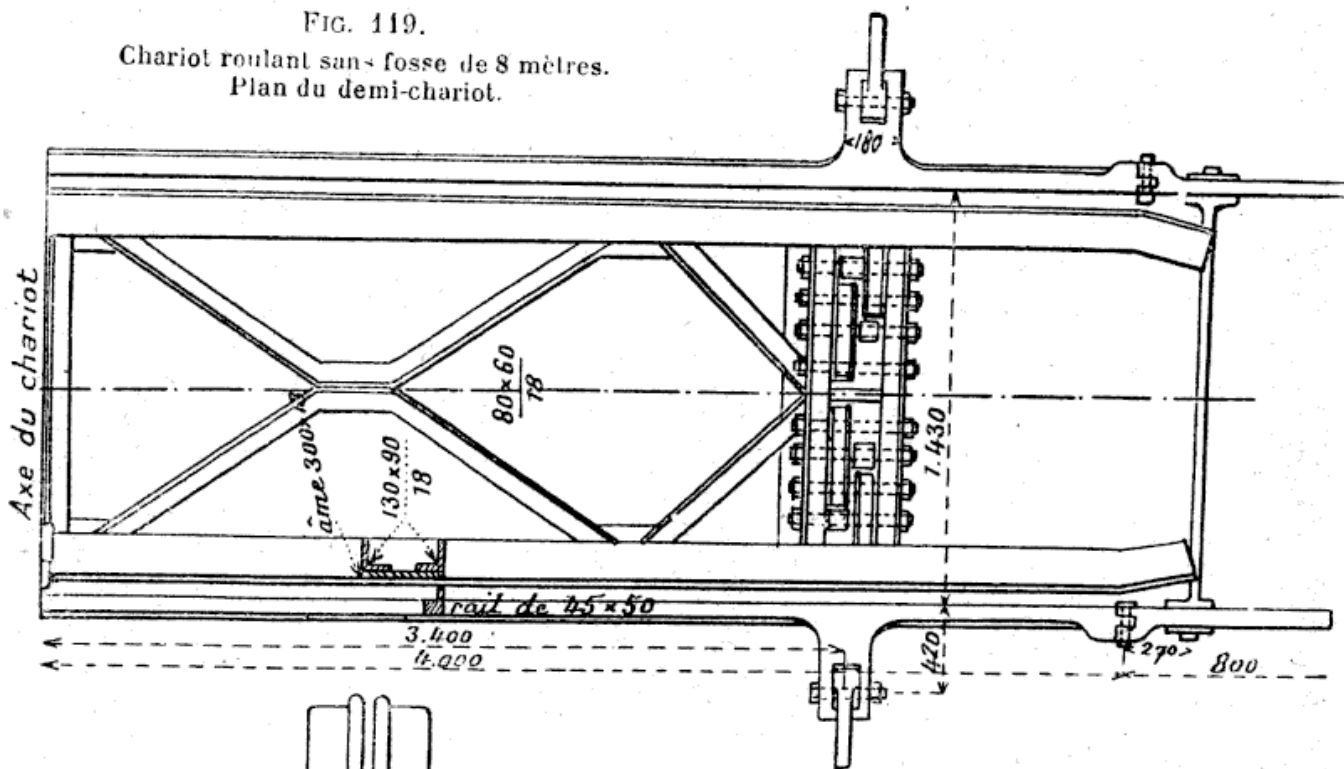


FIG. 120.

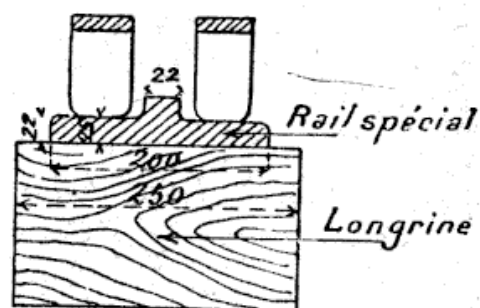


FIG. 121.  
Coupe de chemin de roulement  
et des galets à jante plate.

Dans le premier cas, si les galets ont des boudins, il est nécessaire d'entailler les rails des voies principales pour leur passage, ce qui est toujours une mauvaise opération; dans le second cas, la voie du chariot présente une solution de continuité assez grande comme nous

l'avons vu pour les traversées rectangulaires, ce qui est un grave inconvénient pour la circulation du chariot. Le diamètre des galets (environ 35 centimètres) est faible par rapport à la dimension de la lacune (16 centimètres) et il arrive souvent que le moindre défaut dans la pose des voies arrête un des galets en ces points et retarde la manœuvre.

On a essayé de remédier à ce vice en augmentant le nombre de galets (de deux à quatre) et en les posant en quinconce de manière qu'ils se croisent, c'est-à-dire que l'axe de l'un soit sensiblement en face de la jante de l'autre.

Ces chariots, lorsqu'ils atteignent une très grande portée, présentent un autre inconvénient: les poutres portant les rails doivent être établies à quelques centimètres seulement au-dessus des rails des voies desservies, afin d'éviter tout frottement anormal et avoir néanmoins la plus grande hauteur possible pour obtenir le maximum de résistance. Mais cette hauteur est limitée, d'autre part, par le gabarit des voitures, qu'il est indispensable d'observer rigoureusement afin d'éviter le heurt et la rupture des pièces encombrantes fixées sous le châssis des véhicules, telles que réservoirs à air, à gaz, etc... Ces poutres sont alors exposées à fléchir et à frotter sur le sol des entre-voies qui est toujours plus élevé que les rails des voies desservies.

Pour remédier à cet inconvénient, certains réseaux (Ouest-Etat, par exemple) supportent ces poutres en leur milieu par un troisième rang de galets à jante plate roulant sur un troisième rail.

Pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil, il est indispensable d'établir très solidement la voie sur laquelle il circule, de consolider dans ce parcours les voies desservies et de paver ou de bitumer toutes les entre-voies.

Des crochets ou des taquets mobiles en acier ou en fer, posés de chaque côté du chariot, deux sur chaque file de rails, l'immobilisent au moment voulu dans la position convenable, déterminée pour chaque voie desservie par des arrêts fixes.

Ces chariots sont manœuvrés habituellement par un cheval; mais dans les gares importantes où se produit un transbordement considérable de voitures, leur manœuvre se fait à l'aide d'un moteur à vapeur ou électrique.

**Chariot avec fosse également dit transbordeur.** — Dans les gares où le trafic est peu important et où le *retournement* des véhicules bout pour bout n'est pas indispensable, l'installation d'un chariot avec fosse de 4 m. 50 de longueur généralement est suffisante et réalise sur l'emploi des plaques tournantes une économie considérable.

Supposons que l'on ait seulement trois voies à desservir; un chariot de 4 m. 50 coûte environ 2.000 francs, auxquels il faut ajouter une dépense de 50 francs environ par mètre courant de fosse (voie et murettes), soit  $50 \text{ fr.} \times 12,50 = 625$  francs et au total 2.625 francs, tandis que l'installation de 3 plaques de 4 m. 50 coûterait au minimum:  $3 \times 3.000 \text{ fr.} = 9.000$  francs.

Ce chariot, de construction très simple, est formé de deux poutres longitudinales entretoisées et contreventées, supportées à leurs extrémités par des galets de grand diamètre posés à l'extérieur du châssis roulant sur deux ou trois files de rails. Il est posé en contre-bas des voies, d'où son nom de *chariot à fosse*.

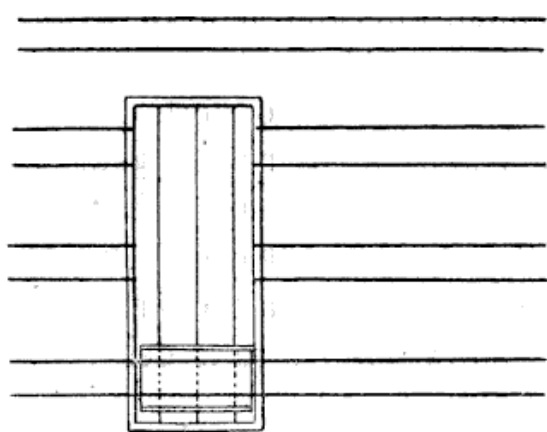


FIG. 122.

Il présente l'inconvénient de laisser toutes les voies de garage coupées, la continuité n'étant assurée que lorsqu'il se trouve en face de

l'une d'elles. On la maintient en direction au moyen de taquets mobiles installés dans la fosse.

Sa manœuvre est généralement difficile avec des wagons chargés et le personnel restreint dont les gares disposent; aussi a-t-on pensé à corriger ce défaut en manœuvrant ces chariots à l'aide d'un treuil à engrenages monté sur un des essieux. Un homme seul le manœuvre alors facilement.

**Taquets d'arrêt.** — Les taquets d'arrêt mobiles sont destinés, lorsqu'ils sont relevés, à retenir les wagons garés sur une voie dans le cas où une cause fortuite les mettrait en mouvement (action du vent, malveillance, etc...).

Lorsqu'ils sont rabattus, la voie est complètement libre.



L'ancien taquet ou bloc d'arrêt était formé d'un simple madrier de 0,20/0,20 d'équarrissage et de 0 m. 60 à 0 m. 80 de longueur, mobile autour d'un anneau fixe porté par une longrine boulonnée sur les extrémités de deux traverses voisines. Dans son rabattement, il venait se mettre en travers du rail et s'appuyait sur une autre longrine en bois fixée sur les mêmes traverses à l'intérieur de la voie. Deux forts pitons portés l'un par la partie mobile et l'autre par cette dernière longrine permettaient de le cadenasser au besoin. Cet appareil était un peu rudimentaire, peu résistant aux chocs, aussi lui préfère-t-on maintenant le taquet métallique représenté par la figure 123.

Il se compose d'une épaisse lame de tôle renforcée, tournant, au moyen de charnières, autour d'un axe horizontal fixé à un des rails de la voie, parallèlement à sa direction.

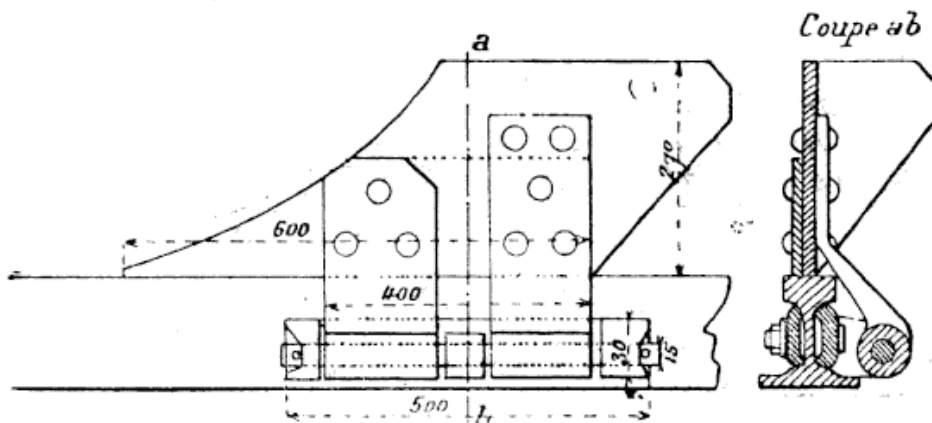


FIG. 123.

La lame de tôle est découpée, d'un côté, suivant un profil courbe se rapprochant de celui du bandage des roues; de l'autre côté, la tôle est coudée en forme de soc de charrue, de manière qu'une roue se présentant à cette extrémité du taquet puisse le rabattre à l'intérieur de la voie s'il est relevé.

Cette disposition prise, le taquet est orienté de manière à empêcher la sortie des véhicules et à permettre, au contraire, leur entrée libre sur les voies de garage.

Il n'y a, en effet, aucun inconvénient à laisser pénétrer un véhicule sur ces voies, tandis qu'il est de toute importance de ne pas laisser sortir intempestivement un des wagons garés.

Quand on le juge utile, on peut d'ailleurs cadenasser cet appareil dans la position relevée.

Lorsqu'on veut arrêter les deux roues à la fois et éviter par là les efforts dissymétriques qui tendent à fausser les essieux, on place vis-à-vis l'un de l'autre, sur chaque file de rails d'une même voie, deux taquets semblables. Pour plus de sûreté, on peut réunir les deux taquets relevés par une barre de fer fixée par une extrémité sur l'un d'eux et s'engageant par l'autre dans un piton porté par le second taquet.

On peint, en général, ces appareils en blanc pour qu'ils soient bien visibles.

**Heurtoir.** — Le heurtoir est destiné à arrêter les wagons à l'extrémité des voies en cul-de-sac.

Il est souvent formé par une simple masse de terre plus ou moins considérable soutenue par de vieilles traverses ou par une murette.

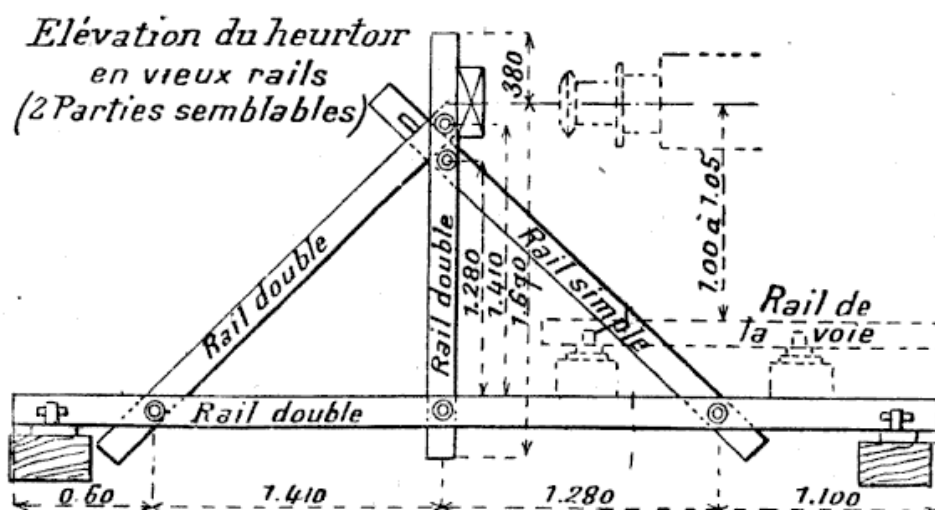


FIG. 124.

Lorsque la place fait défaut, on fait le heurtoir en rails hors de service solidement assemblés.

Le croquis ci-dessus représente un heurtoir très solide, rustique, pouvant être exécuté par un ouvrier quelconque et dont la façon, y compris la traverse de choc, la fourniture des boulons et entretoises d'assemblage ne revient guère qu'à 120 francs.

## CHAPITRE III

### INSTALLATIONS SPÉCIALES DE LA VOIE ET DES GARES

#### § 1<sup>er</sup>. — VOIE COURANTE

**Poteaux indicateurs de courbes, de déclivité ou de kilométrage.** — Ces poteaux sont destinés à donner aux agents de la voie et des trains les indications qui peuvent leur être utiles dans leur service.

Ils sont formés d'un montant portant une plaque en fonte ou en fer de forme et de dimensions variables.

Jusqu'à présent, les plaques se sont faites surtout en fonte avec inscriptions en saillie peintes généralement en blanc sur fond bleu.

Les plaques sont posées parallèlement à la voie et ne reçoivent d'inscription que d'un seul côté, sauf pour les poteaux kilométriques qui sont souvent placés transversalement à la voie ; il résulte de cette disposition que les indications de courbe et de déclivité ne servent guère qu'aux agents circulant à pied sur les lignes, car il est très difficile de les apercevoir distinctement d'un train en marche. Cela a conduit le réseau de l'Etat français à modifier le système en employant des plaques en tôle placées normalement à la voie et recevant des inscriptions à la peinture noire sur fond blanc.

Les poteaux sont du type représenté au croquis ci-dessus (fig. 125).

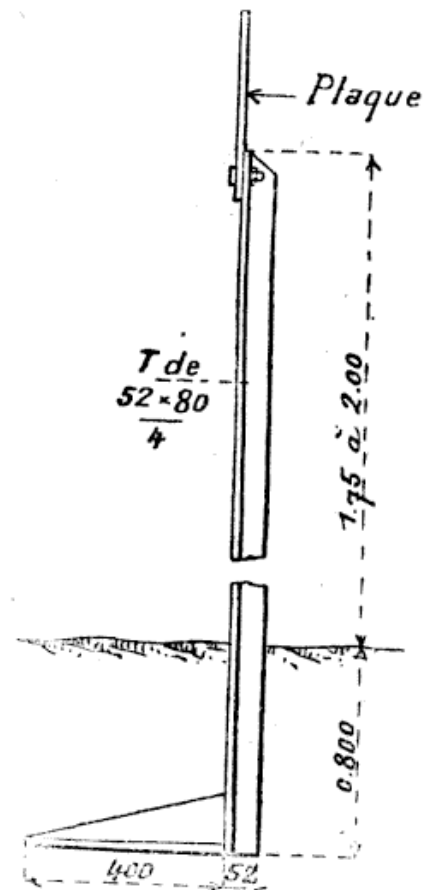


FIG. 125.

Les plaques indicatrices sont elliptiques pour les courbes, rectangulaires pour les déclivités et carrées pour le kilométrage. Elles reçoivent des inscriptions des deux côtés.

Pour le kilométrage, l'indication est la même de part et d'autre.

Pour les déclivités, chaque face donne les indications relatives au profil qui est en avant d'un observateur placé sur la machine d'un train en marche normale.

*Kilométrage*

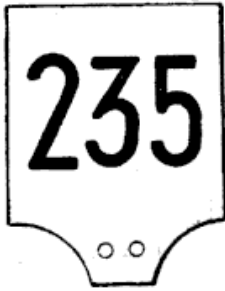


FIG. 126.

Pour les courbes, c'est le rayon de la courbe qu'on va rencontrer qui est porté sur la plaque, tandis que sur le revers, on porte la longueur du développement de la même courbe et la quotité du devers adopté pour la voie.

Les croquis ci-après (fig. 127 et 128) indiquent ces diverses dispositions.

Le poteau kilométrique posé à chaque kilomètre, mesuré dans l'axe de la plate-forme à partir de l'origine de la ligne, indique officiellement la position des gares, ou ouvrages d'art, pas-

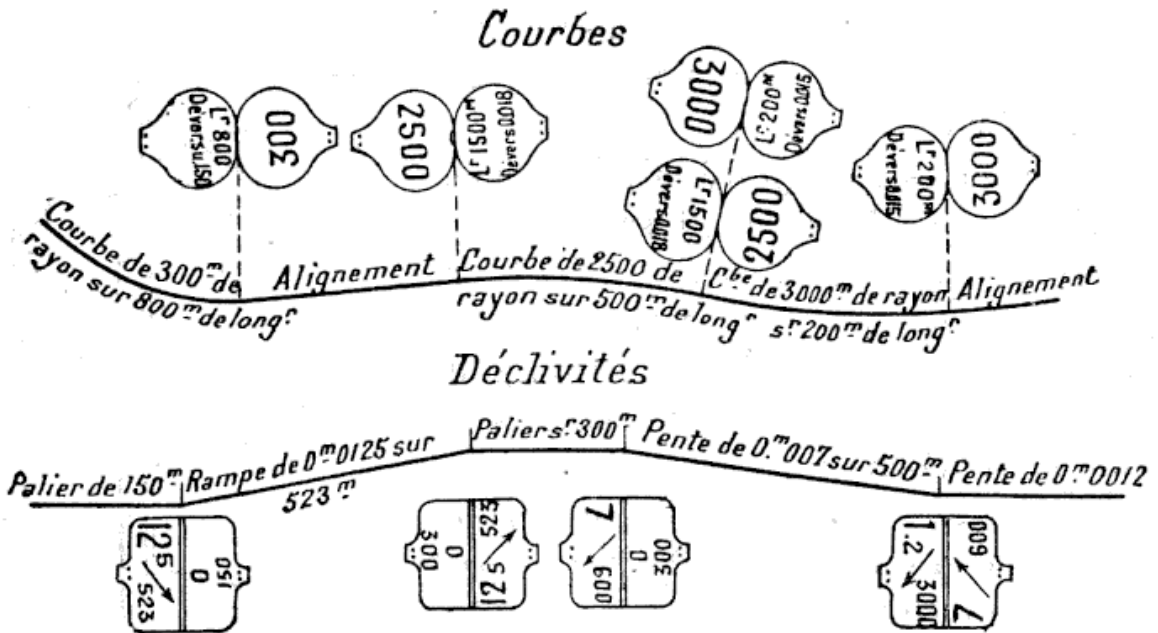


FIG. 127 et 128.

sage à niveau, etc... Ses indications sont complétées par des poteaux hectométriques, numérotés de 1 à 9, posés à 2 mètres du rail extérieur.

**Barrières.** — Les barrières sont des appareils qui servent à interdire la circulation d'une route ou d'un chemin à travers la voie ferrée, au moment de l'annonce et du passage d'un train. Le mouvement d'ouverture et de fermeture se fait soit par roulement, soit par pivotement; de là deux espèces de barrières: le premier type est appelé *barrière roulante* et le deuxième *barrière pivotante*. Leur manœuvre est habituellement assurée par un agent logé à proximité, dans une maisonnette dépendant du chemin de fer. Certaines de ces barrières sont manœuvrées par une transmission à un fil au moyen d'un treuil à vis sans fin actionné par l'agent logé au passage à niveau voisin; on les appelle *barrière à distance*. Chaque passage à niveau comprend deux barrières à chacune desquelles on adjoint un *portillon*, petite barrière à pivot de 1 mètre de largeur environ et de 1 mètre de hauteur, permettant la traversée du chemin de fer aux piétons lorsque les grandes barrières sont fermées.

**Barrière roulante.** — La barrière roulante est ordinairement composée d'un cadre robuste rectangulaire en fers cornières, maintenu

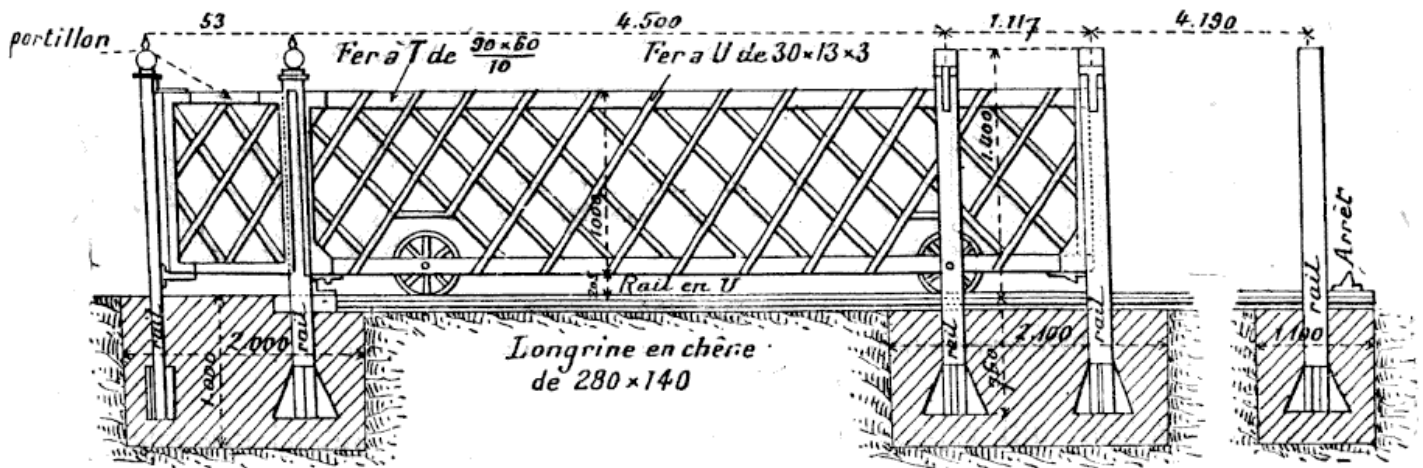


FIG. 129.

Barrière roulante en fer. (Élévation du côté du chemin.)

par un treillis en fer. Elle est supportée par deux roues ou galets roulant sur un rail creux posé à plat sur une longrine en chêne formant ce que l'on nomme le *chemin de roulement* et encastré dans le sol de manière que la face supérieure du rail affleure la chaussée.

Dans son déplacement, parallèle à la voie ou normal à la chaussée, elle est maintenue verticale par des petits galets fixés à hauteur de la cornière supérieure sur des poteaux supports généralement en vieux rails. Ce déplacement est limité par deux taquets en fer fixés sur la longrine du chemin de roulement. Ces barrières coûtent plus cher que les barrières pivotantes (environ 50 p. 100 pour la même ouverture), mais elles sont nécessaires lorsque le profil de la route ne permet pas à une barrière à pivot de se développer ou lorsqu'on manque de place pour ce même développement. Leurs dimensions sont essentiellement variables; on en construit depuis 4 m. 50 jusqu'à 12 mètres d'ouverture

**Barrière pivotante.** — Cette barrière est formée généralement, comme la barrière roulante, d'un cadre en fer avec treillis plus léger

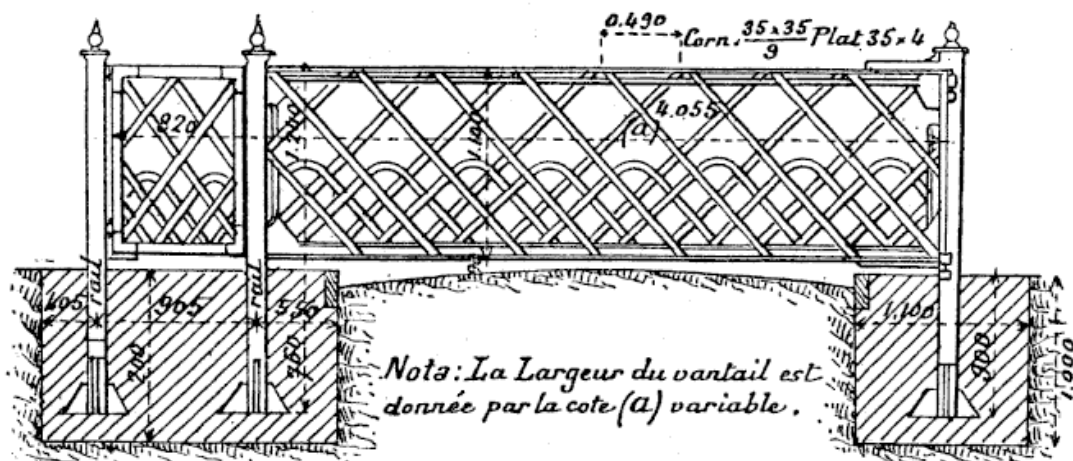


FIG. 130.

Barrière métallique pivotante à un vantail. (Vue du côté du chemin.)

cependant, qui repose par ses parties inférieure et supérieure sur deux pivots portés par un poteau formé d'un ou de deux rails juxtaposés, et posé verticalement. Un tendeur ou tirant est fixé quelquefois par une extrémité à la partie inférieure du cadre opposée au poteau et par l'autre extrémité à la partie supérieure du poteau pour empêcher la barrière de *prendre du nez*, c'est-à-dire de baisser.

Ces barrières demandent pour leur mouvement un grand espace; on les fait en un seul vantail lorsqu'elles n'ont qu'une longueur maximum de 4 mètres; au-dessus, elles sont formées de deux vantaux

d'égale longueur, tant pour diminuer l'espace qui doit leur être réservé, que pour ne pas augmenter outre mesure leur poids. Elles sont maintenues fermées, dans ce cas, par un verrou s'engageant dans une gâche noyée dans le sol. Lorsqu'elles sont ouvertes, elles sont fixées dans cette position par des arrêts ou crochets à bascule portés par deux poteaux en fer posés sur l'accotement de la chaussée.

L'ouverture de ces barrières se fait en dedans ou en dehors du chemin de fer. Dans le premier cas, il faut éloigner son pivot de façon que lorsque la barrière est ouverte, son extrémité normale à la voie soit au moins à 1 m. 50 du rail le plus voisin. Dans le deuxième cas, le poteau pivot doit être au minimum à cette même distance.

**Barrière à distance.** — Lorsque le chemin traversé n'a pas une grande importance et qu'il n'est pas très éloigné du passage à ni-

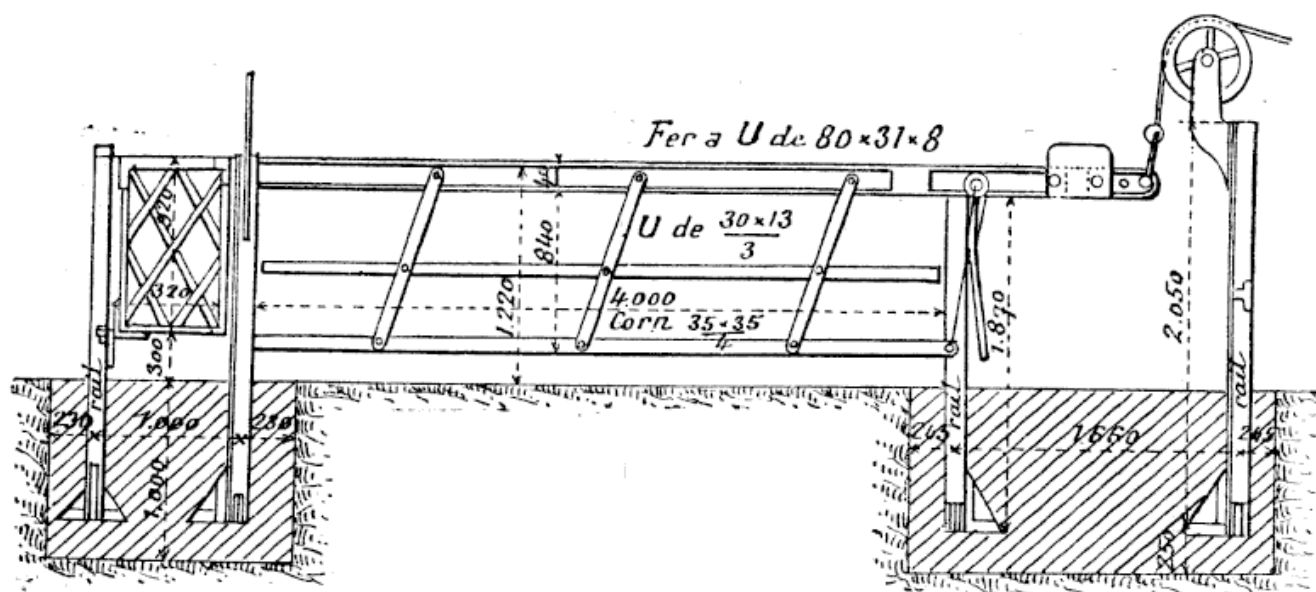


FIG. 131.

Barrière à contrepois manœuvrée à distance. (Vue du côté du chemin.)

veau le plus voisin, on installe une barrière à distance: barrière économique puisqu'elle permet de supprimer l'agent chargé de la manœuvre.

Elle est composée, en général, d'une poutre solide en bois ou en fer à laquelle est suspendu un parallélogramme en fer articulé qui reste déployé lorsque la barrière est fermée et qui se replie le long de la poutre lorsque celle-ci est relevée verticalement.



La partie postérieure de la poutre est attachée à un axe horizontal porté par un plateau de manière qu'elle puisse se mouvoir dans un plan vertical; à l'extrémité de cette partie est fixé solidement un contrepoids en fonte de poids tel que lorsqu'on lâche la transmission, il entraîne la barrière et en provoque l'ouverture. En tirant la transmission, l'opération inverse se produit. La partie antérieure de la barrière repose, lorsqu'elle est fermée, sur un autre poteau portant en saillie deux guides en fer ne permettant pas à la barrière d'osciller d'un côté ou de l'autre dans son mouvement de fermeture. Cette barrière se pose à la même distance du rail que la précédente.

La manœuvre simultanée des deux barrières d'un passage à niveau est assurée par une seule transmission funiculaire de 4 millimètres attachée à la partie postérieure de la poutre et actionnée par un treuil à vis sans fin manœuvré par l'agent du poste voisin. Ces barrières sont complétées par deux sonnettes, une posée au passage à niveau voisin et une à la barrière, établissant une communication entre les deux. Les sonnettes sont actionnées par un fil d'acier de 1 mill. 5 de diamètre (1). Lorsqu'un passant veut faire ouvrir la barrière, il tire la poignée de la sonnette et l'agent se rend à son appel en manœuvrant son treuil. La fermeture est annoncée par une sonnerie provoquée par le garde-barrières. Une plaque en fonte porte d'ailleurs, en relief et en lettres très apparentes, le régime et la manœuvre de ces appareils à la connaissance des passants.

**Portillons.** — Le portillon de la barrière est constitué par un cadre rectangulaire en fers légers réunis par un treillis. Il est porté par l'intermédiaire de deux pivots, fixés sur un poteau en fer. Le pivot du bas est excentré de façon à assurer automatiquement la fermeture du portillon qui, dans tous les cas, doit s'ouvrir hors du chemin de fer. Le poteau extrême de la barrière qui ne porte pas les pivots reçoit l'autre extrémité du portillon dans son mouvement de battement.

Lorsque le portillon est isolé, il comprend nécessairement deux poteaux au lieu d'un. L'ouverture des portillons varie de 0 m. 70 jusqu'à 1 m. 20 et va rarement au delà.

---

(1) On emploie quelquefois des sonneries électriques.

**Observations.** — Les poteaux des barrières ci-dessus doivent être solidement encastrés dans le sol. Aussi sont-ils généralement scellés dans une bonne maçonnerie de 1 mètre de hauteur sur 0 m. 80 × 0 m. 80 de base pour les poteaux de barrières et de 0 m. 60 × 0 m. 60 × 0 m. 80 pour ceux des portillons. Il faut avoir le soin de les fixer de manière que les barrières soient surélevées au minimum de 10 à 20 centimètres au-dessus de la chaussée. Avant d'attacher les barrières aux poteaux, il faut attendre que les maçonneries aient fait prise si on ne veut pas s'exposer à une dislocation intempestive des massifs de scellement.

## § 2. — INSTALLATIONS SPÉCIALES DES GARES

**Grue hydraulique.** — Les locomotives ont besoin, après un certain parcours, de se procurer l'eau qui est nécessaire à leur marche. On a été amené, dans ce but, à créer des appareils nommés *grues hydrauliques*.

Ils consistent en une colonne montante en fonte, de plus ou moins grand diamètre, branchée sur la conduite venant du réservoir de la gare et portant à sa partie supérieure une tubulure mobile ou fixe. Dans le premier cas, pour alimenter le tender, on met ce bras mobile normalement à la voie et, dans le deuxième cas, la tubulure est prolongée par une manche flexible en cuir ou en toile que l'on engage dans le trou du réservoir du tender et qui est maintenue au repos par un crochet le long de la colonne. Un robinet-vanne de la même dimension que cette colonne est intercalé entre elle et la conduite d'alimentation. La grue est scellée dans une pierre de taille dure supportée par une sorte de voûte formant chambre, dans laquelle est installé le robinet-vanne qui commande l'arrivée de l'eau et le robinet de vidange de la colonne qui permet à celle-ci de se vider afin d'éviter les effets de la congélation. On manœuvre l'appareil au moyen d'un volant fixé à la colonne, actionnant une vis terminant la tige de manœuvre du robinet-vanne. Lorsqu'on ouvre le robinet-vanne pour donner passage à l'eau, on ferme le robinet de vidange et réciproquement.

Le débit de ces appareils dépend évidemment du diamètre de la tubulure (en général 135 millimètres), de la charge et de la longueur

de la conduite. Il varie pour le type habituellement adopté de  $1\text{ m}^3 500$  à  $2\text{ m}^3 500$  à la minute. Cependant, depuis quelques années, en vue de ne pas prolonger outre mesure les arrêts inévitables des

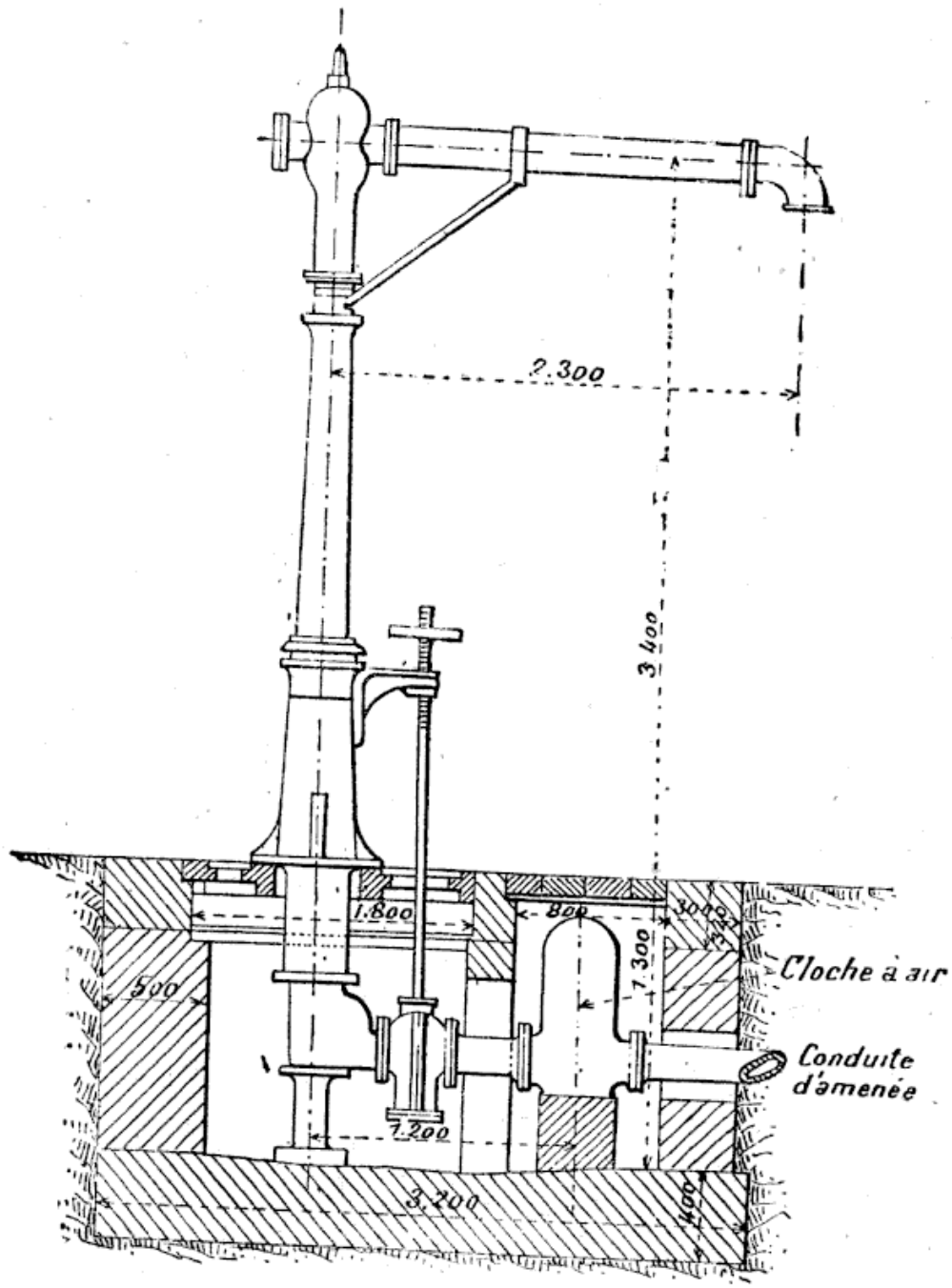


FIG. 132.

Grue hydraulique à col pivotant.

trains de grands parcours, pour le remplissage de leurs tenders, on a mis en service des grues hydrauliques débitant  $5\text{ m}^3$  et même  $10\text{ m}^3$  à la minute.

En hiver, dans les pays froids et même en France, il est bon de prendre certaines précautions pour empêcher ces appareils de geler. On recouvre les robinets-vannes avec de la litière ou du mauvais foin; on entoure les colonnes montantes de toutes les canalisations d'une chemise en paille tressée ou tordue et, dans les grues à col mobile, on installe autour du col une sorte de couronne circulaire en tôle fermée de trois côtés, dans laquelle on pose des lampes à pétrole qui ont pour but, par la chaleur qu'elles dégagent, de maintenir la partie mobile en bon état de fonctionnement. Quelquefois la chaleur produite par ces lampes n'est pas suffisante pour empêcher le col de la grue de geler; on se sert alors d'un poêle posé au pied de cette dernière et dont le tuyau vient déboucher dans la couronne en tôle.

Il est indispensable, dans la pose de cet appareil, de se réserver un écoulement pour les eaux qui jaillissent de la tubulure lorsque le tender est rempli.

**Grues de chargement.** — Ces appareils sont installés dans les cours de marchandises des gares qui reçoivent ou expédient des fardeaux très lourds et de façon que l'axe de la chaîne de suspension, lorsque leur flèche est normale à la voie, tombe un peu au delà de l'axe de ces voies.

Leur force est habituellement de 6 ou de 10 tonnes. Une grue se compose d'un bâti en fonte mobile autour d'un pivot sur lequel il repose par sa partie supérieure. La partie inférieure du bâti est guidée dans sa rotation autour du pivot par une couronne de galets. A ce bâti sont fixés la flèche de la grue et ses tirants, ainsi que le treuil à engrenages destiné à la manœuvre du fardeau. La chaîne, en se dégageant du treuil, vient passer sur une poulie portée par la tête de la flèche, elle s'enroule ensuite autour d'une deuxième poulie qui est mobile et porte l'appareil d'accrochage des fardeaux pour venir enfin se fixer par son extrémité à un fort anneau placé en tête et au-dessous de la flèche. Une chaîne, dite d'orientation, fixée au sommet de la flèche, permet sa révolution autour du pivot.

Tout l'ensemble est porté par le pivot solidement fixé sur un fort plateau en fonte de grand diamètre. Ce dernier repose simplement sur une couche de ballast de 50 centimètres d'épaisseur minimum soigneusement pilonnée dans une fouille parfaitement réglée. Le pla-

teau est également recouvert d'une couche de ballast revêtue à sa partie supérieure d'un pavage à bain de mortier.

Ces appareils ainsi établis se nomment *grues à pivot sans fondation*. Ce sont les plus habituellement employées.

Dans certaines gares on a installé des grues de 20 tonnes. Le pivot

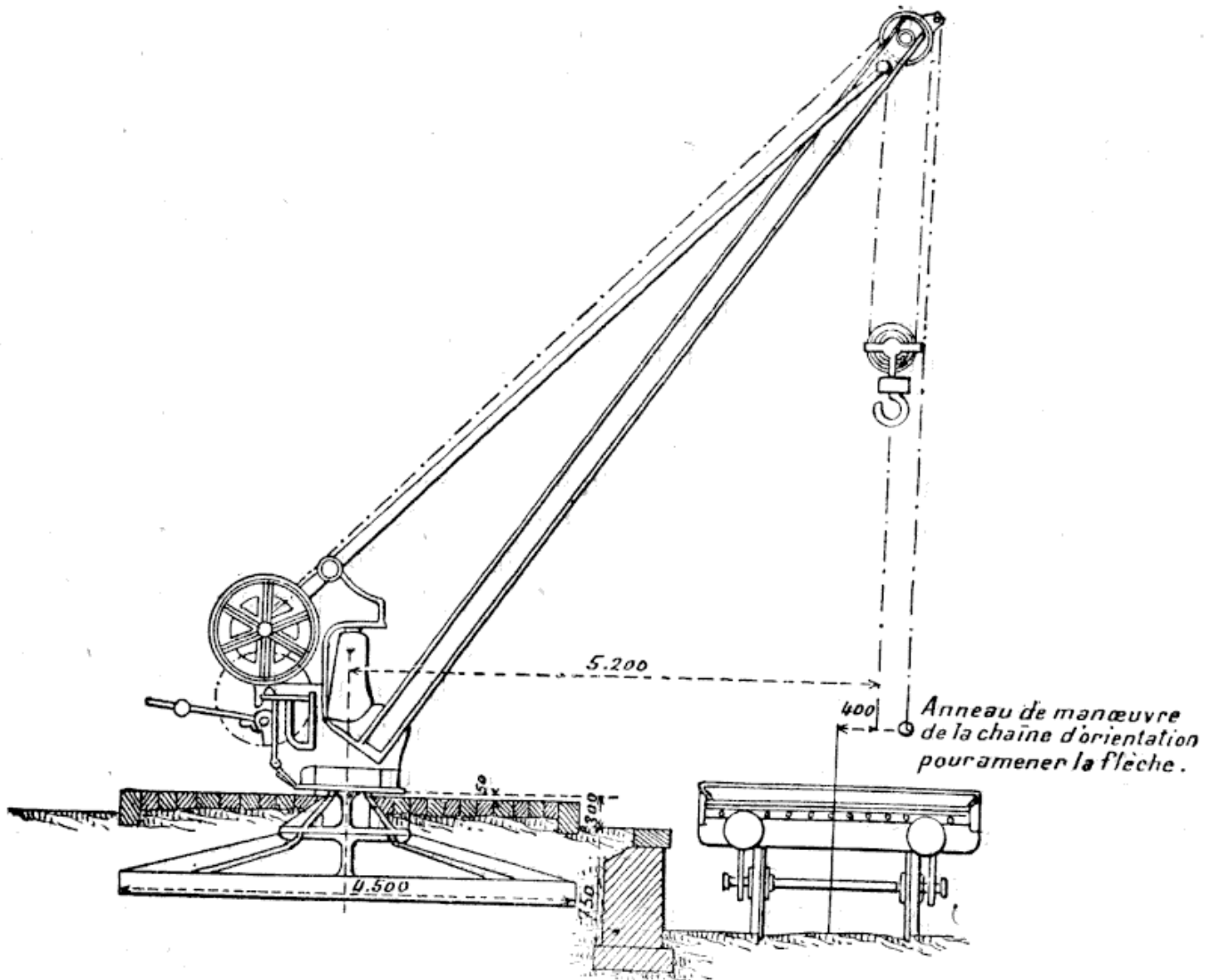


FIG. 133

Elévation d'une grue de 6 tonnes, établie sur un quai de chargement.

est encastré dans le sol et est solidement scellé dans une bonne maçonnerie.

Dans la pose des grues de chargement, le service de construction, ou d'entretien n'a à s'occuper ordinairement que des fondations; le montage proprement dit étant fait généralement par les constructeurs. Mais on ne doit jamais livrer cet engin au public, sans l'avoir

soumis sur place à des essais préalables. Ceux-ci consistent habituellement à enlever avec la grue une charge maximum dépassant de  $1/4$  sa charge nominale, puis après avoir pris la précaution de débrayer les manivelles, à laisser descendre rapidement, en l'arrêtant brusquement plusieurs fois à l'aide du frein seul et en orientant la flèche chaque fois dans une position différente. On visite ensuite minutieusement les diverses parties de l'appareil et si on ne découvre rien d'anormal dans ses organes, on le met en service. On dresse chaque fois un procès-verbal de cette épreuve, qui est signé par les agents présents et le constructeur.

Lorsqu'une grue, déjà en service, a subi une réparation importante, il convient également de l'essayer à nouveau dans les conditions qui viennent d'être décrites.

En dehors des organes de la grue proprement dite, qu'il est nécessaire de visiter assez souvent, il faut se préoccuper également des chaînes dites *élingues*, qui servent à entourer ou à amarrer les fardeaux, et qui se déforment rapidement; en outre des visites périodiques, une mesure excellente et peu onéreuse consiste à les faire passer annuellement dans un feu de charbon de bois jusqu'à ce que leurs maillons soient portés au *rouge cerise*, teinte qu'il convient de ne pas dépasser. Cette opération permet de découvrir plus facilement les fissures qui peuvent exister et qui échappent à l'œil dans les visites ordinaires; elle paraît, en outre, régénérer le métal.

Dans certaines gares, et surtout pour le chargement des pierres de taille, on emploie des grues à palée ayant jusqu'à 14 mètres de portée, posées par-dessus une ou deux voies. Un treuil se meut sur la palée normalement à la voie desservie et la palée elle-même se déplace sur un chemin de roulement parallèle à la voie. Cet appareil permet de prendre sur le sol des pierres provenant des carrières, de les enlever et par des mouvements combinés de translation de les charger sur des wagons situés parfois à 20 mètres du point de dépôt des blocs.

**Pont-bascule.** — Cet appareil, dont le type le plus répandu jusqu'ici a une force de 20 tonnes, est destiné à peser les wagons chargés, soit à leur arrivée dans la gare, soit à leur départ. On préfère aujourd'hui établir des ponts de 40 tonnes dont les dispositions sont les mêmes que celles de l'appareil de 20 tonnes. Le pont est composé de deux fortes poutres en fer à I de 4 mètres de longueur environ, por-

tant des rails, type Brunel, posés à l'écartement normal des voies et entretoisées solidement à leurs extrémités. L'ensemble du système repose, comme dans une bascule ordinaire, par l'intermédiaire de supports, sur des couteaux portés par des leviers articulés, s'appuyant eux-mêmes sur des couteaux fixés à des supports boulonnés au cuvelage en fonte et actionnant un levier dit *communicateur*. Ce dernier est relié avec le fléau de la romaine.

Le cuvelage, généralement en fonte plutôt qu'en maçonnerie et recouvert de panneaux en tôle striée, renferme tout le mécanisme, sauf la romaine qui est elle-même protégée par un abri léger en tôle.

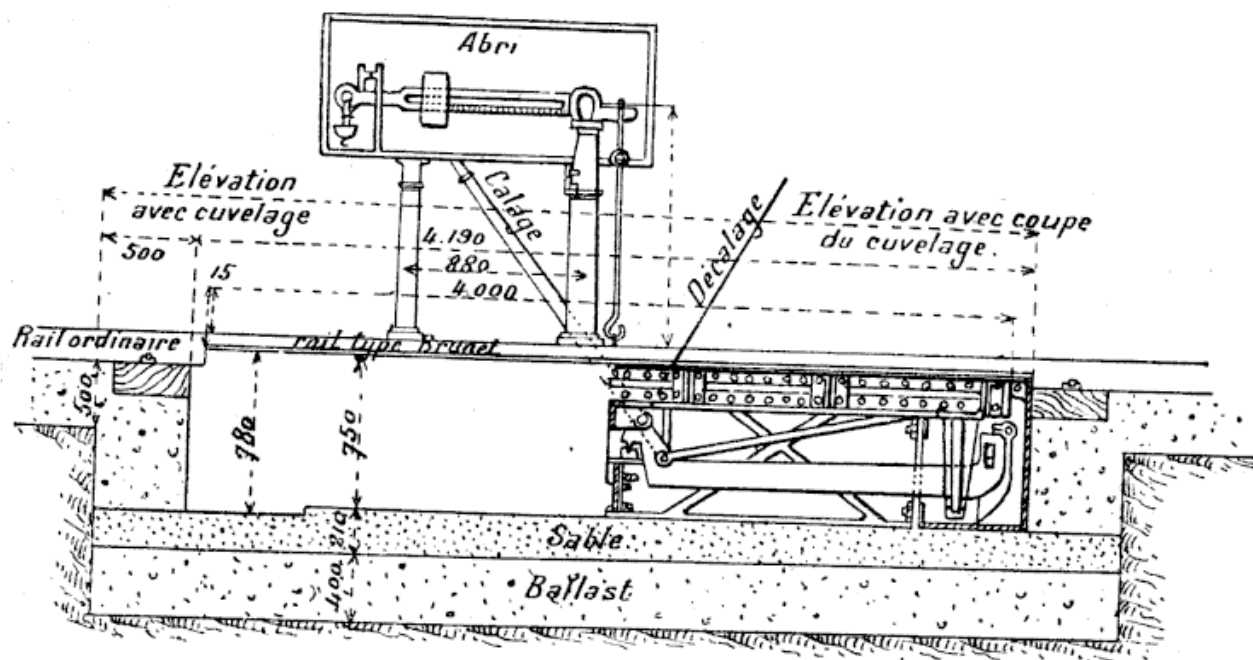


FIG. 134.

Pont à bascule de 20.000 kilos à cuvelage en fonte avec appareil de calage.

Cet appareil doit avoir une fondation très résistante, aussi ne faut-il pas hésiter à le faire reposer sur un radier en béton de 50 à 60 centimètres d'épaisseur dans un terrain, même solide.

On le pose sur la voie desservant habituellement la halle à marchandises, ou sur la transversale posée à proximité. Les rails de la voie, préalablement coupés, viennent reposer sur ou dans la partie supérieure du cuvelage, de façon à continuer avec le moins de joint possible, la voie portée par le pont.

Dans certains réseaux, on ajoute aux ponts-bascules un système dit *appareil de calage*, manœuvré par un levier indépendant et qui est



destiné à faire reposer le pont sur cet appareil et non sur les couteaux lorsqu'il doit être franchi par un train ou une manœuvre. L'indication du calage ou du décalage de ce pont est donnée par un petit signal rond, effacé ou perpendiculaire à la voie, suivant le cas; on évite ainsi à l'appareil une usure trop rapide et souvent des avaries onéreuses.

On construit des ponts de la même dimension et de mouvements semblables avec deux voies: une à l'écartement de 1 mètre, l'autre à 1 m. 45, que l'on installe dans les gares communes où pénètrent les chemins de fer à voie étroite.

Quelques réseaux viennent de mettre en service des ponts de 40 et 50 tonnes ayant une longueur de tablier de 4 m. 50 à 6 mètres environ. Ces ponts ont été créés par suite de l'augmentation de la capacité et de l'empatement des wagons. Leurs dispositions sont semblables à celles des ponts de 20 tonnes.

Lorsque les fondations sont établies, le montage de l'appareil est fait, soit par le constructeur, soit par des agents spéciaux relevant du service de la voie. Les divers réseaux possèdent des wagons-étalons munis de forts poids mobiles en fonte qui servent à vérifier le fonctionnement de l'appareil et l'exactitude des pesées.

Lorsque le montage du pont-basculé est terminé, avant de le mettre en service, le pont est vérifié à l'aide des wagons-étalons et est poinçonné par le vérificateur des poids et mesures.

Un procès-verbal de cette épreuve est dressé et signé par les intéressés.

Lorsqu'un pont-basculé a dû subir de grosses réparations, il est éprouvé et réglé de nouveau dans les conditions relatées ci-dessus et un nouveau procès-verbal est dressé.

Malgré leur appareil de calage, les ponts-basculés ne peuvent supporter, sans inconvénients, le passage des trains à une allure même modérée. Sur les chemins de fer italiens, on emploie quelquefois un pont-basculé du système Bianco-Opessi qui présente cette particularité de ne fonctionner, même lorsque le wagon est sur la voie de l'appareil, qu'à la demande de l'agent chargé du pesage, par un mouvement de levage combiné avec un glissement transversal de l'ensemble du système. Ce résultat est obtenu comme suit :

La voie normale, sans solution de continuité, est portée par le cuve-

lage en fonte. Le tablier reposant sur l'appareil de pesage est situé à quelques centimètres au-dessous du boudin des roues des véhicules et porte à l'aplomb de ces boudins un rail creux à plan incliné parallèle à celui de la voie.

Lorsqu'on veut faire un pesage, le wagon ayant été amené au droit du pont, on fait glisser la partie du tablier qui porte les rails creux au moyen d'un levier actionnant des cannes ou des bielles. Dans ce mouvement, les boudins des roues viennent reposer dans le rail creux et le wagon se trouve soulevé à son tour de quelques centimètres au-dessus du rail de la voie normale.

A ce moment, le pesage se fait comme d'habitude. On ramène à nouveau le wagon sur le rail de la voie au moyen d'une manœuvre inverse.

Un seul homme suffit habituellement pour effectuer les pesages.

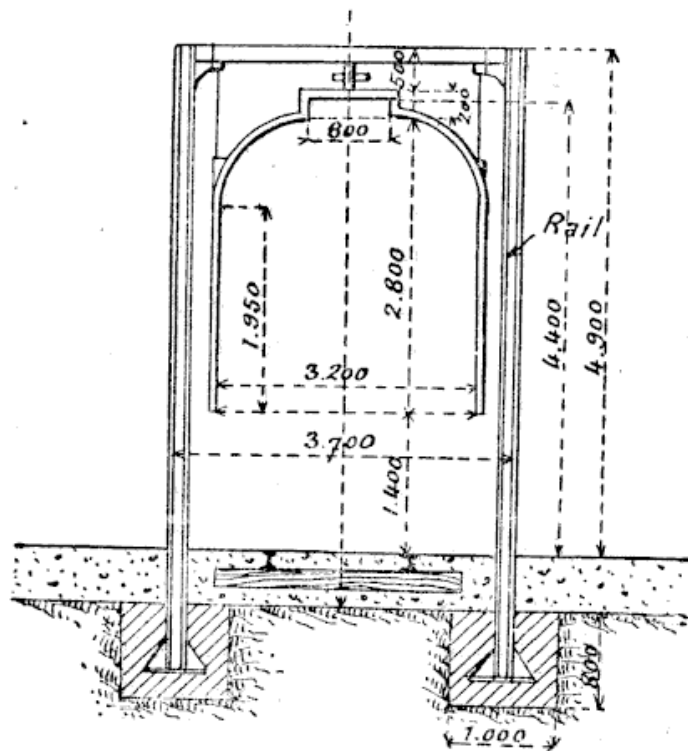


FIG. 135.  
Gabarit de chargement.

**Gabarit de chargement** (fig. 135). — Le gabarit de chargement sert à déterminer le profil maximum que peut prendre la charge d'un wagon pour être admis à circuler et éviter ainsi qu'elle heurte les obstacles fixes, tels que les ouvrages d'art. Il se compose d'une char-

pente légère en fer rond ou méplat suspendue par des supports articulés à une traverse en fer portée par deux montants généralement en vieux rails. Le contour du gabarit varie légèrement dans chaque réseau.

Cet appareil se pose habituellement soit sur la voie desservant la halle à marchandises, soit sur la transversale située à proximité de ce bâtiment.

Les montants sont solidement encastrés dans un massif de béton.

#### **Observations générales pour les deux tableaux ci-après :**

Les poids des appareils varient suivant le type des rails employés dans leur construction et suivant le type de l'appareil lui-même construit différemment sur chaque réseau.

Le prix des appareils varie pour les mêmes raisons et suivant le cours des métaux et des bois.

Les prix de pose comprennent le chargement, le transport à pied d'œuvre et le déchargement; mais en ce qui concerne les appareils de voie proprement dits, ces prix ne comportent pas les relevage, bourrage, mise à hauteur et emploi du ballast.

DÉSIGNATION DES APPAREILS	POIDS partie métallique	PRIX de l'appareil partie métallique (a)	PRIX de pose ou de montage	OBSERVATIONS
<b>Poids, Prix de revient et de pose normale des appareils de voie de 1 m. 440</b>				
Branchement simple, avec Cr. 100 et sa manœuvre .....	kilogr. 2.670	fr. 900	fr. 60	(a) Ces prix sont ceux des appareils pris dans les parcs d'approvisionnement.
— — 100 avec voies intermédiaires.	14.500	2.350	110	
— — 130 et sa manœuvre .....	2.650	910	50	
— — 130 avec voies intermédiaires.	11.500	1.950	110	
Branchement double, — 100 et 140 et les manœuvres..	5.540	2.100	100	
— — 130 et 180 et les voies interm.	19.500	4.200	150	
Traversée oblique Cr. 100 .....	4.530	1.650		
— — 100 avec voies intermédiaires .....	16.000	2.800	105	
— — 130 .....	4.500	1.700		
— — 130 avec voies intermédiaires .....	14.000	2.700	105	
Traversée-jonction simple Cr. 100 et sa manœuvre.....	7.650	2.910	100	Compris les 4 C. H.
— — 130 avec voies intermédiaires.	19.500	3.900	150	
— — double Cr. 130 .....	10.000	3.900	160	
— — 130 avec voies intermédiaires.	20.000	6.400	170	
Traversée en bretelle Cr. 100 pour entrevoie de 2 m. 06. ....	14.900	6.800	450	
— — 130 — 3 m. 19. ....	15.500	7.700	500	
Plaque tournante de 4 m. 50 de diam. avec parquet tôle striée.	11.000	3.200	60	
Pont tournant de 9 mètres de diamètre .....	15.325	6.000	1.250 (1)	
— de 14 — — .....	25.600	12.500	1.600 (2)	
— de 17 — — .....	33.700	16.600	1.900 (3)	

Chariot roulant de 4 m. 50 avec fosse en maçonnerie .....	2.920	2.000		Sans sa fosse ni sa voie de circulation.
— de 8 m. » sans fosse .....	4.450	3.600		Sans voie de circulation.
— de 9 m. 50 — .....	5.300	4.400		—
Grue de chargement de 6 tonnes sans fondation .....	13.100	5.400	125	Avec croisillon.
— de 10 — — .....	19.150	6.900	135	—
Grue hydraulique à col fixe de 135 millimètres.....	930	430	20	Sans la maçonnerie.
Borne-fontaine de 40 millimètres, corps de 60 millimètres ...	55	62		
Fontaine pour gare de voyageurs.....	680	450		
Taquet d'arrêt métallique simple à bascule .....	62	38	5	
Gabarit de chargement complet fer.....	585	147	30	Compris 1 m. 500 de maçonnerie en fondation
Poteau indicateur kilométrique fer .....	35	9	1	Compris 0 m. 500 de déblais.
— de courbe complet fer.....	35	12	1	—
— de pente et rampe fer.....	35	12	1	—
— limite de protection du disque.....	37	15	1	—
Pont-basculé de 20 tonnes avec calage, de 4 mètres de tablier.	5.520	2.700	60	
— de 40 tonnes sans calage, de 4 m. 50 de tablier ..	6.100	3.000	60	

**Poids, Prix de revient et de pose normale des appareils de voie de 1 mètre**

Branchement simple Cr. 0,164 dévié à droite ou à gauche..	1.600 (a)	670	60	(a) Compris les voies intermédiaires et la boîte de manœuvre.
Plaque tournante de 3 m. 30 .....	5.475	1.700	40	Compris le parquet en tôle striée.
— de 4 m. 50 pour voies de 1 m. et 1 m. 44...	13.500	3.100	60	
Pont-basculé de 20 tonnes avec calage, de 4 m. de tablier....	5.900	1.900	50	
— de 20 tonnes p <sup>r</sup> voies de 1 m. et 1 m. 44 avec calage	6.200	2.200	60	
Taquet d'arrêt métallique à bascule.....	29	30	3	
Grue hydraulique à col fixe de 110 millimètres.....	530	400	20	
Signal d'arrêt absolu .....	96	66	10	Non compris le levier de manœuvre valant 90 fr. environ.

## CHAPITRE IV

### SIGNAUX

**Généralités.** — L'exploitation des Chemins de fer se fait de deux manières, d'après le système dit à « *voie ouverte* » ou d'après celui dit à « *voie fermée* » (1). Le premier système s'applique ordinairement aux lignes à double voie et le second aux lignes à voie unique. Dans les deux cas, ce sont les *signaux* qui sont la base du système d'exploitation.

Les signaux constituent le langage des chemins de fer. Ils indiquent si la voie est libre ou occupée et commandent aux trains ou machines en mouvement le ralentissement ou l'arrêt.

**Code des signaux.** — Les signaux sont dits *acoustiques* lorsqu'ils s'adressent à l'oreille et *optiques* quand ils s'adressent à la vue. Ils n'avaient pas autrefois la même signification sur les divers réseaux français, mais un arrêté ministériel du 15 novembre 1885 a constitué un *Code des signaux* qui rend uniforme leur signification, tout en laissant aux Compagnies toute latitude pour ce qui concerne leur construction propre et leur manœuvre.

Une codification analogue existe en Angleterre, en Allemagne, en Suisse, en Autriche.

La connaissance de ce code étant indispensable à tous les agents de Chemins de fer, nous en publions ci-dessous un extrait relatif aux signaux de la voie.

---

(1) Avec le système dit à « *voie ouverte* », les signaux sont *normalement ouverts*. On ne les ferme que pour assurer la protection des trains pendant les intervalles de temps ou de distance réglementaires.

Avec le système dit à « *voie fermée* », les signaux sont *normalement à l'arrêt*. On ne les ouvre que pour permettre le passage des trains.

## TITRE PREMIER

## DISPOSITIONS GÉNÉRALES

ARTICLE PREMIER. — Sont régis par les dispositions suivantes, les signaux échangés entre les agents des trains et les agents de la voie ou des gares.

Les règlements spéciaux à chaque Compagnie ne pourront contenir aucune disposition contraire.

Les Compagnies pourront d'ailleurs être autorisées par le Ministre des Travaux Publics à employer, à titre d'essai, des signaux autres que ceux qui sont prévus et définis au présent arrêté.

## TITRE II

## SIGNAUX DE LA VOIE

## Section I. — Généralités

ART. 2. — *Les signaux de la voie*, c'est-à-dire les signaux faits de la voie ou des stations aux agents des trains ou des machines, sont destinés, soit à indiquer la *voie libre*, soit à commander l'*arrêt* ou le *ralentissement*, soit à donner la *direction*.

Dans tous les cas, l'absence de signal indique que la voie est libre.

Les signaux sont *mobiles*, c'est-à-dire susceptibles d'être transportés en un point quelconque, ou *fixes*, c'est-à-dire établis à demeure en un point déterminé.

ART. 3. — Le signal de *ralentissement* fait à des trains en pleine marche indique que la vitesse effective doit être réduite de façon à ne pas dépasser un maximum de 30 kilomètres à l'heure pour les trains de voyageurs, et de 15 kilomètres pour les trains de marchandises.

## Section II. — Signaux mobiles

ART. 4. — Les signaux mobiles ordinaires sont faits:

Le jour, avec des drapeaux, des guidons, un objet quelconque ou le bras; la nuit ou le jour par temps de brouillard épais, avec des lanternes à feu blanc ou de couleur.

Le jour, comme la nuit, avec des pétards.

ART. 5. — La *voie libre* peut être indiquée en présentant aux trains:

Le jour, le drapeau roulé ou le bras étendu horizontalement dans la direction suivie par le train.

La nuit, le feu blanc.

ART. 6. — Le drapeau rouge déployé, tenu à la main par un agent, commande l'*arrêt immédiat*.

A défaut de drapeau rouge, l'arrêt est commandé, soit en agitant vivement un objet quelconque, soit en élevant les bras de toute leur hauteur.

Le feu rouge commande l'arrêt *immédiat*.

A défaut de feu rouge, l'arrêt est commandé par toute lumière vivement agitée.

ART. 7. — Le drapeau vert déployé, ou le guidon vert, commande le ralentissement.

ART. 8. — En cas de ralentissements accidentels, comme ceux nécessités par les travaux ou l'état de la voie, un drapeau roulé, un guidon blanc ou un feu blanc indique le point à partir duquel le ralentissement doit cesser.

ART. 9. — Les pétards sont employés pour compléter les signaux optiques mobiles commandant l'arrêt, lorsque soit de jour, soit de nuit, à raison de troubles atmosphériques ou pour toute autre cause, ces signaux ne pourraient pas être suffisamment perceptibles.

Dans ce cas, on doit placer deux pétards au moins et trois par temps humide, dont un sur chaque rail, à 25 ou 30 mètres d'intervalle et à pareille distance en avant du signal optique qu'ils complètent.

L'emploi des pétards, pour compléter les signaux optiques mobiles commandant l'arrêt, est obligatoire lorsque, par suite du brouillard ou d'autres troubles atmosphériques, les signaux optiques ne peuvent être distinctement aperçus à 100 mètres de distance.

ART. 10. — En cas de force majeure, des pétards peuvent être employés isolément et indépendamment des signaux optiques, même en l'absence d'un agent posté pour faire les signaux sur place.

Le mécanicien d'un train qui rencontre des pétards placés dans ces conditions doit se rendre immédiatement maître de la vitesse de son train par tous les moyens à sa disposition et ne plus s'avancer qu'à une vitesse suffisamment réduite pour être en mesure de s'arrêter dans la partie de voie en vue, s'il se présente un obstacle ou un signal commandant l'arrêt. Si, à partir du lieu de l'explosion, après un parcours fixé par le règlement de la Compagnie, sans qu'il puisse être inférieur à 1.000 mètres, il ne se présente ni obstacle, ni signal commandant l'arrêt, le mécanicien peut reprendre sa vitesse normale

### *Section III. — Signaux fixes*

ART. 11. — Les signaux fixes de la voie sont :

Les disques ou signaux ronds;

Les signaux d'arrêt absolu;

Les sémaphores;

Les signaux de ralentissement;



Les indicateurs de bifurcation et signaux d'avertissement ;  
 Les signaux indicateurs de la direction d'aiguilles.

ART. 12. — Le *disque* ou *signal rond* peut prendre deux positions par rapport à la voie qu'il commande : perpendiculaire ou parallèle.

Le disque fermé (fig. 136), c'est-à-dire présentant au train sa face rouge, perpendiculaire à la voie, le jour, ou un feu rouge la nuit, commande l'arrêt.

Le disque effacé (fig. 136), c'est-à-dire disposé parallèlement à la voie, le jour, ou le feu blanc, la nuit, indique que la voie est libre.

Dès qu'un mécanicien aperçoit un disque fermé, il doit se rendre immédiatement maître de la vitesse de son train par tous les moyens à sa disposition et ne plus s'avancer qu'à une vitesse suffisamment réduite pour être en mesure de

s'arrêter à temps dans la partie de voie en vue, s'il se présente un obstacle ou un nouveau signal commandant l'arrêt. En tous cas, il ne devra jamais atteindre la première aiguille ou la première traversée de voie protégée par le signal et ne se remettre en marche qu'après y avoir été autorisé soit par le conducteur-chef du train, soit par l'agent de service à la gare ou au poste protégé.

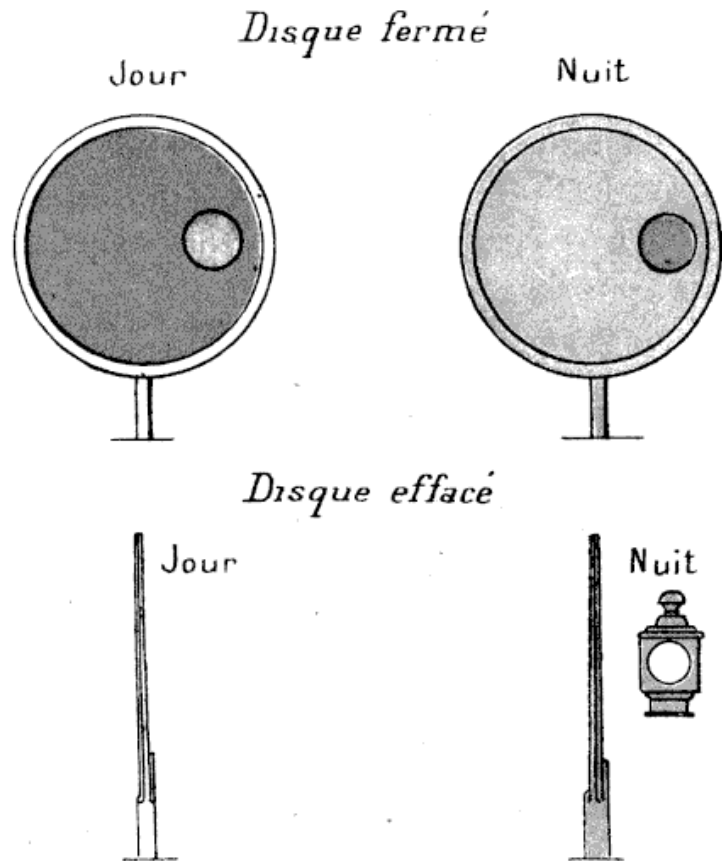


FIG. 136.

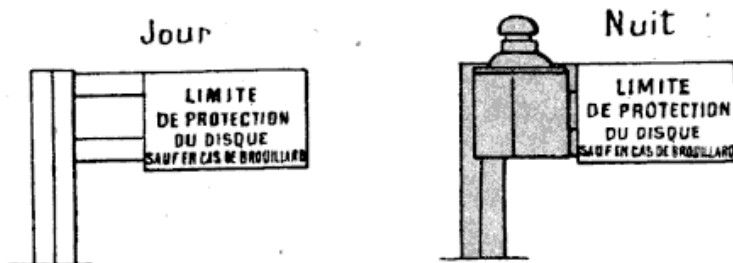


FIG. 137.  
 Poteau de protection.

ART. 13. — Le *disque* ou *signal rond* doit être suivi d'un poteau (fig. 137) indiquant par une inscription le point à partir duquel le signal fermé assure une protection efficace.

ART. 14. — Le *signal carré d'arrêt absolu* peut prendre deux positions par rapport à la voie qu'il commande : perpendiculaire ou parallèle.

Le signal présentant au train, le jour, perpendiculairement à la voie, un damier rouge et blanc, et la nuit, un double feu rouge, commande l'arrêt *absolu* (fig. 138), c'est-à-dire qu'aucun train ou machine ne peut franchir le signal tant qu'il commande l'arrêt.

Le signal effacé (fig. 138), c'est-à-dire disposé parallèlement à la voie ou présentant, la nuit, un simple feu jaune.

ART. 15. — Sur les voies autres que celles suivies par les trains en circulation, le *signal d'arrêt absolu* défini à l'article précédent peut être remplacé

avec l'autorisation du Ministre, par un signal carré ou rond à face jaune, présentant la nuit un simple feu jaune.

ART. 16. — Le *sémaphore* (fig. 139) est un appareil destiné à maintenir entre les trains les intervalles nécessaires.

Il donne ses indications : le jour, par la position du ou des bras dont il est muni, la nuit, par la couleur des feux qu'il présente.

Le bras qu'on voit à gauche en regardant

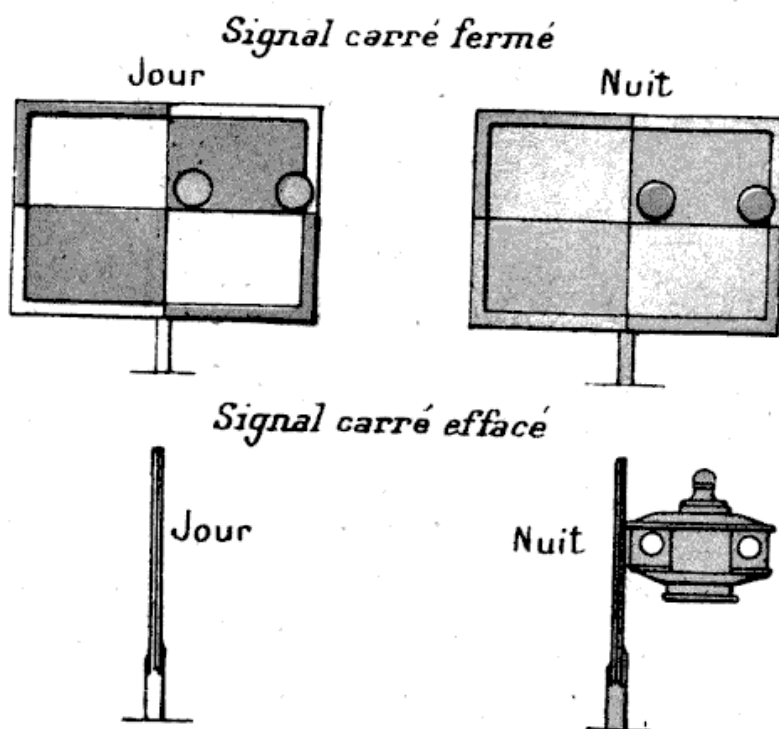


FIG. 138.

le *sémaphore*, vers lequel le train se dirige, s'adresse seul à ce train.

Le jour, le bras étendu horizontalement et présentant sa face rouge commande l'arrêt ; le bras incliné vers le bas, à angle aigu, commande le ralentissement ; le bras rabattu sur le mât indique que la voie est libre.

Le signal d'arrêt du *sémaphore* interdit la circulation au delà du poste ou de la station où le *sémaphore* est placé, sauf autorisation formelle d'avancer, donnée par le chef de station, ou par celui qui en fait fonctions, au poste ou à la station et dans des conditions particulières indiquées au mécanicien.

ART. 17. — Le *disque de ralentissement* peut prendre deux positions par rapport à la voie qu'il commande.

Le signal présentant au train, le jour, perpendiculairement à la voie sa face verte, et la nuit, un feu vert, commande le ralentissement indiqué à l'article 3.

Le signal effacé, c'est-à-dire disposé parallèlement à la voie et présentant, la nuit, un feu blanc, indique que la voie est libre.

Des limitations spéciales de vitesse peuvent, dans des cas déterminés par le ministre, être indiquées par des tableaux blancs, éclairés la nuit et portant le chiffre auquel la vitesse doit être réduite.

Des tableaux, portant en lettres apparentes, éclairées la nuit, le mot « *Attention* », peuvent également, dans les cas fixés par le Ministre, être employés pour indiquer aux agents des trains qu'ils doivent redoubler de prudence et d'attention jusqu'à ce que la liberté de la marche leur soit rendue.

ART. 18. — L'indicateur de bifurcation (fig. 140) est formé soit par une plaque carrée peinte en damier vert et blanc, éclairé la nuit par réflexion ou par transparence, soit par une plaque portant le mot « *Bifur* », éclairée, la nuit, de la même manière.

Ce signal est disposé, sauf autorisation contraire du Ministre, de manière à donner constamment la même indication.

Le damier vert et blanc peut être aussi employé comme signal d'avertissement annonçant des signaux carrés d'arrêt absolu qui ne protègent pas des bifurcations.

Le mécanicien qui rencontre, non effacé, l'un des signaux précédents,

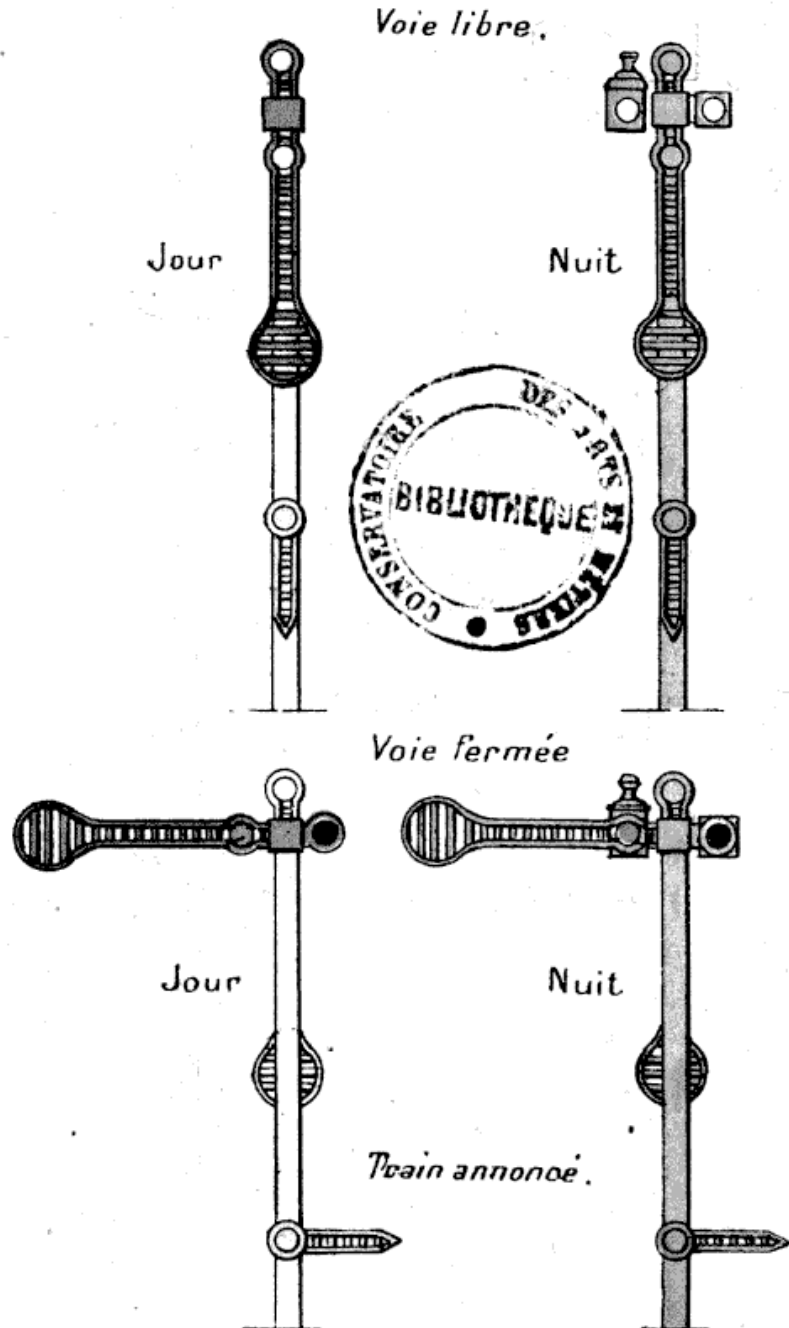


FIG. 139.  
Electro-Sémaphore.

doit se mettre en mesure de s'arrêter, s'il y a lieu, à l'embranchement ou au signal d'arrêt absolu qu'annonce ledit signal.

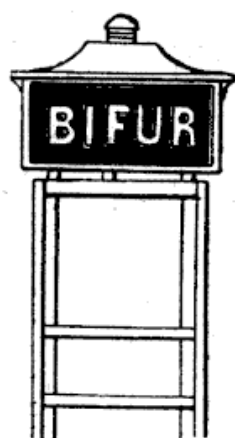


FIG. 140.  
Indicateur de bifurcation.

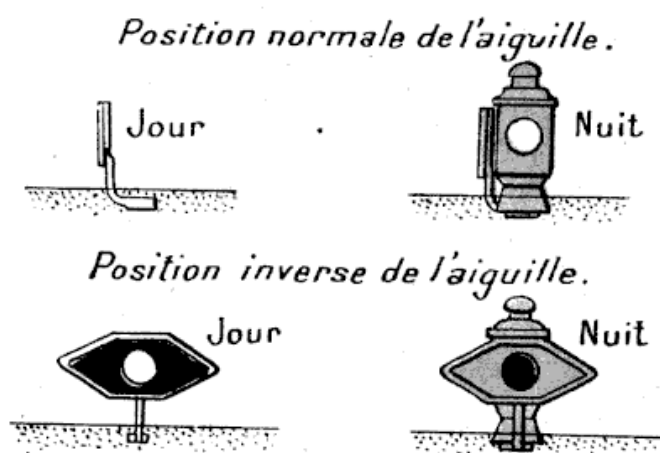


FIG. 141.  
Signal à flamme et à feu vert.

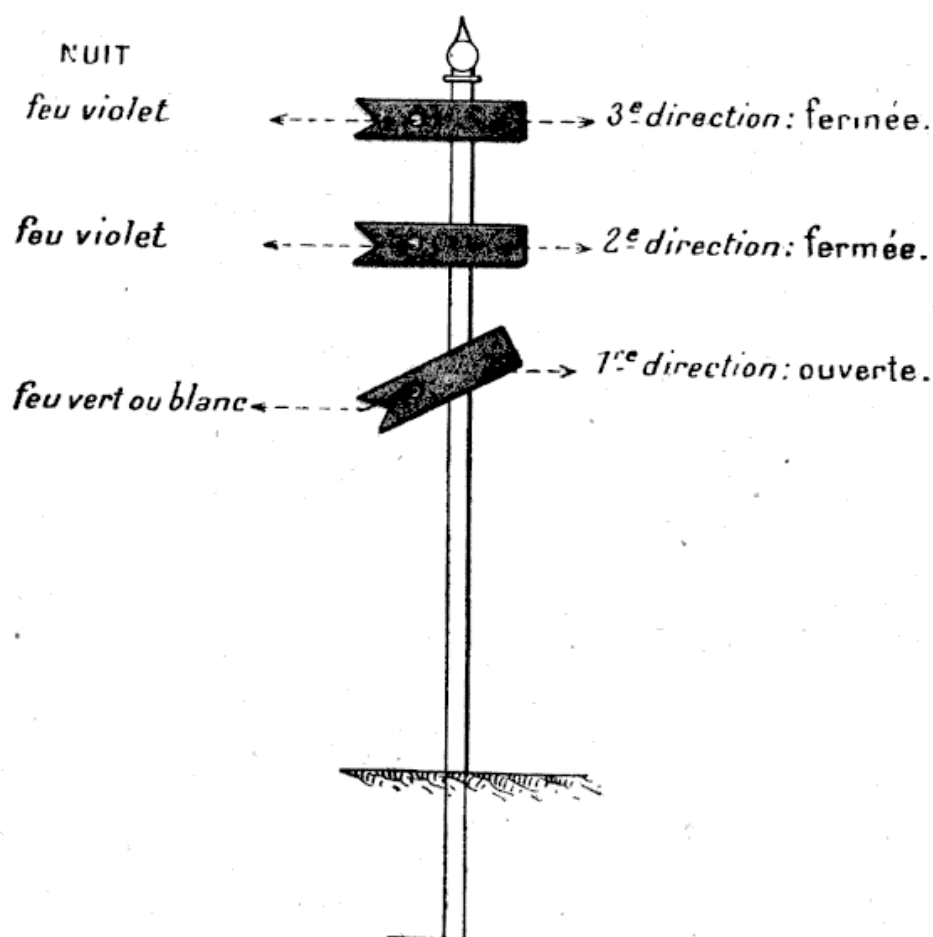


FIG. 142.

ART. 19. — Les signaux *indicateurs de direction des aiguilles* se distinguent :  
En signaux *de direction*, placés aux aiguilles en pointe où le mécanicien doit préalablement demander la voie utile par le sifflet de la machine.

Et en signaux *de position*, destinés à renseigner les agents sédentaires sur la direction donnée par les aiguilles, direction que le mécanicien n'a pas à demander par le sifflet de la machine (fig. 141).

ART. 20. — Les signaux *de direction* des aiguilles, signaux qui ne s'adressent qu'aux trains abordant les aiguilles par la pointe, sont faits par des bras sémaphoriques peints en violet (fig. 142), terminés à leur extrémité en flamme par une double pointe; ces bras sont disposés, se meuvent et sont éclairés la nuit de la manière suivante:

1° Lorsqu'ils sont mus par des leviers indépendants des aiguilles mais enclenchés avec elles, ils sont placés sur un mât à des hauteurs différentes, en nombre égal aux directions que peut donner le poste. Le bras le plus élevé correspond à la direction la plus à gauche, le moins élevé à la direction la plus à droite, chacun étant placé de haut en bas, dans l'ordre où se trouvent les directions, en allant de gauche à droite. Les bras ne peuvent prendre que deux positions: la position horizontale, indiquant que la direction correspondante n'est pas donnée. La nuit, les bras horizontaux présentent le feu violet; les bras inclinés à angle aigu, le feu vert ou le feu blanc, suivant que l'on doit ralentir ou que l'on peut passer en vitesse;

2° Lorsqu'ils sont mus automatiquement par l'aiguille, le mât ou indicateur juxtaposé à l'aiguille ne présente jamais qu'un bras apparent. Le bras apparent d'un côté, le jour, ou donnant un feu violet, la nuit, indique que la direction correspondant à ce côté est fermée. Le bras effacé, le jour, ou un feu blanc, la nuit, indique le côté dont la direction est donnée. Lorsque plusieurs bifurcations se suivent au même poste, les appareils sont placés dans l'ordre des directions à prendre, et leurs indications doivent être observées dans le même ordre.

Nous ne décrivons ici que les signaux fixes de la voie en faisant remarquer que tous les signaux fixes à voyant mobile sont généralement manœuvrés par une transmission funiculaire à un seul fil, sauf au réseau d'Orléans où ces appareils sont manœuvrés par deux fils également tendus.

La transmission à simple fil est disposée de manière qu'en cas de rupture du fil, les signaux se mettent automatiquement à l'arrêt.

**Disque ou signal avancé à plaque ronde.** — C'est le premier signal que rencontre le mécanicien abordant une gare. Il est constitué généralement de la façon suivante:

a) **Signal proprement dit** (fig. 143). — Le signal se compose d'un poteau A formé de deux montants en fer à U boulonnés sur un socle

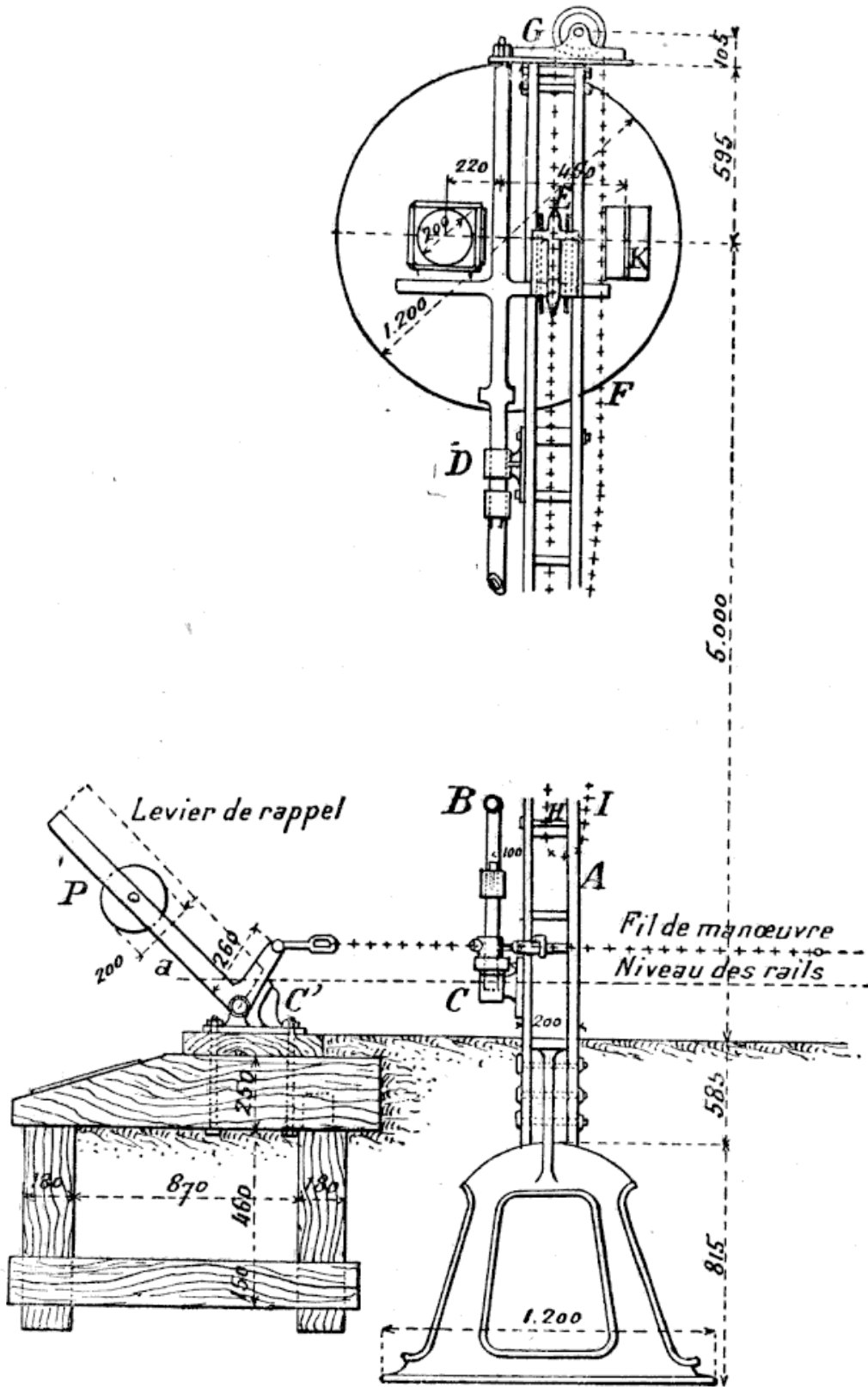


FIG. 143.

Signal avancé à plaque ronde.  
 (Position du signal et des leviers donnant voie ouverte.)

en fonte. Les montants sont maintenus par deux entretoises en fonte; ils sont munis, sur un des côtés, de barreaux en fer formant échelle. L'axe du signal est formé par un tube en fer B, qui repose par sa partie inférieure pleine sur une crapaudine en acier emprisonnée dans un support en fonte C, cet axe est maintenu à sa partie supérieure par un guide en fonte D. Le support et le guide sont boulonnés sur un des montants. La partie supérieure du tube reçoit un axe en fer rond claveté terminé par une armature en fer en forme de croix sur laquelle est rivée une cocarde en tôle de fer de 1 m. à 1 m. 20 de diamètre portant une ouverture ronde de 20 centimètres munie d'un verre rouge pour les signaux de nuit. Les deux ailes du montant, qui ne portent pas d'échelons, servent de guide à un porte-lanterne E, généralement en fer que l'on peut élever ou abaisser au moyen d'une chaîne F passant sur une poulie portée par un support entretoisé en fonte G.

Le porte-lanterne est muni de deux ressorts que pressent deux tampons de choc au moment où ceux-ci butent sur l'arrêt en fonte H servant d'appui au porte-lanterne. Des arrêts en fer placés à la partie supérieure du montant fixent la position du porte-lanterne par rapport au verre rouge de la cocarde, et un crochet I placé à la partie inférieure du mât permet d'arrêter la chaîne par un maillon spécial, à la hauteur voulue, de façon que le feu de la lanterne soit exactement en face du verre rouge de la cocarde.

La face de la cocarde commandant l'arrêt est peinte en rouge vermillon et bordée d'un liséré blanc d'environ 5 centimètres de largeur qui augmente sa visibilité; la face opposée est peinte en damier noir et blanc ou tout en blanc avec liséré noir.

La lanterne reste fixe et n'accompagne pas le disque dans son mouvement de rotation.

En outre des feux prescrits par le code des signaux, la lanterne donne à l'arrière un feu blanc lorsque le signal est à l'arrêt, et lorsqu'il est à voie libre, un feu bleu par l'intermédiaire d'un écran K porté par la cocarde. Ces feux sont destinés à faire connaître à la gare si la lanterne est bien allumée et si le disque donne bien les indications voulues.

*b) Levier de manœuvre* (fig. 144). — Il y a différents types de levier. Le suivant a été longtemps employé à la Compagnie P.-L.-M. et l'est encore au réseau de l'Etat et à la Compagnie du Nord



Il se compose d'un levier coudé A à bras inégaux; le bras le plus long porte la lentille ou contrepoids, tandis que le plus court est muni d'un anneau dont la section intérieure est en forme de V arrondi dans lequel la chaîne de la transmission B passe librement lorsque le levier est droit. Ce levier est monté sur un tube en fonte C dans lequel s'engage verticalement, après avoir passé sur la poulie D, l'extrémité de la chaîne de transmission, à laquelle est suspendu un contrepoids E.

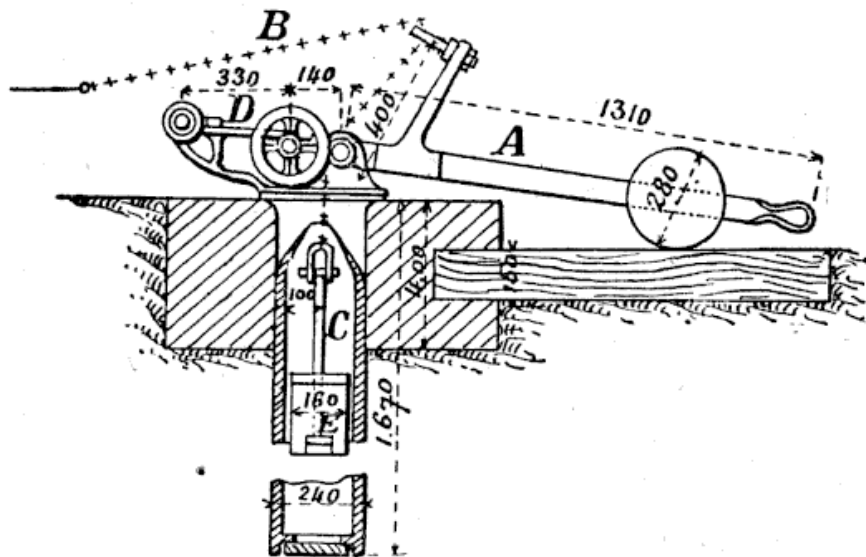


FIG. 144.

Levier de manœuvre.

Avec ce système, lorsque le levier est droit, les variations du fil sont absorbées par le contrepoids 1 puisque le fil est libre dans l'anneau V, mais lorsque le levier est renversé, la chaîne, saisie par le pince-maille, est entraînée avec lui et l'ouverture du disque est assurée.

Il est nécessaire, à cause des dilatations dues à la température, de maintenir le moins longtemps possible le signal ouvert, si l'on veut avoir un fonctionnement régulier.

**Rappel** (fig. 143). — Le rappel se compose d'un levier coudé *a*, muni d'un contrepoids P à position variable tournant autour d'un axe, porté par le support C'.

Ce support en fonte est fixé sur un bâti en bois ou sur un socle en fonte.

Lorsque le disque est ouvert, la course du levier est limitée par le talon du support et lorsqu'il est fermé, par un tasseau ou par le bâti en bois lui-même. Il est indispensable pour bien assurer la fermeture

du signal que cette course soit légèrement supérieure à celle du signal lui-même.

Lorsqu'un signal n'est pas visible de son levier de manœuvre, on s'assure de sa position ouverte ou fermée au moyen d'un indicateur optique ou d'une sonnerie trembleuse, placés à proximité du levier de manœuvre.

Ces appareils de contrôle sont mis en action par le courant électrique d'un circuit qui ne se ferme que lorsque le signal est complètement à l'arrêt. A ce moment, un électro disposé dans l'appareil de la gare actionne dans le premier cas un voyant rouge qui apparaît et dans le deuxième cas une sonnerie trembleuse.

Les agents sont ainsi renseignés.

**Pose.** — L'emplacement du signal n'est pas rigoureusement déterminé d'avance; il dépend des dispositions topographiques de la ligne, du profil en long et du règlement particulier à chaque réseau. Mais on ne le pose jamais à moins de 800 mètres du point à protéger et on rencontre assez souvent des signaux posés à 1.500, 1.800 et même 2.000 mètres de leur levier de manœuvre.

Le sol de fondation du signal doit être résistant; s'il offre peu de garanties, il ne faut pas hésiter à faire une base en maçonnerie.

Le montage et la pose ordinaire du levier de manœuvre se paie 10 francs; du signal et du rappel 50 francs, et de la transmission avec poteaux et poulies 10 centimes le mètre, y compris le transport à pied d'œuvre.

**Poteau-limite de protection.** — Les signaux avancés sont toujours doublés par un poteau-limite de protection qui est posé entre le levier de manœuvre et le signal.

On se sert généralement d'un vieux rail de 3 mètres de longueur sur lequel on fixe une plaque de tôle peinte en blanc de  $0,50 \times 0,40 \times 0,006$ . La plaque porte en lettres noires: « limite de protection du disque »; habituellement elle n'est pas éclairée la nuit, mais elle peut l'être (fig. 137).

L'emplacement de ce poteau est variable; ordinairement, il est à une distance telle de l'aiguille d'entrée d'une gare ou d'une bifurcation qu'il puisse protéger d'une façon efficace un train arrêté à l'entrée d'une gare lorsque le dernier wagon de ce train a franchi le poteau.

Le prix de pose compris le transport à pied d'œuvre est de 5 francs environ.

**Appareil de calage pour signaux.** — Dans les régions particulièrement exposées aux vents violents qui, dans une tempête, peuvent quelquefois exercer un effort dépassant 100 kilos par mètre carré, on peut redouter que les cocardes des signaux ne conservent pas la fixité nécessaire à la sécurité, surtout pour les signaux manœuvrés par un seul fil. Un effort oblique du vent peut, en effet, faire tourner le voyant et altérer profondément ses indications.

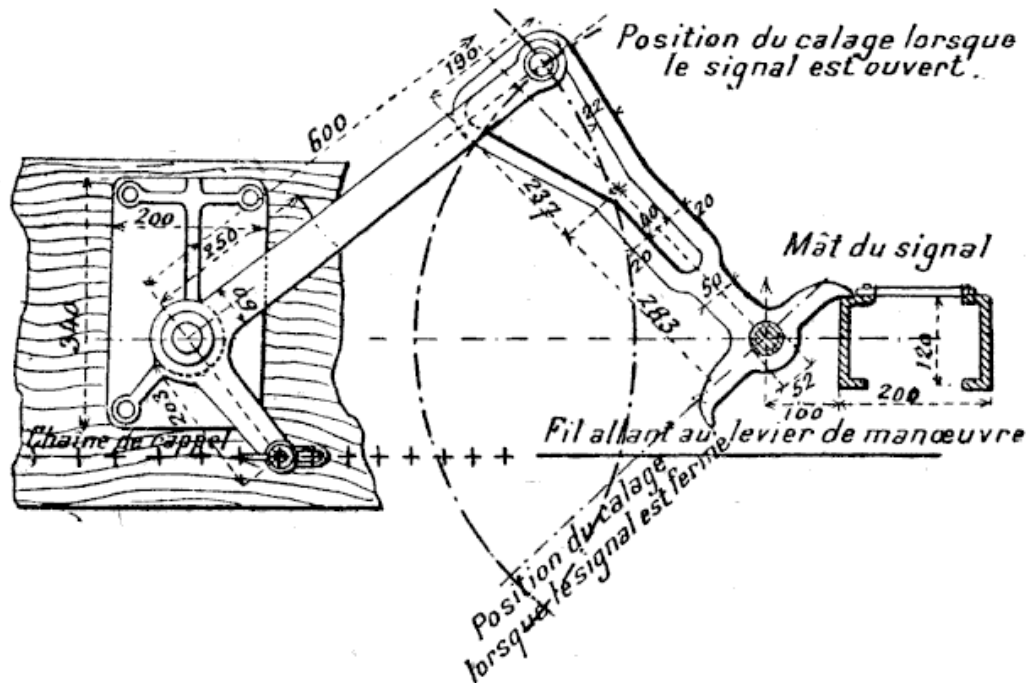


FIG. 145.

Certains réseaux ont cherché à remédier à cet inconvénient en perçant de nombreux trous dans le voyant, comme au Midi, par exemple, ou en calant le mât du signal dans ses deux positions extrêmes, comme on le fait sur les Compagnies de l'Est, du Nord, de l'Ouest et du P.-L.-M. Les appareils employés sont d'un type différent suivant les réseaux; mais un des plus simples nous a paru être celui qui est en usage sur l'Etat français (lignes du nord-ouest) et qui est représenté par la figure ci-dessus.

Il se compose d'une manivelle clavetée sur le mât du signal, évidée intérieurement en forme de came; en outre une équerre à branches inégales pouvant tourner de 90° autour d'un support solidement fixé

sur une longrine reliée elle-même aux montants du signal porte à l'extrémité en forme de fourche de la grande branche, un galet s'engageant dans la came. A l'extrémité de la petite branche de l'équerre sont fixés le fil venant du levier de manœuvre et le fil allant au rappel.

L'équerre est disposée de telle sorte que dans ses deux positions limites la grande branche est normale à la direction des côtés extrêmes de la came. Avec cette disposition, tout effort exercé sur la cocarde du signal est transmis par la manivelle à la grande branche de l'équerre dans le sens de son axe longitudinal, et comme la position de celle-ci est invariable tant qu'on n'agit pas sur le fil de transmission le signal se trouve absolument calé.

**Signal d'arrêt absolu à damier rouge et blanc** (fig. 146). — Cet appareil présente les mêmes dispositions que le signal avancé; il en diffère seulement par la cocarde ou voyant, qui est de forme rectangulaire ou carrée.

Ce voyant présente deux ouvertures rondes munies l'une et l'autre ou l'une ou l'autre d'un verre rouge. Dans le premier cas (type Ouest), la lanterne qui éclaire le signal donne elle-même les deux feux réfléchis au moyen de miroirs portés par la lanterne; dans le deuxième cas (types Etat, P.-L.-M., Est et P.-O.), elle donne un feu direct par l'ouverture munie d'un verre rouge et un autre feu réfléchi rouge, par l'intermédiaire d'un écran porté par le voyant.

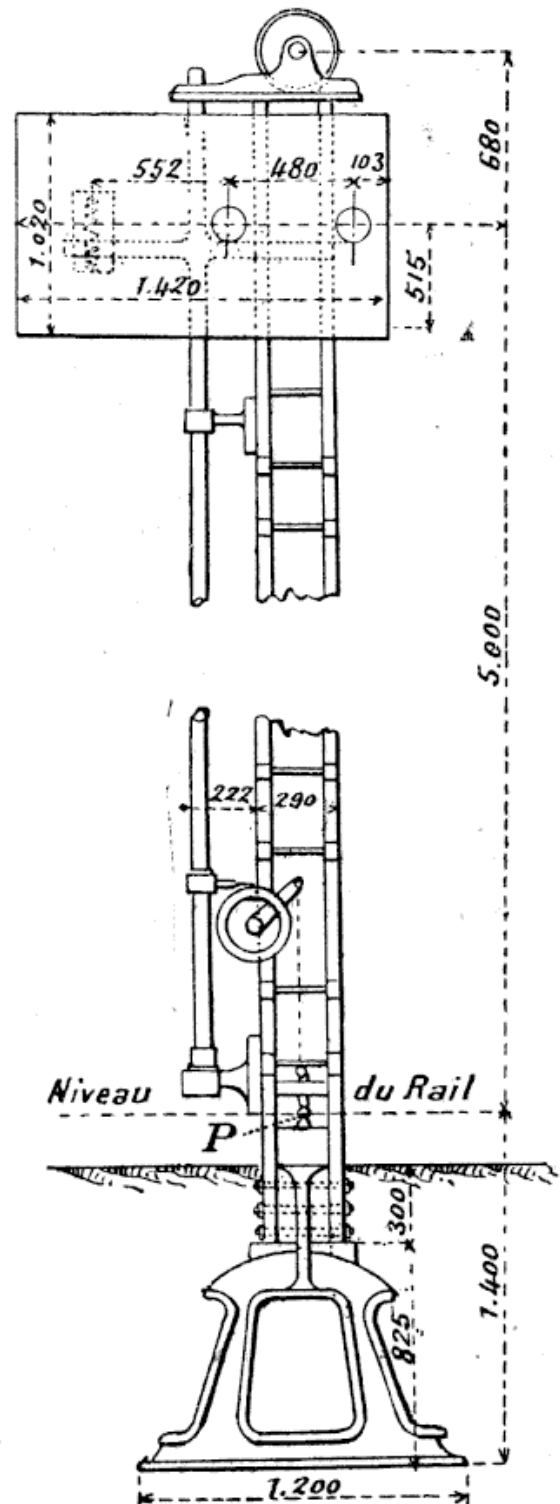


FIG. 146.

Signal d'arrêt absolu à damier rouge et blanc  
Vue du signal fermé. — Type Ouest-Etat.

Ce signal donne en arrière les mêmes feux que le signal avancé. La lanterne reste fixée au mât.

La face de la cocarde se présentant aux trains est peinte en damier rouge et blanc et la face opposée en blanc bordée parfois d'un filet noir de 5 centimètres.

Ce signal est destiné, aux abords des grandes gares et des bifurcations, à doubler le signal avancé, et, dans les gares, à protéger les voies de circulation. Il se place rarement à plus de 200 ou 300 mètres de son levier de manœuvre.

**Levier de manœuvre** (fig. 147). — Cette manœuvre se compose d'un levier *a* porté par un pivot *b* fixé sur un support en bois ou en fer *c*.

Le levier se meut dans un secteur à coulisse *d*, qui limite sa course et qui le maintient dans la position de fermeture au moyen d'un cran d'arrêt.

La longueur de la transmission qu'il commande étant relativement faible, les variations de longueur du fil sont corrigées par l'agent chargé de la manœuvre au moyen d'une chaîne fixée à l'extrémité du levier et qui passe dans un pince-maille *e* attaché au bout du fil. Ce réglage présente l'inconvénient de laisser l'agent libre de faire à peu près ce qui lui plaît.

**Rappel.** — Le rappel au moyen d'un levier muni d'une lentille présente parfois dans les gares des inconvénients. Il est encombrant d'abord et ensuite, au moment où il se rabat, il peut occasionner des accidents aux agents en service. Le type employé par l'ancienne Compagnie de l'Ouest est simple et facile à loger. Le contrepoids *P* (fig. 146) se meut à l'intérieur du montant et exerce une action constante sur la transmission; il est suspendu par une chaîne à un levier monté sur le même axe qu'une poulie. Cette dernière reçoit son mouvement du signal au moyen d'une chaîne fixée dans sa gorge et exerçant une traction oblique pendant la manœuvre.

**Signal d'arrêt absolu à plaque jaune.** — Ce signal ne diffère du précédent que par sa cocarde qui ne porte qu'une ouverture munie d'un verre jaune. La face qui se présente aux trains est peinte en jaune avec un filet blanc de 5 centimètres sur le pourtour et la face opposée en blanc. La nuit il ne présente qu'un feu jaune.

Quelquefois, la cocarde de ce signal, au lieu d'être carrée, est ronde (Compagnie P.-O.). Il n'est destiné qu'à protéger dans les gares les voies accessoires de manœuvre, de formation ou de triage des trains,

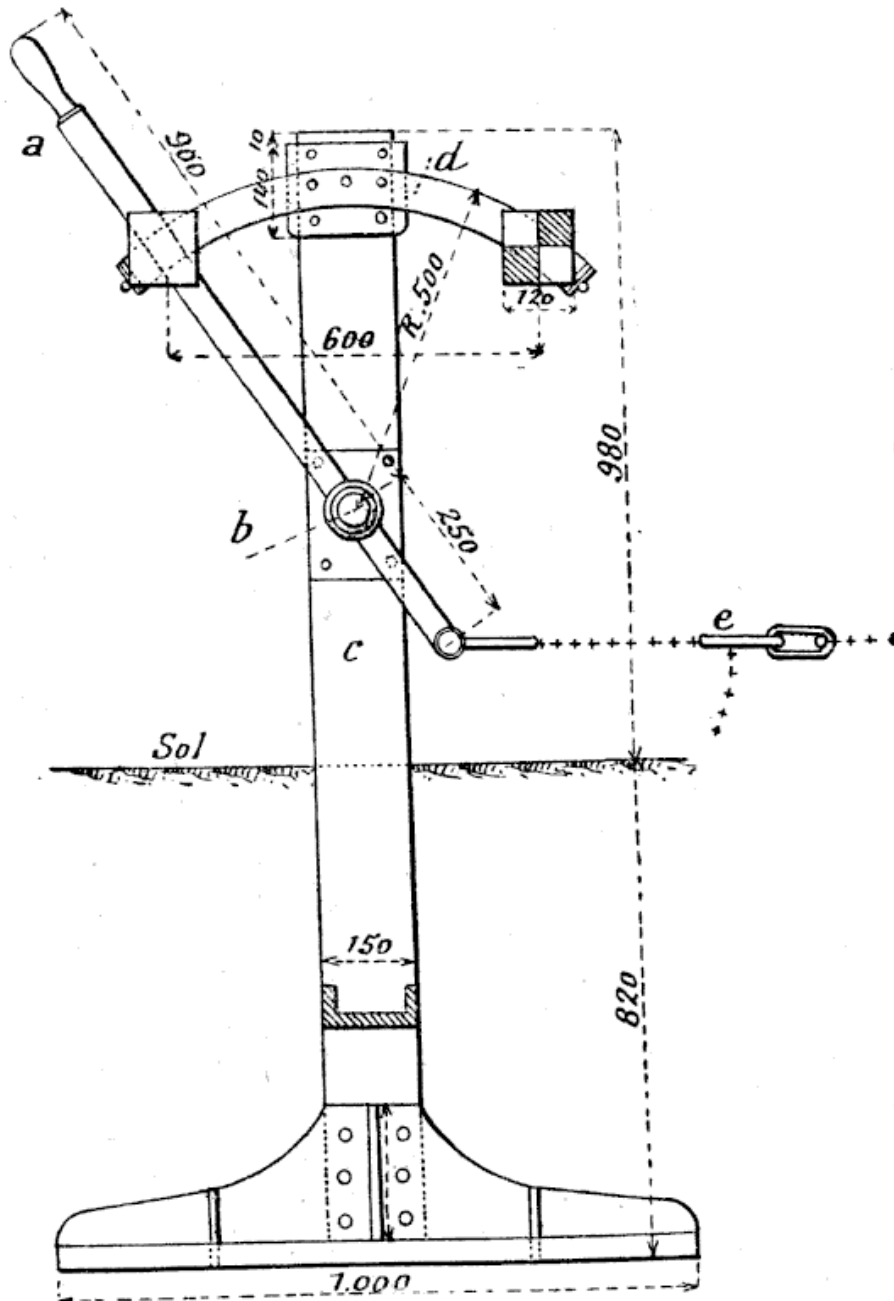


FIG. 147.

Levier de manœuvre pour signal d'arrêt absolu.

ainsi que les voies de dépôt. La longueur de sa transmission ne dépasse pas habituellement 200 mètres.

**Sémaphore** (fig. 148). — Les sémaphores sont de types divers. En général, ils se composent d'un mât en charpente de fer de grande

hauteur supportée par un socle en fonte. A sa partie supérieure, le mât est muni d'un ou deux bras mobiles se manœuvrant à la main

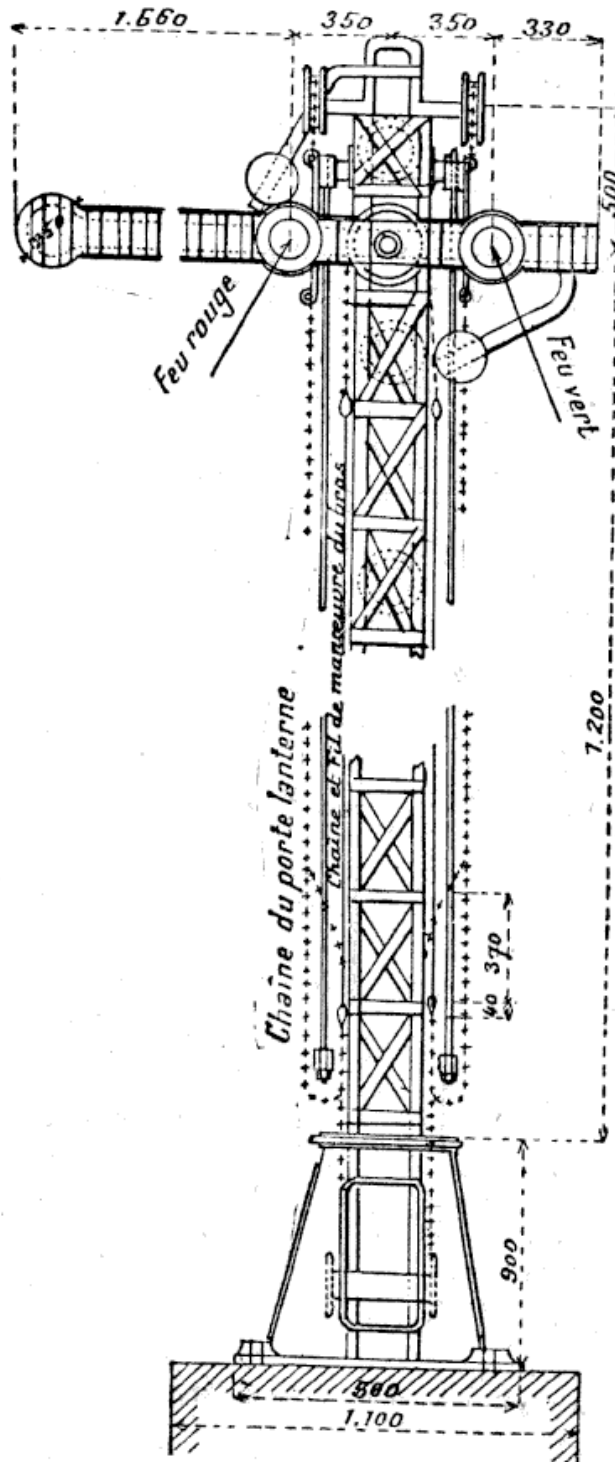


FIG. 148.

Sémaphore double de 8 mètres de hauteur et 2 lanternes.  
Type *Etat*. — Position à "voie fermée".

soit par une manivelle fixée à la partie inférieure du mât, soit à distance par une transmission funiculaire. Mais, au lieu de s'effacer



parallèlement à la voie, comme les voyants des signaux énumérés ci-dessus, les bras s'effacent en se rabattant contre le mât. Ils sont peints en rouge vermillon sur la face qui se présente aux trains, et blanc sur la face opposée. Chaque bras porte deux ouvertures munies l'une d'un verre rouge et l'autre d'un verre vert correspondant à l'axe du foyer des lanternes placées derrière.

L'appareil qui ne porte qu'un bras est appelé *sémaphore simple* ou à *une direction*; il ne s'adresse qu'aux trains circulant dans le même sens sur une voie; celui de deux bras se nomme *sémaphore double* ou à *deux directions*, parce qu'un des bras s'adresse aux trains marchant dans un sens sur une voie et l'autre s'adresse aux trains marchant en sens inverse sur la deuxième voie.

Les sémaphores ne sont employés que sur les doubles voies pour maintenir un espacement minimum entre les trains.

Leur pose ne présente rien d'anormal, si ce n'est qu'ils doivent être fixés très solidement sur un massif de maçonnerie.

**Disque de ralentissement.** — Ce signal est absolument identique au signal rond. Nous ne le décrirons donc pas; nous ferons seulement observer que sa cocarde est peinte en vert avec un filet blanc et sa face arrière en damier noir et blanc.

Dans certains cas, on fixe un peu en avant et sur le montant du signal une plaque en fer de  $0,50 \times 0,50$  peinte en blanc et portant en gros chiffres noirs un numéro qui indique la limite à laquelle la vitesse doit être réduite en abordant le signal. Cette plaque est éclairée la nuit par réflexion.

**Indicateur de bifurcation.** — Ce signal est formé par une plaque carrée de 1 mètre  $\times$  1 mètre peinte en damier vert et blanc sur la face opposée.

Elle est habituellement fixée en avant du signal et sur son montant par de fortes consoles en fer; elle est éclairée la nuit par réflexion.

Dans certaines bifurcations, on emploie ce que l'on nomme le *signal indicateur de bifurcation indépendant*. Il est généralement fixé au mât,

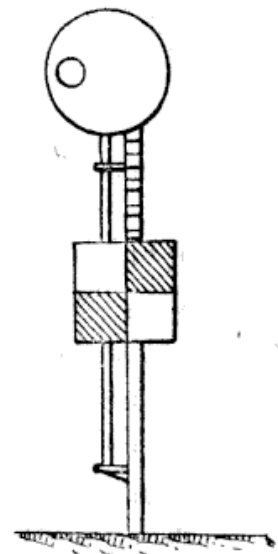


FIG. 149.

mais il est mobile comme le mât lui-même, avec une transmission indépendante, et porte en retour d'équerre, derrière la plaque carrée, une flamme en tôle peinte en violet (1).

Lorsque ce signal présente aux trains la face en damier vert et blanc, il indique que l'aiguille de la bifurcation est faite pour la *voie*

*directe*; lorsque la plaque carrée est effacée et que la flamme se présente aux trains les pointes tournées du côté de la voie (fig. 150), elle indique que l'aiguille est faite *pour la voie déviée à gauche*. Dans le cas où la voie est *déviée à droite*, la flamme se présente avec ses pointes tournées vers l'extérieur de la voie (fig. 151), ces pointes étant alors reliées à la plaque carrée au moyen d'équerres.

Quelques réseaux, notamment l'Est, le P.-L.-M. et le P.-O. emploient un signal fixe sur lequel est inscrit en grosses lettres le mot « *Bifur* », le signal est éclairé la nuit.

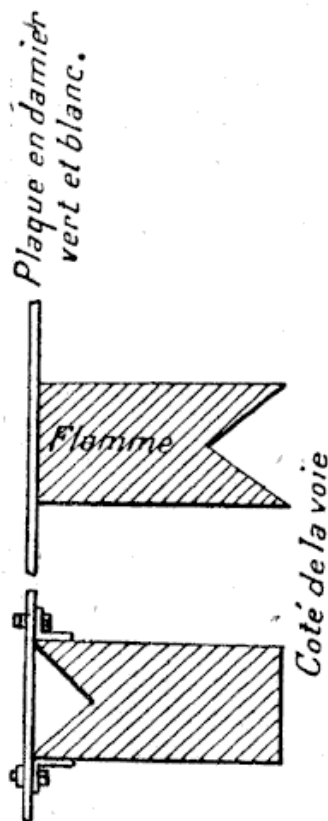


FIG. 150 et 151.

**Signal de direction d'aiguille** (fig. 152). —

Sa construction varie dans chaque réseau : celui de l'Ouest-Etat se compose d'un mât de fer portant à la partie supérieure un double bras *b*, en forme de flamme, manœuvré par l'aiguille de bifurcation elle-même

au moyen de tringles *C*, de telle sorte qu'il n'y ait jamais qu'un bras apparent, l'autre bras étant caché par un écran *A* fixé au mât. La face des bras du côté de la pointe est peinte en violet et en blanc du côté opposé; chaque bras porte un écran muni d'un verre violet pour les signaux de nuit.

Le bras apparent le jour, ou le feu violet la nuit, indiquent la voie pour laquelle l'aiguille n'est pas faite. L'absence de bras, le jour, ou le feu blanc la nuit indiquent la voie donnée par l'aiguille.

Ce signal est posé habituellement au droit de l'aiguille à laquelle il est relié par une tringle de manœuvre.

(1) Cette flamme est disposée de manière à donner les mêmes indications que celle qui est à l'aiguille.

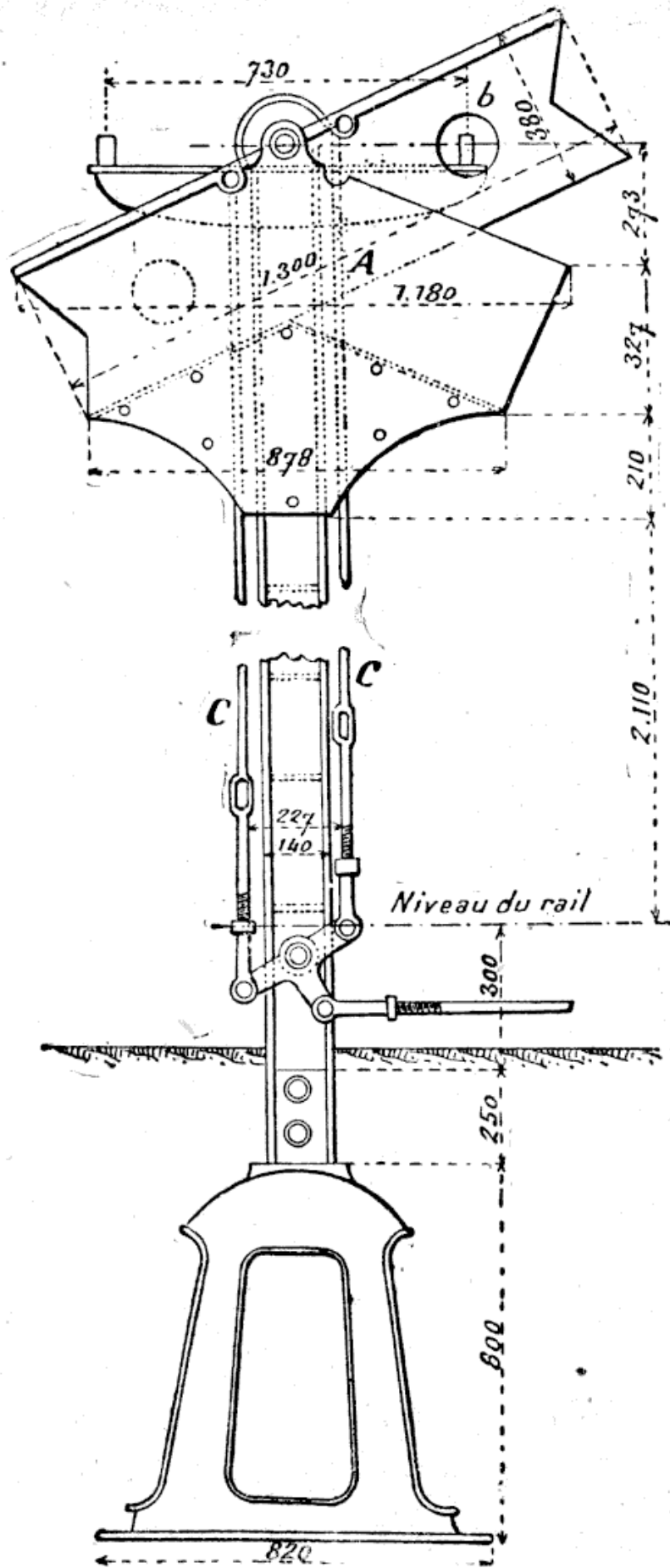


FIG. 152.

Signal indicateur de direction d'aiguille (type Ouest-Elal).  
 (Le signal donne la direction de gauche.)

**Signal de position d'aiguille.** — Cet appareil n'est destiné qu'à renseigner les *agents des gares* sur la position des aiguilles. Il se compose d'une cocarde montée sur une tige supportée par un guide et un pivot fixé sur un montant en bois ou en fer. La tige est actionnée directement par l'aiguille au moyen d'une tringle.

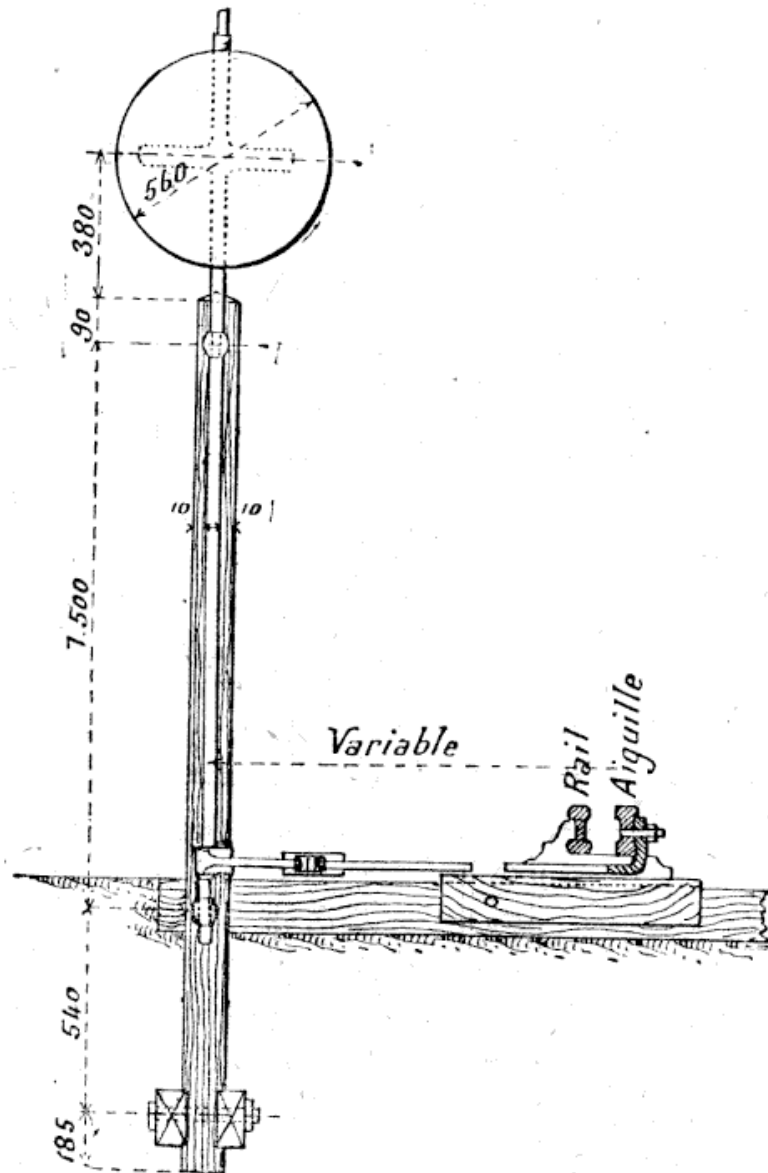


FIG. 153.

Signal de position d'aiguille (type *Etat*).

Ces signaux ne se posent généralement qu'aux aiguilles des gares de voie unique.

Sur les voies principales, leur cocarde est peinte en vert sur la face qui regarde la pointe de l'aiguille, et en violet du côté du talon. La nuit, une lanterne mobile avec la cocarde donne un feu blanc,

lorsque le disque est effacé, et un feu vert, dans le cas contraire, du côté de la pointe. Sur les voies accessoires, la cocarde est peinte en rouge sur la face regardant la pointe et en vert sur la face opposée. La nuit, lorsque le signal est effacé, la lanterne donne un feu blanc, dans le cas contraire un feu rouge du côté de la pointe. Du côté du talon, lorsque la cocarde est effacée, ces deux types donnent un feu blanc; ils donnent un feu violet lorsque la cocarde est normale à la voie.

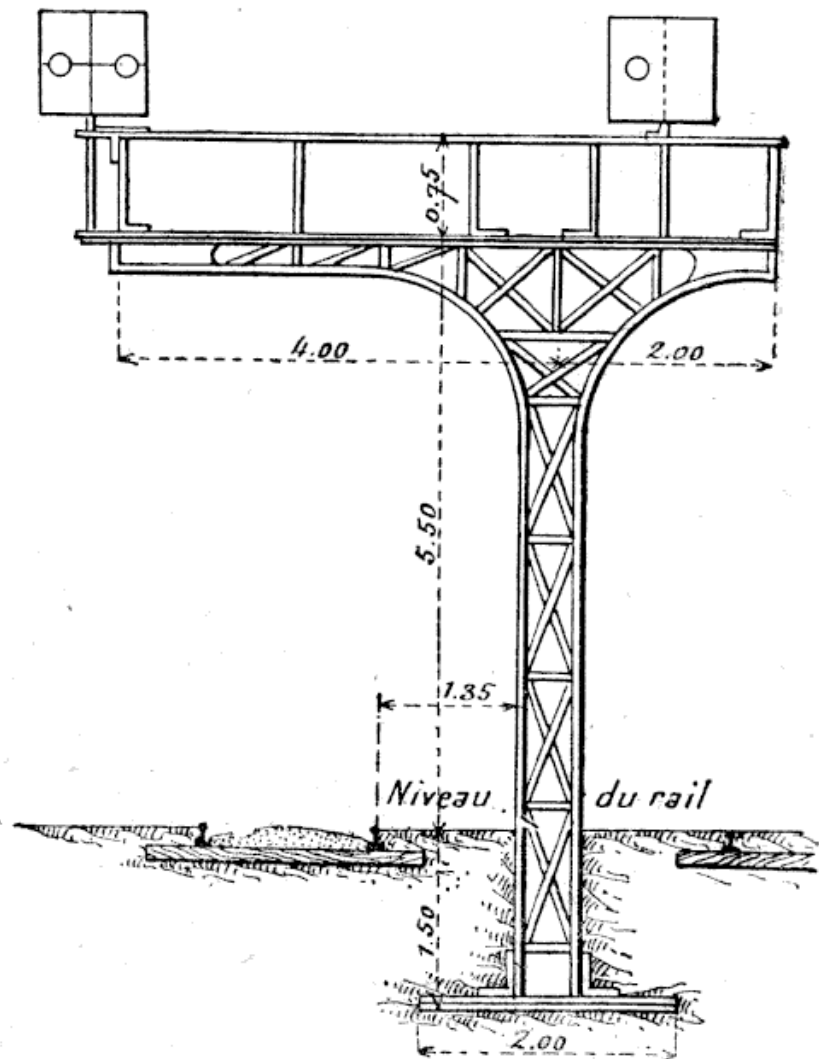


FIG. 154.

**Potence** (fig. 154). — Une circulaire ministérielle du 31 décembre 1890 a prescrit de tenir les installations à réaliser aux abords des voies principales à 1 m. 35 au moins du bord extérieur du rail le plus voisin.

Il s'ensuit que pour poser un signal dans une enrevoie, il faut disposer d'une largeur de  $2 \times 1 \text{ m. } 35 = 2 \text{ m. } 70$ , augmentée de la lar-

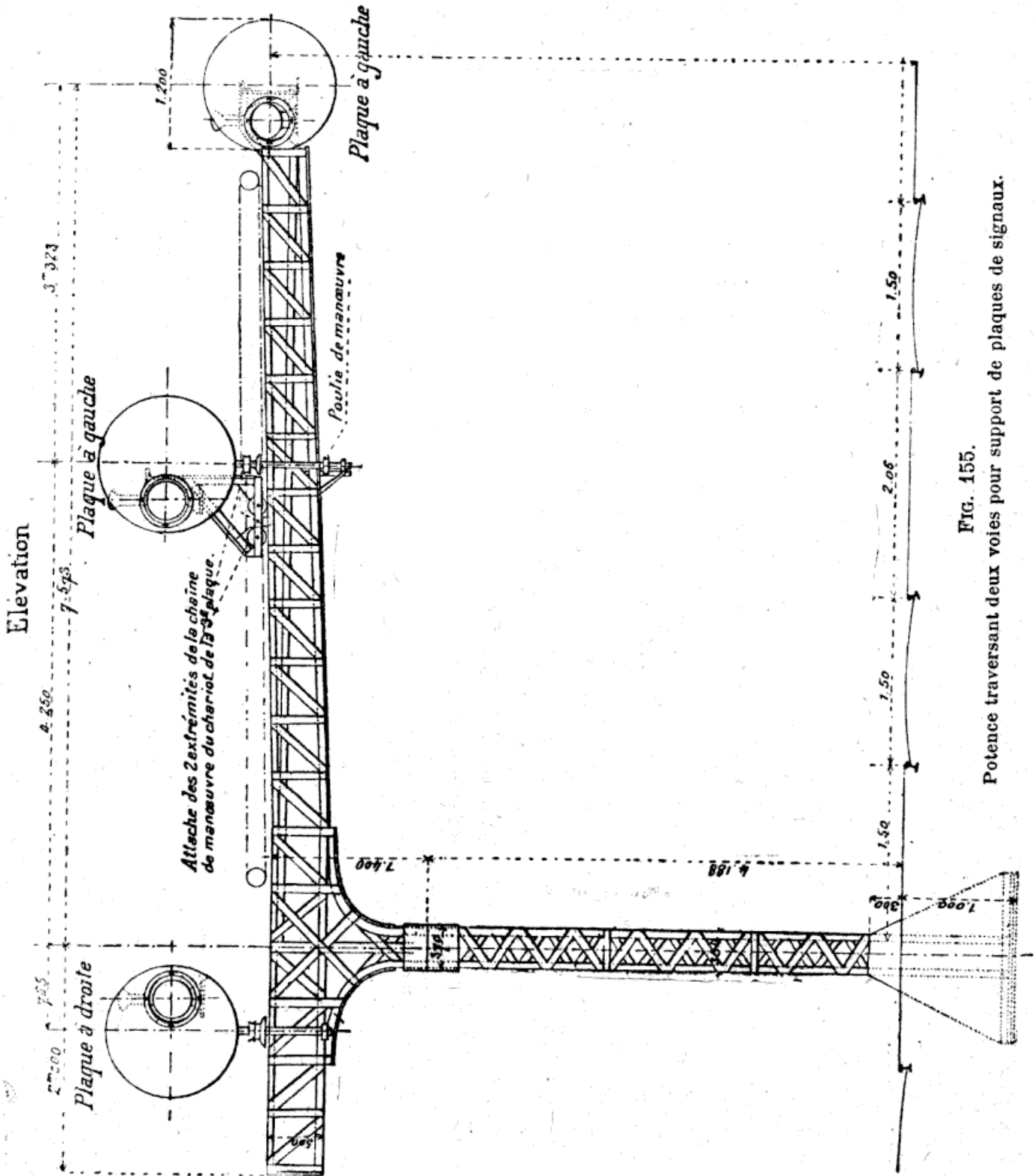


FIG. 155.  
Potence traversant deux voies pour support de plaques de signaux.

geur du signal, c'est-à-dire environ 3 mètres, et faire en sorte que la cocarde, dans la position fermée, n'engage pas le gabarit-obstacle.

Comme il arrive fréquemment qu'on ne peut disposer d'une telle largeur, on a été conduit à construire des supports spéciaux sur lesquels on installe les signaux, et que l'on désigne sous le nom de *potences*.

Une potence est composée habituellement d'un mât en charpente métallique reposant sur une large semelle en tôle et portant un ou deux bras de même construction sur lesquels sont fixés les signaux et leurs rappels. La largeur de ces bras, auxquels on accède par un escalier ou une échelle, est suffisante pour permettre à un homme d'y circuler librement. On en construit qui ont jusqu'à 7 m. 50 de portée et sur lesquels on peut installer plusieurs signaux. On pose la potence dans l'entrevoie lorsque celle-ci est assez large, ou du côté extérieur de la voie dans le cas contraire.

La Compagnie P.-L.-M. construit et emploie des potences plus légères (fig. 155). L'accès de la console est interdit aux agents. Une échelle permet seulement d'en approcher pour l'allumage. Chaque lanterne est portée par un petit chariot que l'agent préposé à l'éclairage manœuvre du haut de l'échelle au moyen d'une chaîne sans fin.

Le Midi emploie également, depuis peu, une potence légère d'un modèle différent. L'échelle d'accès est supprimée. Les lanternes y sont suspendues sur un châssis que l'on manœuvre du pied de la potence, par l'intermédiaire de poulies et de chaînes. Mais avec ce système, le gabarit-obstacle est engagé pendant toute la durée de la manœuvre.

Dans les grandes gares, où l'emplacement fait presque toujours défaut et où il est nécessaire d'avoir le moins d'obstacles possible, gênant la vue de la circulation, on construit souvent des passerelles métalliques à grande portée qui servent de supports à toute une série de signaux.

A la gare Saint-Lazare, à Paris, une de ces constructions porte 28 signaux.



## CHAPITRE V

### TRANSMISSIONS DES SIGNAUX ET DES AIGUILLES

La transmission est l'intermédiaire qui relie le levier de manœuvre à l'appareil manœuvré.

On emploie deux espèces de transmissions.

La **transmission funiculaire** ou par **fil** pour les signaux et les aiguilles et la **transmission rigide** pour les aiguilles seulement.

**Transmission funiculaire.** — La transmission funiculaire se compose habituellement d'un fil d'acier galvanisé dont le diamètre varie

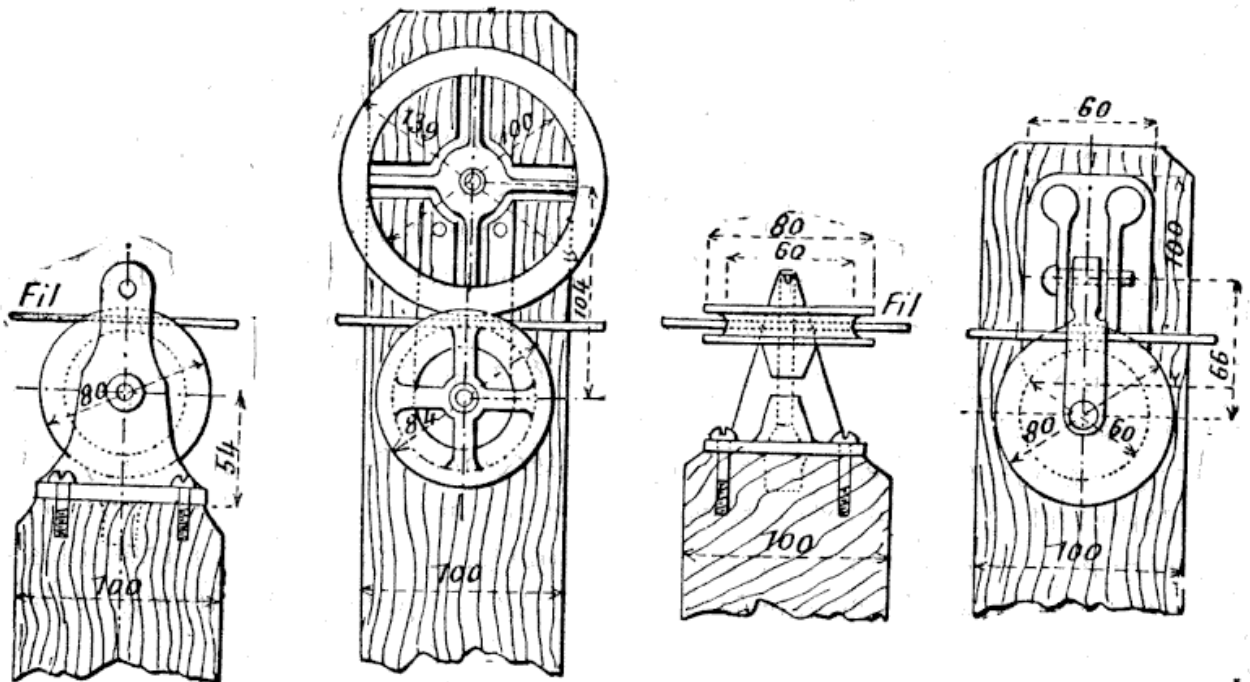


FIG. 156.  
Poulie verticale simple.

FIG. 157.  
Poulie verticale super-  
posée pour change-  
ments de pente.

FIG. 158.  
Poulie horizontale  
simple.

FIG. 159.  
Poulie universelle  
(Pose sur bois.)

de 2 mm. 7 à 4 millimètres, avec une résistance moyenne de 80 kilogrammes par millimètre carré pour un allongement de 0,25 p. 100.

Ce fil, placé à 50 centimètres environ du sol, était supporté autrefois

en alignement par des poulies verticales et, en courbe, par des poulies horizontales en fonte galvanisée roulant sur un axe en bronze (fig. 156 à 160); ces poulies étaient posées sur des piquets en bois dur de 1 m.  $\times$  0 m. 10  $\times$  0 m. 10 espacés de 15 à 20 mètres dans les courbes et de 20 à 25 mètres dans les alignements.

Depuis quelques années, on a remplacé les deux types de poulies désignés ci-dessus par un seul modèle qui s'emploie indistinctement en courbe ou en alignement. C'est la *poulie universelle*, dont la chape, mobile sur son axe, lui permet de s'incliner suivant la résultante des efforts de tension et de son propre poids. Le frottement est ainsi réduit au minimum.

On a apporté dernièrement à cette poulie un nouveau perfectionnement.

Nous venons d'indiquer que dans la manœuvre la poulie prend une certaine inclinaison; c'est là sa position normale. Au repos, elle tend à s'abaisser et, en fait, s'abaisse sous l'action de son propre poids; de sorte qu'au commencement de chaque manœuvre le fil doit la remettre dans sa position normale, d'où oscillations de la poulie autour de son axe horizontal, retards dans la transmission du mouvement et efforts supplémentaires inutiles au levier de manœuvre. On a donc pensé à fixer cette poulie dans la position imposée par la tension même du fil.

A cet effet, on a muni sa chape d'un talon qui, au moyen d'une goupille s'engageant dans des trous *ad hoc* portés par le support de la poulie, permet de fixer cette dernière sur 180 degrés, dans 13 positions différentes.

Ces poulies se fixent sur les mêmes piquets en bois ou bien avec une chape appropriée, sur des supports en fer cornière de 45  $\times$  45  $\times$  5. Pour éviter que dans son mouvement d'oscillation la poulie universelle ne vienne buter sur son support, ce qui aurait pour effet d'annuler ses avantages, il convient toujours, dans les courbes, de la fixer sur la face du support, qui est tournée du côté du centre de la courbe. Les

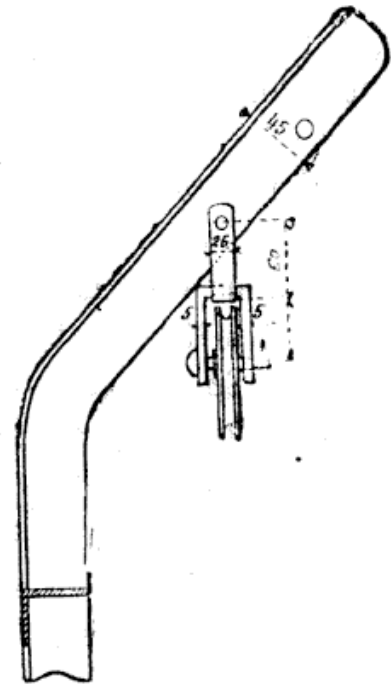


FIG. 160.

Poulie universelle. Pose sur fer.

piquets doivent être implantés très solidement dans le sol sur 50 centimètres environ de hauteur et être parfaitement nivelés. Une pose excellente dans la plupart des cas et très simple consiste à placer les têtes des piquets dans un plan parallèle au plan du roulement du rail intérieur de la courbe.

Dans les gares où les piquets fichés dans le sol sont toujours une gêne et un danger, on pose les fils sur des poulies portées par des équerres fixées au sommet de poteaux faits en vieux rails de 6 à 6 m. 50 de longueur, et dont l'espacement peut atteindre 50 à 60 mètres. Pour éviter, dans ce cas, que le fil prenne une trop grande flèche, on tend deux câbles en fil de fer de 4 millimètres réunissant les extrémités des équerres de deux poteaux consécutifs, on les relie de distance en distance par du fil de fer formant entretoise, et on y suspend au moyen de crochets les fils de transmission. On peut ainsi réunir les diverses transmissions sur une seule file de poteaux qui portent quelquefois 10, 15 et même 20 poulies universelles. On désigne cette pose sous le nom de *transmission aérienne ou surélevée*.

La manœuvre des signaux commandés par un seul fil nécessite l'emploi d'un levier de rappel que la traction du fil soulève en même temps qu'elle fait tourner le signal de 90 degrés. Dans cette position relevée, le rappel est prêt à ramener le signal à sa position primitive, en entraînant la transmission lorsque celle-ci a été lâchée ou s'est rompue.

**Calcul d'une transmission (1).** — Une transmission, quel que soit son type, ne peut dépasser une certaine longueur sans être exposée à un dérèglement continu dû surtout aux effets de la dilatation.

Pour éviter que ce dérèglement influe sur la position relative du signal, il faut que les variations de longueur dues à la dilatation soient absorbées par un excédent de course du levier de manœuvre sur celle du levier de rappel. En France, on peut considérer que la température varie de  $-10^{\circ}$  à  $+40^{\circ}$ , soit de  $50^{\circ}$ , correspondant à une dilatation linéaire par mètre courant de :

$$50 \times 0,000013 = 0 \text{ m. } 00065.$$

Si on prend le levier de manœuvre représenté à la figure 147, avec

---

(1) Abstraction faite de la dilatation du fil.

course de 300 millimètres et le rappel de la figure 143, avec course de 215 millimètres, on en déduit que la différence entre ces deux courses pourra parer aux effets de la dilatation pour une transmission qui ne devra pas dépasser:

$$\frac{0,300 - 0,215}{0,000065} = 130 \text{ m. } 77, \text{ soit } 131 \text{ mètres.}$$

Pour un signal avancé, où les courses des leviers sont respectivement 0,900 et 0,260 aux leviers de manœuvre et de rappel, la longueur de transmission pourra atteindre:

$$\frac{0,900 - 0,260}{0,000065} = 985 \text{ mètres, soit } 1.000 \text{ mètres.}$$

Ces longueurs sont évidemment des maxima, car l'excédent de course doit pouvoir également absorber les allongements du fil dus à d'autres causes.

Ceci posé, nous nous proposerons de déterminer pratiquement l'établissement d'une transmission funiculaire.

Appelons  $L$  la longueur totale de la transmission.

Lorsque le signal est ouvert, le contrepoids  $Q$ , au moment de la fermeture, doit vaincre la résistance  $f$  de son axe et du signal pen-

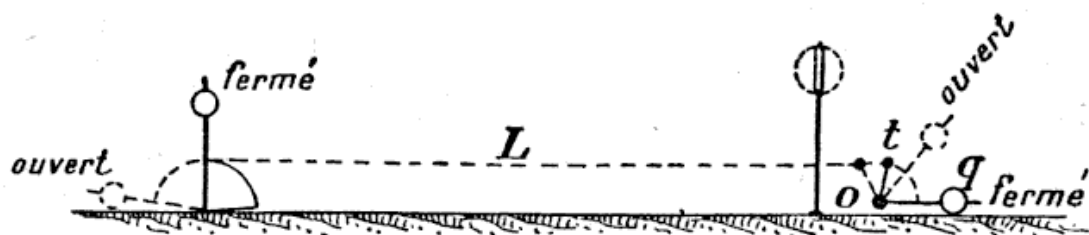


FIG. 161.

dant la rotation et la résistance  $f'$  qu'offre le fil dans les poulies. On peut donc écrire ( $f'$  étant la résistance par mètre linéaire):

$$Q = Lf' + f.$$

Les expériences faites sur le réseau du P.-L.-M. ont permis de constater: 1° que sous l'action d'un fort vent, soit 40 kilos par mètre carré, la cocarde du signal présente une résistance  $f$  de 7 à 8 kilos. d'un vent ordinaire, 5 à 6 kilos et sans vent 3 kilos; 2° qu'une transmission établie dans des conditions normales présente en moyenne

une résistance  $f'$  de 15 grammes par mètre; 3° que les poulies de compensateurs ou de mouvements de renvoi enveloppées par le fil sur le quart de leur circonférence présentent une résistance variable  $f''$ , savoir :

Pour une tension de fil de 20 kil., le frottement est de 0 kil. 700 envir.;

—	—	40	—	—	1 kil. 300	—
—	—	65	—	—	2 kil. 200	—

ce qui conduit à remarquer que les poulies de renvoi doivent être placées là où le fil est moins tendu, c'est-à-dire le plus près possible du signal.

Si nous supposons une transmission L, de 1.200 mètres de longueur, une résistance au signal de 6 kilos et aux retours d'équerre de  $f'' = 2$  kilos, nous aurons pour valeur absolue du contrepoids de rappel:

$$Q = 1200 \times 0,015 + 6 \text{ k.} + 2 \text{ k.} + 2 \text{ k.} = 28 \text{ kilos.}$$

Et en admettant que les bras du levier  $ot$  et  $oq$  soient dans le rapport de 1 à 3, le poids de la lentille Q aura pour valeur réelle:

$$\frac{28 \text{ k.} \times 1}{3} = 9 \text{ kil. } 3, \text{ soit } 10 \text{ kilos.}$$

Calculons maintenant l'effort maximum F à produire au levier de manœuvre. Cet effort devra soulever le contrepoids Q, vaincre en outre les mêmes résistances que ce dernier, c'est-à-dire  $Lf' + f + 2f''$ . Il aura pour expression

$$F = Q + Lf' + f + 2f'' = 28 \text{ kil.} + 1280 \times 0,015 + 6 \text{ k.} + 4 \text{ k.} = 56 \text{ kilos,}$$

soit 60 kilos, pour parer aux déficiences accidentelles.

Si le fil d'acier a 3 millimètres de diamètre, l'effort qu'il supportera sera de  $\frac{60 \text{ k.}}{7} = 8 \text{ kil. } 600$  par millimètre carré.

Mais pour que le levier de manœuvre reste dans sa position d'ouverture et ne puisse se redresser, il est nécessaire de le munir d'une lentille dont le poids fasse équilibre à la tension de la transmission. Cette tension au levier de manœuvre est de 60 kilos, mais elle est diminuée près du levier par les frottements de toute nature de la transmission (résistance du fil, du signal et du retour d'équerre).

Dans l'exemple ci-dessus, la tension réelle n'est plus que de

$$60 \text{ k.} - (1200 \times 0,015 + 6 \text{ k.} + 4 \text{ k.}) = 32 \text{ kilos}$$

lorsque le levier de manœuvre est rabattu.

Si nous supposons le fil attaché à 30 centimètres de l'axe de rotation, cette lentille devra être placée à 30 centimètres au-dessus du même axe, pour qu'elle fasse équilibre à la tension réelle. Si on la pose à 60 centimètres de ce même point, le bras de levier étant double, le poids de la lentille ne sera plus que

$$\frac{36}{2} = 18 \text{ kilos}$$

Ce genre de transmission, ainsi que nous l'avons déjà exposé, ne peut tenir compte que dans une certaine mesure des variations de longueur du fil de manœuvre dues à la dilatation ou aux imperfections de tension.

Aussi, ne pouvant songer à augmenter dans ce but autant qu'il le faudrait la course du levier de manœuvre, qui est d'ailleurs limitée par sa construction même, a-t-on été conduit à faire absorber l'allongement du fil par un dispositif spécial appliqué à l'origine de la transmission du côté de la manœuvre. C'est le *compensateur au départ* représenté sur la figure 144.

Le contrepoids attaché à l'extrémité libre de la chaîne de manœuvre n'exerçant son action que dans la position de signal fermé, c'est-à-dire quand le levier est relevé, doit être simplement suffisant pour tendre le fil en absorbant les variations de longueur auxquelles il est soumis, ainsi que les résistances de toute nature de la transmission.

Si on exagérait l'importance de ce contrepoids, il pourrait en résulter une influence fâcheuse sur la position du signal qui pourrait être alors sollicité à l'ouverture. Il convient donc de connaître les valeurs à lui attribuer.

Dans l'exemple qui précède:

la résistance du fil est de $1.200 \text{ k.} \times 0,015 = \dots\dots\dots$	18 kilos.
et celle de la poulie du levier de manœuvre.....	2 —
celle du retour d'équerre double est de $2 \times 2 \text{ k.} = \dots\dots\dots$	4 —

Soit ..... 24 kilos.

Le contrepoids devra donc avoir une valeur minimum de 24 kilos

variable, bien entendu, suivant la situation et l'état de la transmission, indiqués par la pratique.

La course de ce contrepoids dans le tube en fonte doit être suffisante pour permettre l'allongement du fil dû :

1° à la variation de la température:  $1200 \times 50 \times 0,000013 = 0 \text{ m. } 78$

2° à la tension du fil entre les piquets, sous l'effort de la manœuvre et à l'élasticité du métal dont l'ensemble, pour une transmission de 1.200 mètres, ne dépasse pas 0 m. 34

Soit en tout ..... 1 m. 12

et pratiquement 1 m. 20.

**Transmission avec relais.** — Dans le but de réduire l'effort à exercer au levier de manœuvre et aussi celui que doit supporter le fil (tout au moins sur une partie de sa longueur) on a envisagé l'installation de transmissions dites à *relais*.

Un *relais* se compose, en principe, de deux poulies solidaires ayant

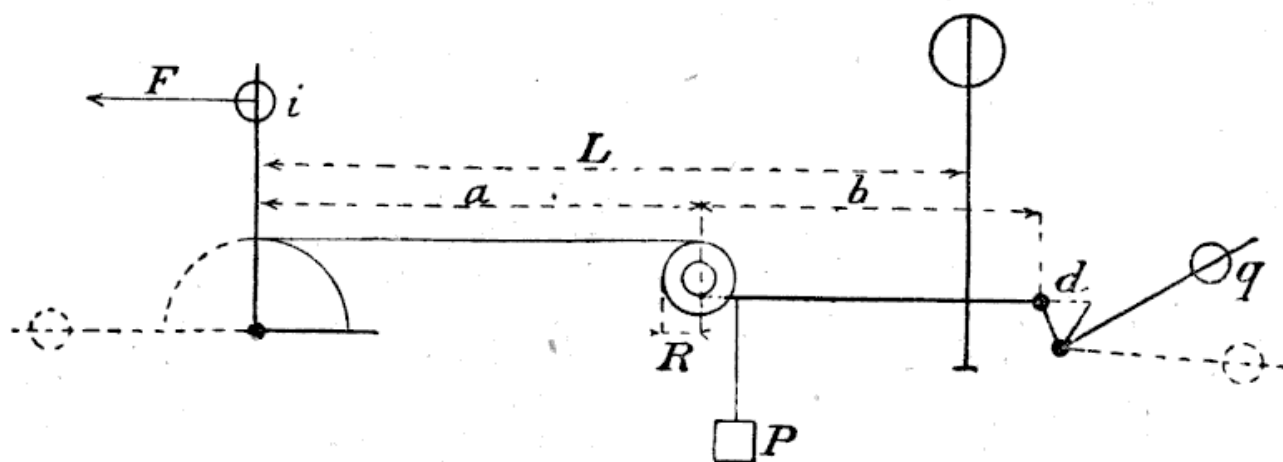


FIG. 162.

des diamètres différents. Le fil venant du levier de manœuvre s'enroule sur la plus grande de ces poulies et se fixe dans sa gorge; le fil allant au signal s'enroule sur la petite poulie et s'y trouve de même fixé.

La grande poulie soutient en outre, par l'intermédiaire d'une chaîne, un contrepoids de suspension.

Proposons-nous d'établir une transmission avec relais disposée ainsi que l'indique schématiquement la figure 162.



Appelons :

$F$ , l'effort à exercer sur le levier de manœuvre;

$\rho$ , la résistance par mètre de transmission;

$P$ , le poids du contrepoids du relais agissant sur la poulie du rayon  $R$ ;

$r$ , le rayon de la poulie de commande du fil allant au signal;

$f'$ , le frottement des poulies du relais rapporté à l'extrémité du rayon  $R$ ;

$q$ , le poids du rappel rapporté au point d'attache de la transmission.

Le contrepoids  $q$  du rappel qui entraîne le signal et la transmission  $b$  a pour valeur :

$$q = f + b\rho.$$

Le contrepoids  $P$  du relais agissant avec un bras de levier  $R$  doit être assez fort, non seulement pour soulever  $q$ , mais encore vaincre la résistance au frottement du signal et du rappel et entraîner les fils  $a$  et  $b$  fixés l'un à la poulie du rayon  $R$  et l'autre à la poulie du rayon  $r$ . Mais ce contrepoids  $P$  bénéficie lui-même du frottement  $f'$  des poulies.

La relation d'équilibre pourra ainsi s'écrire :

$$(P - f')R = (q + f + b\rho)r + a\rho R = (2f + 2b\rho)r + a\rho R$$

D'où l'on tire :

$$P = (2f + 2b\rho) \frac{r}{R} + a\rho + f'.$$

Il faut maintenant déterminer  $F$ , c'est-à-dire l'effort à développer au levier de manœuvre. Cet effort doit être suffisant pour déplacer la transmission  $a$  et soulever le contrepoids  $P$ . Puisqu'il agit sur le même bras de levier  $R$ , on a, en tenant compte du frottement des poulies :

$$F = \rho a + P + f' \text{ et en remplaçant } P \text{ par sa valeur :}$$

$$F = (2f + 2b\rho) \frac{r}{R} + 2a\rho + 2f'.$$

Il est bien évident qu'aussitôt le mouvement de manœuvre commencé, cet effort maximum tend à diminuer, parce que le contrepoids  $q$  qui se rabat ajoute son effort à celui de  $F$ . La valeur de  $F$

devrait donc être normalement diminuée de la valeur de  $q$ , mais pratiquement, il convient de n'en pas tenir compte.

Les effets dus aux variations de la température imposant la relation

$$\frac{r}{R} = \frac{b}{a},$$

on obtiendra la réduction cherchée de l'effort  $F$  en donnant aux rapports

$$\frac{r}{R} \quad \text{et} \quad \frac{b}{a}$$

une valeur convenable (pratiquement  $\frac{1}{2}$ ).

Le poids de la lentille  $i$  à poser au levier de manœuvre pour l'empêcher de se relever agissant avec un bras de levier égal à  $R$  est égal au contrepoids  $P$ , diminué des frottements des poulies du relais et de la transmission, c'est-à-dire

$$i = P - (f' + a\varphi).$$

Mais l'interposition d'un relais dans la transmission ne permet plus à un compensateur placé à l'origine de fonctionner utilement. En outre, cet appareil présente un grave défaut: les poulies étant solidaires, si le fil vient à se rompre lorsque le signal est fermé, le contrepoids  $P$  en descendant entraîne la transmission  $b$ , soulève le contrepoids et met le signal à voie libre. Pour remédier à ces inconvénients, on a imaginé des relais spéciaux dits *compensateurs de dilatation*, qui mettent le signal à l'arrêt en cas de rupture de l'un quelconque des fils.

Nous ne mentionnerons que les deux types qui présentent la solution la plus simple et sont le plus communément employés en France.

**Compensateur pour faibles distances** (type P.-L.-M.) (fig. 163). — Cet appareil se compose d'un poteau en fer, solidement fixé au sol, portant à sa partie supérieure un support en fonte avec un axe en fer autour duquel peut tourner un levier à trois branches d'équerre. La branche la plus longue porte un contrepoids à réglage variable; la branche supérieure porte un levier dit de *déclanchement* tournant autour d'un axe horizontal. A une des extrémités du levier de déclan-

chement est fixé le fil allant au levier de manœuvre et à l'autre est accrochée une chaîne de 2 mètres de longueur rattachée elle-même à l'extrémité du fil venant du signal après avoir passé sur une poulie portée par la branche inférieure du levier à trois bras.

Cet appareil se pose généralement au milieu de la transmission et, dans ce cas, les axes *a* du levier de déclanchement et *b* de la poulie doivent se trouver à la même distance du centre de rotation *o*. Si le

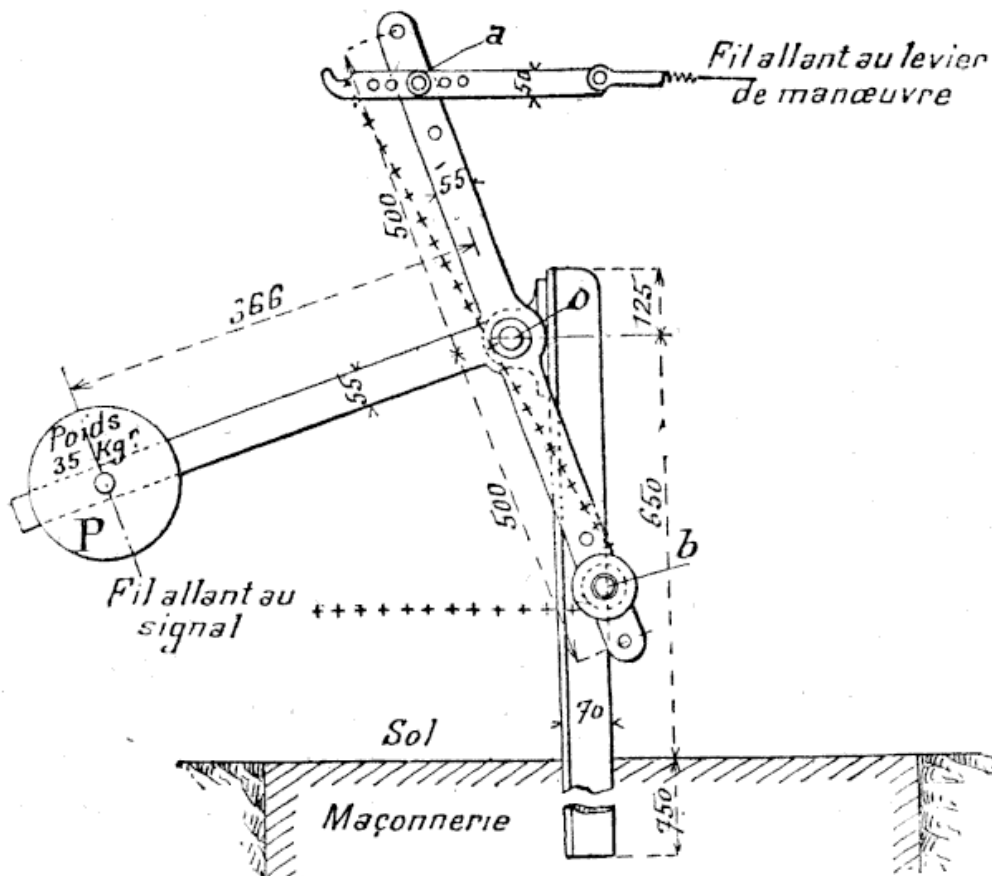


FIG. 163.

Compensateur pour petites distances.

terrain ne permet pas de poser le compensateur à cet emplacement, on fait varier la position du levier de déclanchement ou de la poulie au moyen des trous percés dans le levier d'équerre, de façon que la longueur des branches supérieure et inférieure soit proportionnelle aux longueurs respectives des deux parties de la transmission.

Si le fil casse entre le compensateur et le signal, le rappel fonctionne comme d'habitude en entraînant la partie brisée de la transmission; si la rupture a lieu entre l'appareil et le levier de manœuvre, le contrepoids *P* bascule, entraîne dans ce mouvement la partie de la

transmission brisée; le maillon de la chaîne du signal abandonne le levier de déclanchement. Cette partie de la transmission devenant libre est entraînée immédiatement par le levier de rappel qui met aussi le signal à l'arrêt.

Il y a lieu de remarquer également que l'emploi d'un compensateur a pour effet de renverser la manœuvre ordinaire. Dans la position citée ci-dessus, pour que le contrepoids P soit relevé, il faut qu'il ait été entraîné par la transmission et par suite que le levier de manœuvre soit rabattu. Or, dans cette position, le signal est fermé, tandis qu'avec une transmission ordinaire, lorsque le signal est fermé, le levier est droit.

La pose de ce compensateur n'offre aucune difficulté et son prix de pose est variable suivant la nature du terrain. Il est souvent nécessaire de le fixer dans un massif de maçonnerie. Cet appareil est employé dans les transmissions dont la longueur varie de 500 à 1.000 mètres.

**Compensateur pour grandes distances.** — Il en existe de plusieurs types, mais le système employé sur presque tous les réseaux français (P.-L.-M. et P.-O. exceptés), avec quelques variantes dans la distance, est le compensateur Robert (fig. 164).

Il est simple, robuste, de réglage facile, mais doit être posé exactement au milieu de la transmission.

Le P.-L.-M. emploie le compensateur Dujour formé de poulies de diamètres inégaux, ce qui permet de faire varier son emplacement de  $\frac{65}{100}$  à  $\frac{68}{100}$  de la longueur totale de la transmission, en comptant à partir du levier de manœuvre.

Son réglage est assez délicat.

**Compensateur système Robert.** — Cet appareil se compose d'un poteau en fer (souvent un vieux rail) portant à sa partie supérieure un support en fonte avec axe, sur lequel sont montées deux poulies folles à gorge de même diamètre. Une des poulies reçoit la chaîne qui termine le fil venant du levier de manœuvre et qui vient s'attacher à l'extrémité d'une sorte de levier A de déclanchement auquel est suspendu le contrepoids P. L'autre poulie reçoit la chaîne qui termine

la transmission allant au signal et qui vient s'accrocher à l'autre extrémité du levier de déclanchement.

Tout allongement ou toute contraction du fil sous l'influence de la température est immédiatement annulé, comme dans l'appareil précédent, par le contrepoids P réglable à volonté au moyen de contrepoids additionnels.

Comme dans le compensateur à petite distance, en cas de rupture de fil, le signal se met à l'arrêt.

La pose de cet appareil ne présente rien de bien particulier. Les deux poulies étant d'égal diamètre, on l'installe, comme il a été dit, au milieu de la transmission (1).

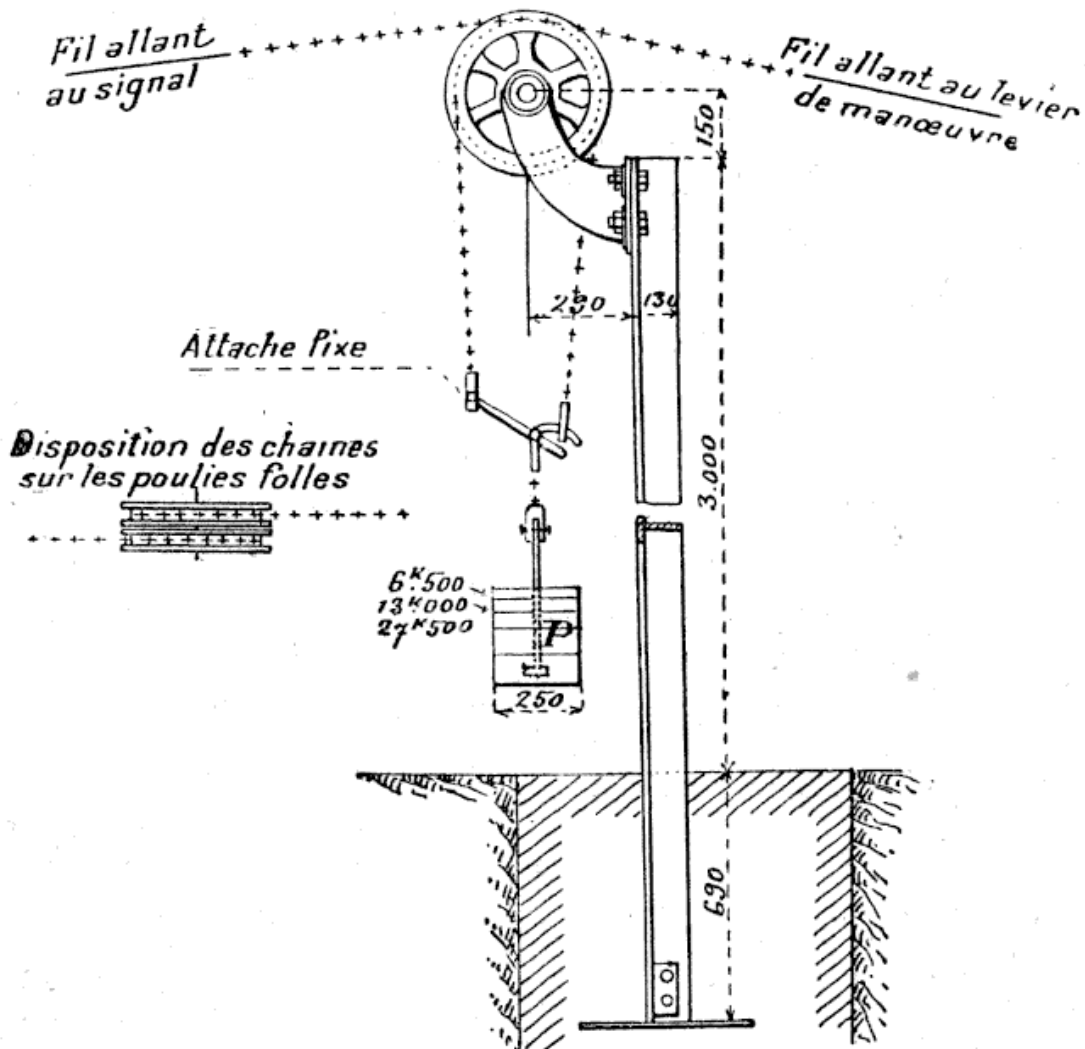


FIG. 164.

Compensateur pour grandes distances.

(1) Il convient de remarquer que, dans ces conditions, l'effort à exercer au levier de manœuvre n'est pas atténué par le compensateur.

### Observations sur l'emploi des compensateurs dans les transmissions de signaux déjà posés

L'emploi des compensateurs entraîne la suppression des systèmes déjà existants: compensation au levier de manœuvre ou de rappel. En outre, il est nécessaire de diminuer le contrepoids du rappel parce qu'il n'a plus qu'une partie de la transmission à entraîner et de ne lui donner que la puissance suffisante pour fermer le signal; car tout poids supplémentaire entraîne forcément un supplément de poids au compensateur et il peut arriver que le signal qui ne fonctionnait en premier lieu qu'avec un rappel de 20 à 30 kilos obéisse parfaitement, après la pose du compensateur, avec un poids moitié moindre.

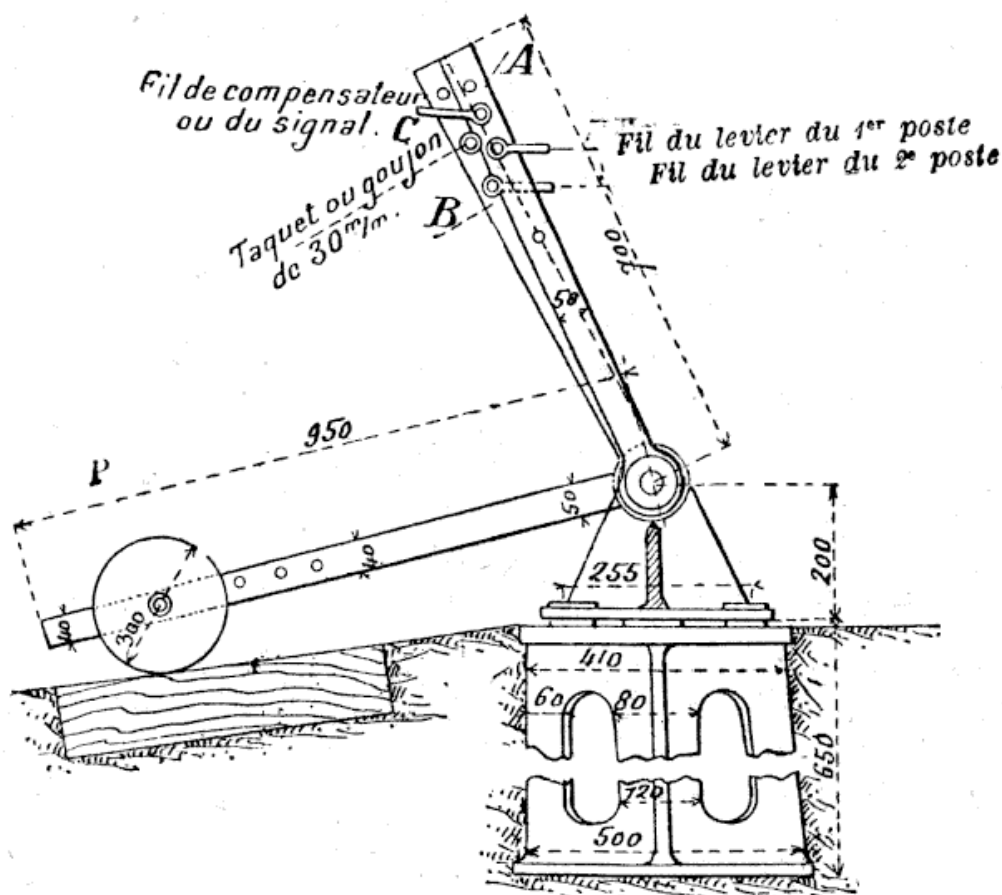


FIG. 165.

Appareil de raccordement de deux transmissions. (Position du signal ouvert, leviers rabattus.)

**Appareil de raccordement de deux transmissions.** — On nomme ainsi un appareil qui permet de manœuvrer un même signal par deux ou plusieurs leviers posés à des postes différents dans le but d'éviter

la pose, l'un à côté de l'autre, de deux signaux ayant même signification ou dont les significations pourraient être contradictoires. Le principe de l'appareil est le suivant: il permet à l'un quelconque des leviers de manœuvre de fermer le signal, alors que pour l'ouvrir, le consentement de tous les postes est nécessaire.

L'appareil représenté par la figure 165 correspond à la manœuvre d'un signal par deux postes. Il se compose d'une chaise en fonte portant un axe fixé solidement sur un socle en fonte ou un châssis en bois. Sur l'axe sont montés à frottement doux deux leviers: sur le premier, levier A à une branche, sont attachés par une manille le fil venant d'un poste et celui allant au signal; sur le deuxième levier B à deux branches et à contrepoids, est fixé à la branche supérieure le fil venant du deuxième poste. Cette branche porte également un taquet C qui relève le levier A lorsque ce dernier est rabattu, c'est-à-dire lorsqu'il occupe la position de signal ouvert et que le deuxième poste manœuvre le levier B. On voit de suite, d'après ces dispositions qui impliquent nécessairement un compensateur entre l'appareil et le signal, que les deux postes peuvent indépendamment l'un de l'autre relever leurs leviers A et B pour fermer le signal, il faut que ces deux postes aient manœuvré à l'ouverture leurs leviers respectifs pour que l'ouverture du signal soit obtenue.

Dans la pose, il faut veiller, au moment du réglage des transmissions, à ce que le contrepoids P ne touche pas le sol.

**Appareil de fermeture automatique de signaux.** — D'une façon générale, la plupart des signaux doivent être fermés immédiatement après le passage du train.

Lorsque ceux-ci passent à des intervalles assez rapprochés, cette manœuvre devient une sujétion importante et peut-être, par oubli ou par négligence, une source d'accidents. Aussi a-t-on cherché à faire exécuter cette manœuvre en temps opportun par les trains eux-mêmes.

L'appareil le plus répandu actuellement est du système Aubine. Il se compose de trois parties:

L'appareil proprement dit;

La pédale;

Le rappel.

L'appareil est formé d'un support portant un arbre vertical A sur



lequel est clavetée une manivelle M où vient s'attacher le fil du levier

de manœuvre F, ainsi que le fil manœuvrant le rappel H de l'appareil ; une deuxième manivelle N venue de fonte avec un plateau où est fixé le fil allant au signal, est mobile autour de cet arbre ; un levier K pouvant tourner autour d'un axe horizontal supporté par l'arbre A porte un talon qui, en s'engageant dans une encoche faite dans une nervure en rampe hélicoïdale venue de fonte avec le plateau manivelle N, rend ce dernier solidaire de l'arbre A et, par suite, de la manivelle M.

Un arbre horizontal G, maintenu par deux supports, est terminé à une extrémité par une pédale placée le long du rail et s'élevant à quelques centimètres au-dessus, lorsque le signal est ouvert ; l'autre extrémité porte un levier Q à contrepoids équilibrant la pédale et dont le bout en forme de bec s'engage sous le levier mobile K.

Dans cette position le tout est solidaire. Le signal se manœuvre donc comme d'habitude : soit pour l'ouvrir, soit pour le fermer.

Supposons maintenant le signal ouvert, la pédale P est relevée ainsi que le contrepoids H. Une machine ou un train venant à

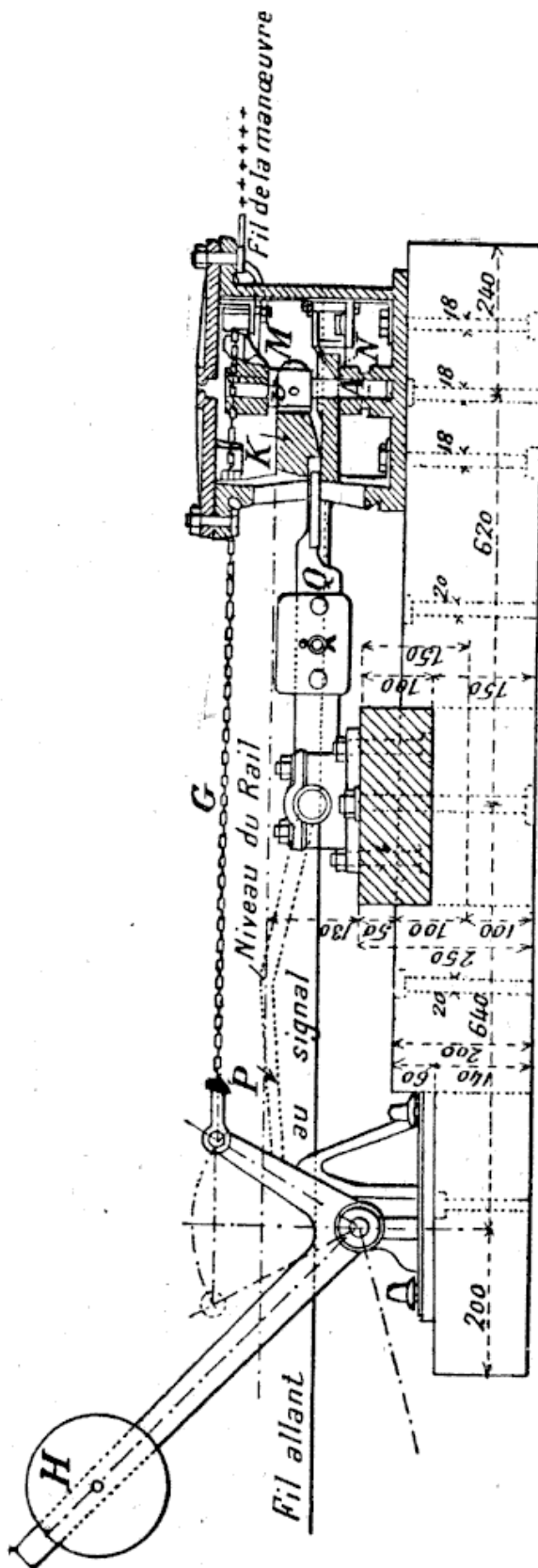


FIG. 166. — Position du signal ouvert.

passer, le bandage de la première roue abaisse la pédale et par suite relève le levier Q. Ce dernier dégage le talon du levier K de son encoche; le plateau-manivelle N rendu libre et étant sollicité par le contrepoids du signal ouvert est entraîné rapidement par la fermeture du signal. Le levier K ne pouvant plus s'engager dans la rainure se trouve appuyé sur la nervure de la rampe du plateau et, par suite, relevé; cette position a pour effet de maintenir la pédale abaissée au-dessous du rail et de la mettre ainsi à l'abri des autres roues aussitôt que le premier véhicule a provoqué le déclanchement.

Pendant ces divers mouvements, la manivelle M et par conséquent le contrepoids H et le levier de manœuvre n'ont pas bougé. Ce dernier occupe toujours la position de voie libre et pour pouvoir ouvrir le signal à nouveau il faut que l'agent manœuvre le levier comme s'il voulait en provoquer la fermeture (1). Le fil du levier se détend alors, le contrepoids H s'abaisse, entraîne la manivelle M et par suite le levier K, dont le talon suit la rampe hélicoïdale et vient tomber dans son encoche.

Les deux manivelles M et N sont de nouveau rendues solidaires et le signal précédemment fermé et qui, dans cette manœuvre, n'a pas bougé, peut alors être mis à voie libre par la manœuvre ordinaire du levier.

La pose de cet appareil est facile; on le met entre le signal et le levier de manœuvre à une distance quelconque, mais généralement à 10 ou 20 centimètres en arrière du signal, de façon que la fermeture du disque soit assurée aussitôt que la machine l'a franchi. Lorsque la transmission est à deux fils, à quelques mètres en avant de l'appareil on installe une poulie à double gorge dans l'une desquelles on fixe ces fils; puis à partir de ce point on installe un seul fil jusqu'au signal, auquel on adjoint, dans ce cas, un contrepoids.

**Appareil porte-pétard.** — Pour augmenter la sécurité et appeler d'une façon toute spéciale l'attention du mécanicien et du personnel du train *sur les lignes à double voie*, on munit les signaux avancés ou d'arrêt absolu protégeant l'entrée des gares d'un appareil portant des pétards détonants qui se placent automatiquement, par la manœuvre

---

(1) On voit donc que l'emploi de cet appareil ne supprime aucune des manœuvres normales du levier.

du mât lui-même, sur le rail lorsque le *signal est à l'arrêt* et s'en écartent dans le cas contraire.

Leur écrasement par la machine provoque leur explosion qui prévient le mécanicien qu'il vient de franchir un signal à l'arrêt et lui commande de prendre les mesures de sécurité nécessaires.

Cet appareil se compose d'une tige de fer horizontale reliée par une extrémité à une manivelle clavetée sur l'arbre du signal qui lui com-

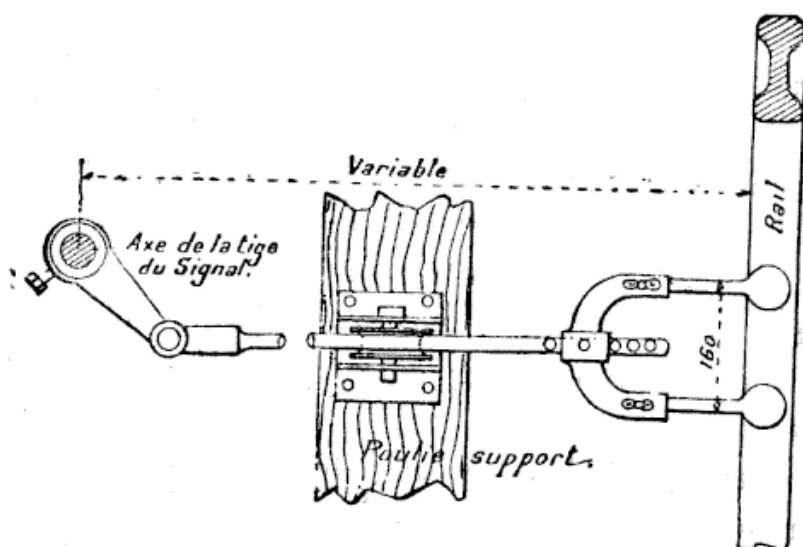


FIG. 167.

Appareil à pétards.

munique un mouvement de va-et-vient suivant que le signal tourne dans un sens ou dans l'autre.

L'autre extrémité porte une pince double en forme de fourche dont chaque branche porte un pétard. La tige posée perpendiculairement à la voie est supportée dans sa longueur par une ou deux poulies à gorge et est recouverte généralement d'une gaine en tôle de fer.

**Porte-pétard système Rabier-Leroy, pour lignes à voie unique.** — Sur les lignes à voie unique, le porte-pétard ordinaire n'est pas applicable, car il provoquerait l'explosion du pétard aussi bien lorsque le signal fermé serait abordé par l'arrière que lorsque le signal serait abordé par l'avant.

L'appareil Rabier-Leroy répond à cette condition.

Il se compose d'une pédale A (voir fig. 168), mobile autour d'un axe O', porté par un support. Une des branches de cette équerre actionne le porte-pétard P, par l'intermédiaire d'une bielle B.

L'axe  $O'$  de la pédale est disposé de telle façon que celle-ci dans sa position normale, c'est-à-dire voie fermée, a sa partie supérieure en légère saillie au-dessus du rail. De plus, elle peut osciller librement dans le sens de la flèche  $F$  et reprendre ensuite, par son propre poids, sa position primitive; tandis que si elle est sollicitée en sens inverse, dans le sens de la flèche  $F'$  elle se cale sur l'axe  $O'$  et entraîne, par rotation autour du point  $O$ , l'équerre  $E$ , la bielle  $B$  et, par suite, le porte-pétard qui vient alors reposer l'extrémité de sa tige  $P$  sur le rail.

Il résulte de cette disposition que tous les trains venant dans le sens de la flèche  $F$  ne peuvent armer le porte-pétard, tandis que les trains

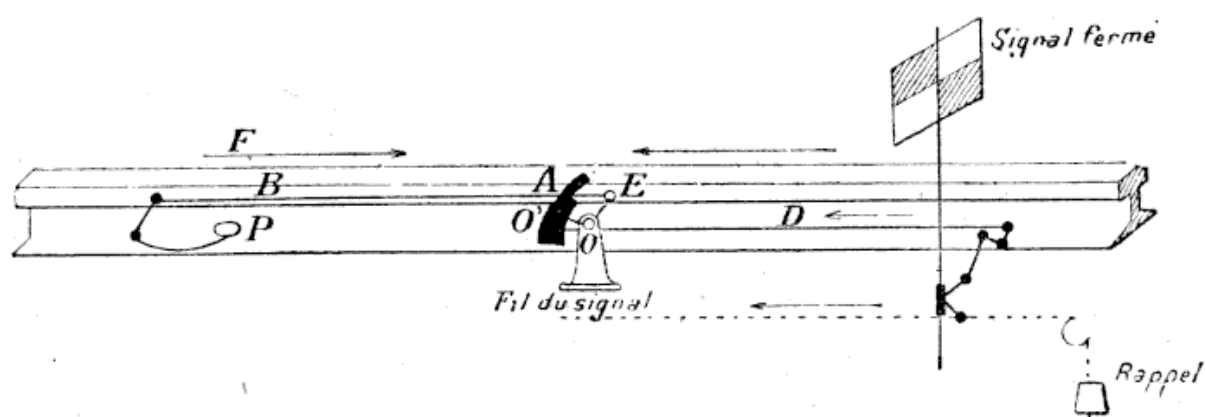


FIG. 168.

Schéma de la manœuvre et du porte-pétard Rabier et Leroy.

venant de la direction  $F'$  et qui franchissent le signal à l'arrêt actionnent la pédale et écrasent le pétard.

Il est également nécessaire d'éviter que la pédale soit heurtée par un train franchissant un signal ouvert. A cet effet, une tringle  $D$ , manœuvrée par la transmission même du signal, se déplace longitudinalement et son extrémité libre vient heurter l'extrémité inférieure de la pédale qui oscille alors autour de l'axe  $O'$  et vient s'abaisser au-dessous du niveau du rail.

## TRANSMISSIONS RIGIDES

L'emploi de ces transmissions a été déterminé par les avantages que présentent, dans certains cas, la manœuvre des aiguilles à distance pour éviter aux agents des corvées inutiles et parfois dangereuses et par la nécessité où l'on se trouve, dans bien des cas, de

grouper les leviers les uns à côté des autres, de manière à assurer entre eux une certaine dépendance.

La transmission rigide se compose de tubes en fer étiré, sans sou-

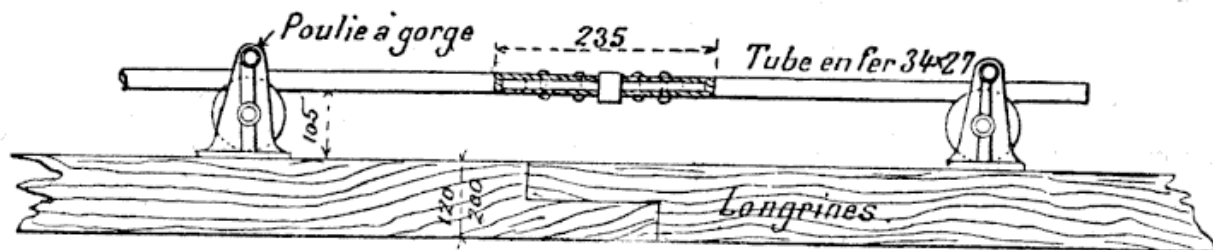


FIG. 169.

de, de 4 à 5 mètres de longueur et de  $34 \times 27$  de diamètre supportés par des poulies verticales ou des boîtes à billes espacés de 1 m. 50 à

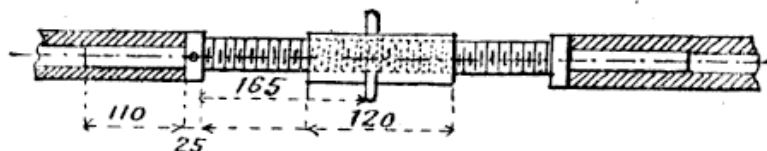


FIG. 170.

Manchons et vis d'assemblage de tubes.

2 mètres. Ces poulies sont fixées sur des longrines en chêne posées généralement dans le même sens que la transmission et reposant sur

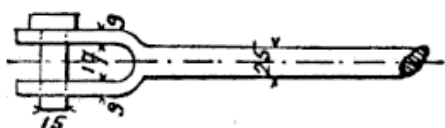


FIG. 171.

Bielle avec chape de 1/ millimètres.

le sol par l'intermédiaire d'une couche de ballast bien pilonnée de 10 centimètres d'épaisseur. Les longrines sont assemblées entre elles par des entailles à mi-bois. Les tubes sont assemblés

soit par un manchon taraudé, soit par

un axe en fer pénétrant dans les tubes et sur lequel ces derniers sont rivés; ils sont réunis aux divers types de leviers de manœuvre

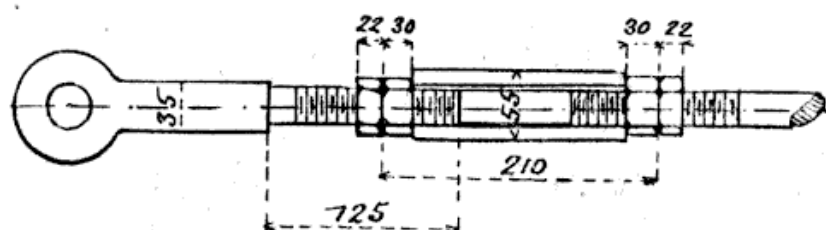


FIG. 172.

Triangle avec fuseau de réglage

et aux appareils à manœuvrer par des bielles à chape terminées généralement par un bout fileté avec écrou se vissant dans un man-

chon ou fuseau de réglage qui permet de faire varier de quelques centimètres la longueur de la transmission.

**Compensateurs.** — Pour annihiler les effets dus aux variations de la température, on intercale au milieu de ces transmissions des compensateurs dont il existe deux types, l'un horizontal et l'autre vertical. Le premier est constitué par un balancier porté par un support en fonte aux extrémités duquel sont fixées, au moyen de chapes, les deux parties de la transmission; le deuxième, par deux équerres verticales pivotant autour d'un axe horizontal porté également par un support en fonte.

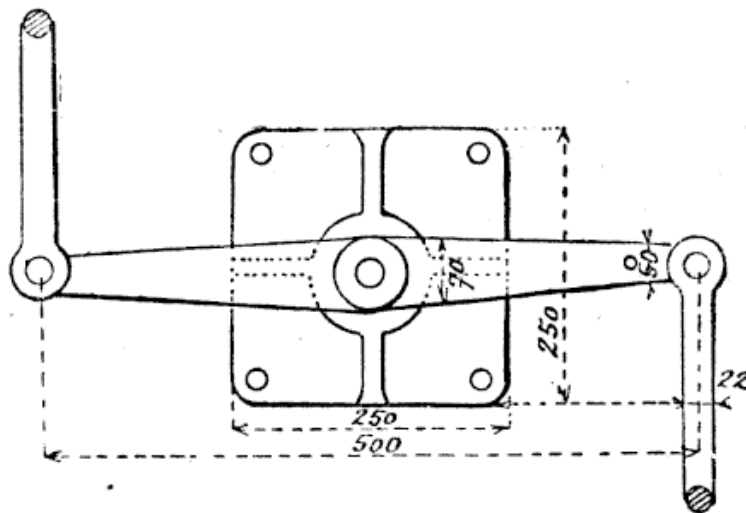


FIG. 173.

Compensateur horizontal.

Un des bras de chaque équerre est relié à la transmission et les deux autres bras sont reliés ensemble par une bielle. On voit que si la transmission s'allonge, par exemple, les équerres tournent en sens contraire d'un angle égal.

Dans la pose, il faut remarquer que le sens du mouvement est renversé par l'emploi de ces compensateurs.

Lorsque la transmission doit suivre une courbe, on ne peut songer à la poser de cette façon. On l'installe alors en tronçons polygonaux articulés à chaque sommet et reliés à un support au moyen d'une bielle.

Lorsque le changement de direction est par trop brusque ou même à angle droit, les deux extrémités de la transmission viennent aboutir par l'intermédiaire d'une chape sur les deux bras d'une équerre à angle obtus dont l'axe de rotation est vertical.

Lorsque la transmission est posée dans une entrevoie fréquentée ou lorsqu'elle traverse ces voies, il est indispensable de la recouvrir. On emploie pour cela soit un revêtement en planches de chêne goudronnées de 30 à 40 millimètres d'épaisseur, sorte de coffres à trois côtés, soit un caniveau en briques creuses de grandes dimensions. Mais, dans ce cas, le prix de la transmission est sensiblement augmenté.

La longueur maximum d'une transmission rigide paraît être de 250 à 300 mètres, à cause des efforts considérables que sa manœuvre exige.

Il convient, en effet, pour une transmission de cette nature, de compter sur un effort de 2 k. 700 par 100 mètres, auquel il faut ajouter

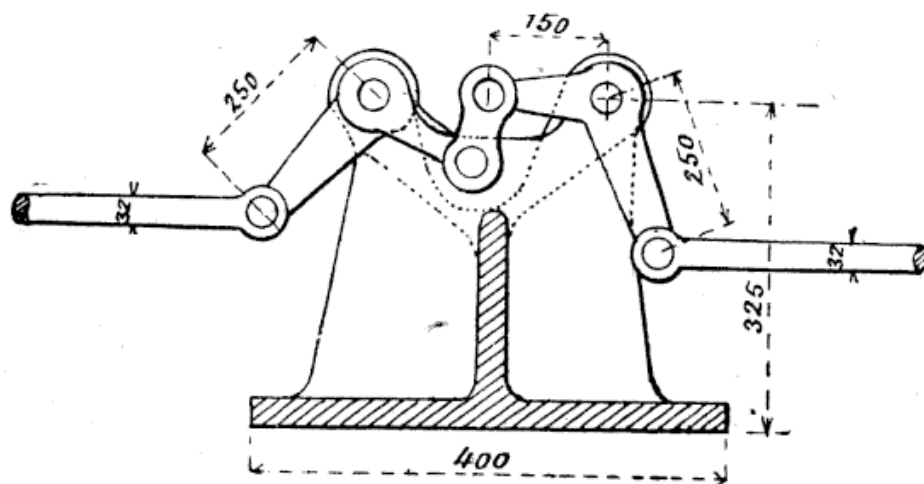


FIG. 174.

Compensateur vertical.

l'effort nécessaire à la manœuvre des appareils actionnés par la transmission qui peut, pratiquement, être évaluée, à la poignée du levier, aux chiffres suivants :

Pour un changement de voie ordinaire, 6 kilos ;

Pour un changement de voie muni d'un appareil de verrouillage, 10 à 15 kilos ;

Pour un compensateur, un retour d'équerre, un balancier ou une genouillère, 300 à 600 grammes.

**Manœuvre par fil des aiguilles.** — La transmission rigide coûtant relativement cher, 10 à 15 francs le mètre, suivant le cas, on a essayé de manœuvrer à distance les aiguilles, verrous, pédales, au moyen de fils d'acier. La manœuvre ne pouvant être alors exécutée que par trac-



tion, il faut deux fils pour agir dans les deux sens et par suite établir, au départ et à l'arrivée de cette transmission, soit un balancier, soit une poulie à double gorge; de cette façon, tout effort exercé dans un sens ou dans l'autre par le levier de manœuvre se traduit à l'appareil par un *effort de traction* de l'un des fils. Pour transmettre cet effort à l'appareil, il n'y a qu'à le réunir, par une tringle rigide articulée, soit à la poulie, soit au balancier.

La dilatation du fil est compensée dans les réseaux français, sauf au réseau de l'Etat, en exerçant une tension constante sur un ou plusieurs points de la transmission au moyen d'un poids mobile. Mais en Suisse et en Allemagne, on compense les effets de variation du fil

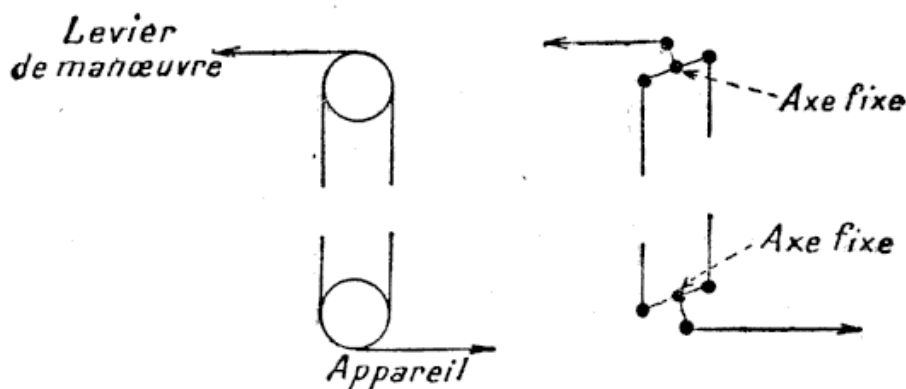


FIG. 175.

par *sa tension*, c'est-à-dire que ce fil fortement tendu entre ses supports, de manière à ne présenter aucune flèche appréciable, annule par cette tension même tout effet d'allongement ou de contraction. Toutefois le réglage présente de sérieux inconvénients.

Nous signalons ce fait sans nous y appesantir, en faisant remarquer cependant que ce genre de transmission n'est pas très répandu en France et que lorsque sa longueur atteint 250 à 300 mètres la manœuvre est assez fatigante, surtout lorsqu'on actionne avec un seul levier l'aiguille, son verrou et une pédale. Son seul avantage est d'être économique.

**Transmission hydro-dynamique.** — La manœuvre des appareils de voie s'exécute également au moyen de la pression de l'eau. A l'Exposition universelle de 1889, deux ingénieurs italiens, MM. Bianchi et Servetaz, avaient fait une installation de ce système. Depuis, quelques

applications en ont été faites par les réseaux du Midi, du Nord, du P.-O., de l'Etat et du P.-L.-M. La pression est obtenue, lorsque le poste est peu important, par un accumulateur, que l'agent, à ses moments perdus, manœuvre au moyen d'une pompe; mais lorsqu'il s'agit d'une installation importante, il est indispensable d'actionner l'accumulateur par un moteur.

Le mouvement des appareils est obtenu par des pistons mus par l'eau sous pression au moyen de l'ouverture ou de la fermeture de robinets agissant sur un petit tiroir de distribution.

A l'heure actuelle, c'est encore une transmission de luxe; les dépenses de premier établissement sont élevées et les frais d'entretien considérables.

**Transmission électrique.** — Cette transmission commence depuis quelques années à se répandre; elle est employée au Nord, à l'Ouest, au P.-L.-M., au P.-O. et à la Compagnie du Midi.

D'une façon générale, les appareils sont mis en mouvement par une petite machine électrique qui reçoit le courant par l'intermédiaire d'un câble venant de l'usine productrice d'électricité.

L'emploi de ce système ne paraît pratique actuellement que dans les lieux où existe déjà une source d'électricité pouvant fournir l'énergie nécessaire.

**Transmission pneumatique.** — Ce système, qu'on rencontre dans un certain nombre de gares des Etats-Unis, est caractérisé par l'emploi de l'air comprimé à basse pression ( $1/2$  atmosphère pour la manœuvre proprement dite des aiguilles ou signaux), qui dispense de recourir à des canalisations coûteuses et permet les réparations sur place sans que le fonctionnement des appareils soit longtemps interrompu. La manœuvre des leviers est extrêmement douce. Ils sont de dimensions très réduites, n'ayant aucun effort à vaincre et leur nombre dans un même poste peut être considérable. Ils se prêtent, en outre, facilement aux combinaisons d'enclenchements les plus variées.

Le système n'a pas encore reçu d'application sur les chemins de fer français.

**Transmission électro-pneumatique.** — C'est un perfectionnement du système précédent, qu'il tend à supplanter partout parce que moins délicat et se prêtant encore plus facilement à toutes les combinaisons possibles d'enclenchement.

Il conserve aux signaux et aux aiguilles la manœuvre pneumatique mais actionne électriquement les distributeurs des petits moteurs à air comprimé affectés à chaque appareil et assure, électriquement aussi, le contrôle du fonctionnement de ces moteurs.

Le courant utilisé est un simple courant de pile.

Le système électro-pneumatique est appliqué à titre d'essai sur les réseaux de l'Est et de l'Orléans.

## Poids, Prix de revient et de pose de quelques appareils de sécurité

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL	POIDS	PRIX de l'appareil sans lanterne	PRIX de la pose	OBSERVATIONS
Signal à plaque ronde.....	kilogr. 870	fr. 525	fr. c. 80 »	Signal 325 fr.   Levier 136 fr.   Rappel 64 fr.
— d'arrêt absolu rouge.....	700	410	60 »	263 fr.   91 fr.   60 fr.
— — jaune.....	700	55	10 »	Avec montant en fer.
— position d'aiguille.....	120	100	15 »	Non compris le levier de manœuvre.
— direction d'aiguille.....	200	81	20 »	Non compris les maçonneries.
— de bifurcation indépendant.....	150	30	5 »	—
— — solidaire.....	50	79	15 »	—
— — fixe et isolé.....	125	315	20 »	Non compris le levier de manœuvre.
Sémaphore à 1 direction, de 5 mètres de hauteur.....	500	450	30 »	—
— — à 1 — — — — —	700	355	20 »	—
— — à 3 — — — — —	560	490	30 »	—
— — à 2 — — — — —	770	110	20 »	Non compris le levier de manœuvre.
Petit signal d'arrêt absolu (pour les gares).....	220	1.110	100 »	(1) Compris dans le montage de la po-
Potence de 4 mètres avec plancher.....	2.280	2.050	300 »	tence.
— — de 7 m. 50.....	4.360	60	(1)	Non compris la maçonnerie.
Signal pour potence (rouge ou jaune).....	85	114	10 »	
Compensateur pour transmission funiculaire:	312	51	8 »	
1° A grande distance.	87	Le m. lin. 0,30 à 0,40	0 05	
2° A faible distance.		Le m. lin. 10 à 13 fr.	1 »	
Transmission funiculaire à 1 fil.....		220	20 »	Variable suivant le
— — rigide à 1 tube.....		100	20 »	cube des
Treuil pour manœuvre de signal ou barrière à distance	208	380	Variable	fondations.
Barrière de 4 mètres d'ouverture (pivotante).....	620	290	est d'envi-	ron 50 fr.
— — de 4 m. 50 — — (roulante).....	1.240	50	par barrière.	20 »
— — de 4 mètres — — (à bascule).....	530			Complètes avec poteau et arrêt, mais
Portillon de 1 mètre, isolé, avec poteaux.....	145			sans portillon.

# TABLE DES MATIÈRES


---

	PAGES
CHAPITRE PREMIER. — <b>Matériel de voie courante</b> .....	5
§ 1 <sup>er</sup> . — VOIE SUR TRAVERSES EN BOIS.....	5
Généralités .....	5
Efforts auxquels la voie est soumise.....	6
Jeu de la voie. — Conicité des bandages.....	7
Unification du matériel de voie.....	8
<i>Rails actuellement employés</i> .....	9
Forme des rails .....	9
Profil, poids et dimensions des rails.....	10
Métal des rails.....	12
Usure des rails.....	15
Longueur des rails. Joints. Soudures.....	17
Cheminement des rails .....	19
<i>Rails « Standard »</i> .....	20
Forme des rails.....	20
Profils, poids et dimensions des rails.....	20
Métal des rails .....	25
Longueur des rails .....	25
<i>Eclisses</i> .....	25
Eclisses actuellement employées .....	25
Eclisses « Standard » .....	32
Boulons d'éclisses .....	33
Coussinets .....	37
Bagues .....	41
Selles .....	42
Attaches .....	45
a) Crampons et chevillettes.....	45
b) Tire-fond .....	46
Coins .....	49
<i>Traverses en bois</i> .....	52
Dimensions .....	52
Essences .....	53

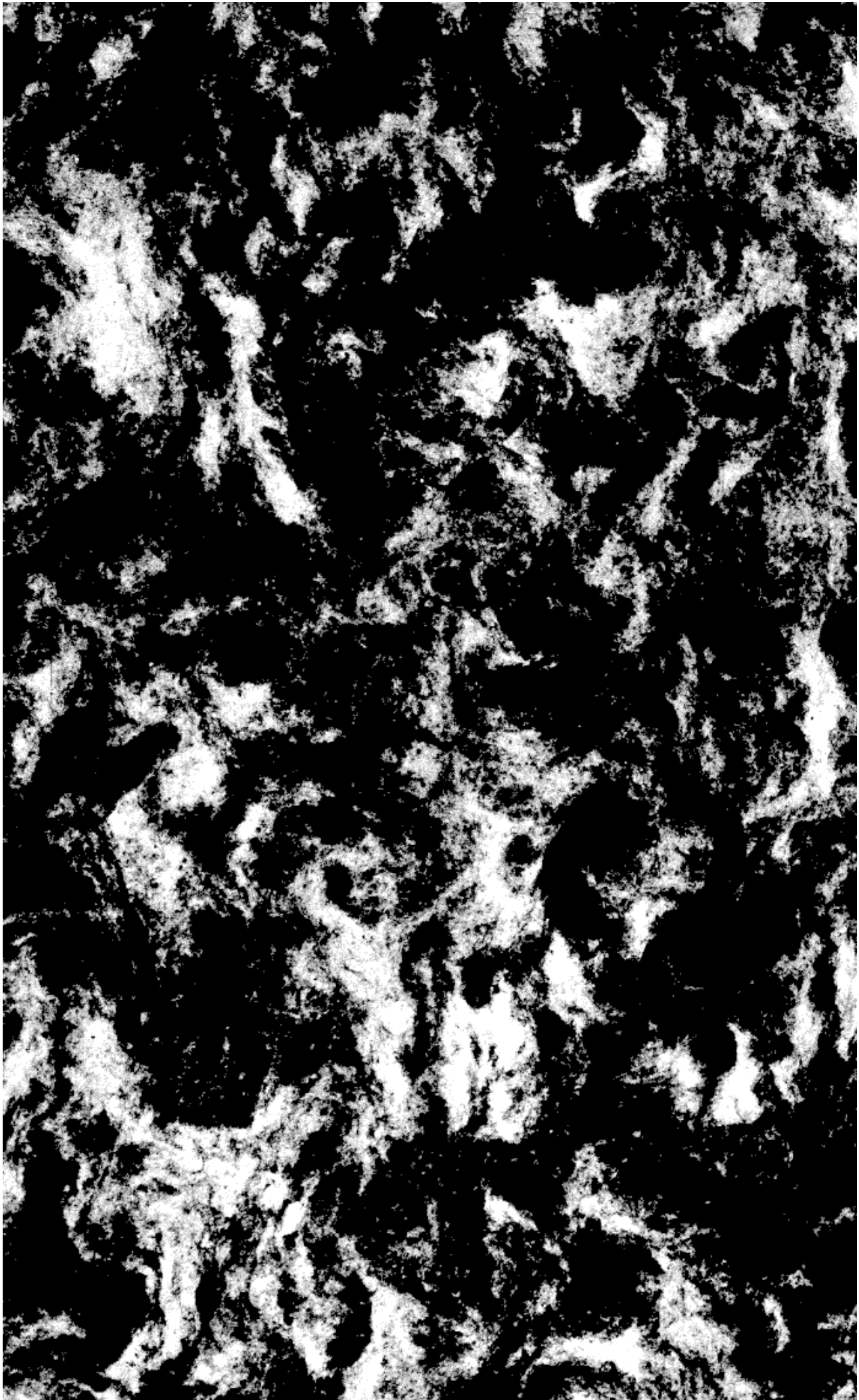
	PAGES
Formes. Qualités. Défauts .....	54
Durée des traverses brutes.....	57
Procédés de conservation .....	57
Durée des traverses injectées .....	61
Trenail Collet .....	62
Garniture Thiollier .....	63
Tire-fond Lakhowsky .....	63
Sabotage des traverses.....	64
Appareils de dilatation .....	67
§ 2. — VOIE SUR TRAVERSES MÉTALLIQUES.....	68
Exposé.....	68
Supports métalliques .....	69
Traverses .....	70
Attaches .....	72
Qualités d'une bonne traverse.....	78
Branchements sur traverses métalliques.....	79
§ 3. — VOIE SUR TRAVERSES EN BÉTON ARMÉ .....	79
Comparaison avec les divers types de traverses en usage.	79
§ 4. — POSE DE VOIE COURANTE .....	80
Plans de pose .....	80
Poids et prix de la voie sur traverses en bois.....	82
Poids et prix de la voie sur traverses métalliques.....	83
CHAPITRE II. — Appareils de voie.....	85
§ 1 <sup>er</sup> . — BRANCHEMENTS .....	85
Généralités .....	85
<i>Branchement simple ou à deux voies</i> .....	87
Changement .....	87
Aiguilles .....	89
Levier de manœuvre .....	91
Changements avec aiguilles se déplaçant par flexion.....	93
Croisement .....	94
Angles de croisements .....	96
Cœurs assemblés .....	97
Cœurs coulés .....	99
Croisements à ressorts .....	100
Voies intermédiaires .....	102
Branchement double ou à trois voies .....	105
Cadenassement des aiguilles .....	106
Calage et verrouillage .....	107
Appareil de calage système Dujour.....	109
Verrou système Poulet .....	110

	PAGES
Appareil Perdrizet .....	111
Aiguille talonnable .....	111
Pédale de sûreté.....	112
§ 2. — TRAVERSÉES, PÉNÉTRATIONS ET LIAISONS DIVERSES.....	112
Traversée de voies .....	112
Traversée oblique .....	113
Traversée de voie sous un angle quelconque.....	114
Pénétrations .....	115
Traversée rectangulaire .....	116
Traversée-jonction .....	118
Diagonale ou communication simple.....	119
Bretelle ou communication double .....	120
§ 3. — PLAQUES TOURNANTES, PONTS TOURNANTS, CHARIOTS ROULANTS .....	121
Plaque tournante .....	121
Emploi des plaques .....	124
Pont tournant .....	125
Chariot sans fosse ou transbordeur .....	127
Chariot avec fosse également dit transbordeur.....	130
Taquets d'arrêt .....	130
Heurtoir .....	132
CHAPITRE III. — Installations spéciales de la voie et des gares..	133
§ 1 <sup>er</sup> . — VOIE COURANTE .....	133
Poteaux indicateurs de courbes, de déclivité ou de kilomé- trage .....	133
Barrières .....	135
Barrière roulante .....	135
Barrière pivotante .....	136
Barrière à distance .....	137
Portillons .....	138
Observations .....	139
§ 2. — INSTALLATIONS SPÉCIALES DES GARES .....	139
Grue hydraulique .....	139
Grue de chargement .....	141
Pont-bascule .....	143
Gabarit de chargement .....	146
Prix des appareils de voies et installations diverses.....	148
Prix des appareils affectés à la voie de 1 mètre.....	149
CHAPITRE IV. — Signaux.....	150
Généralités .....	150
Code des signaux .....	150

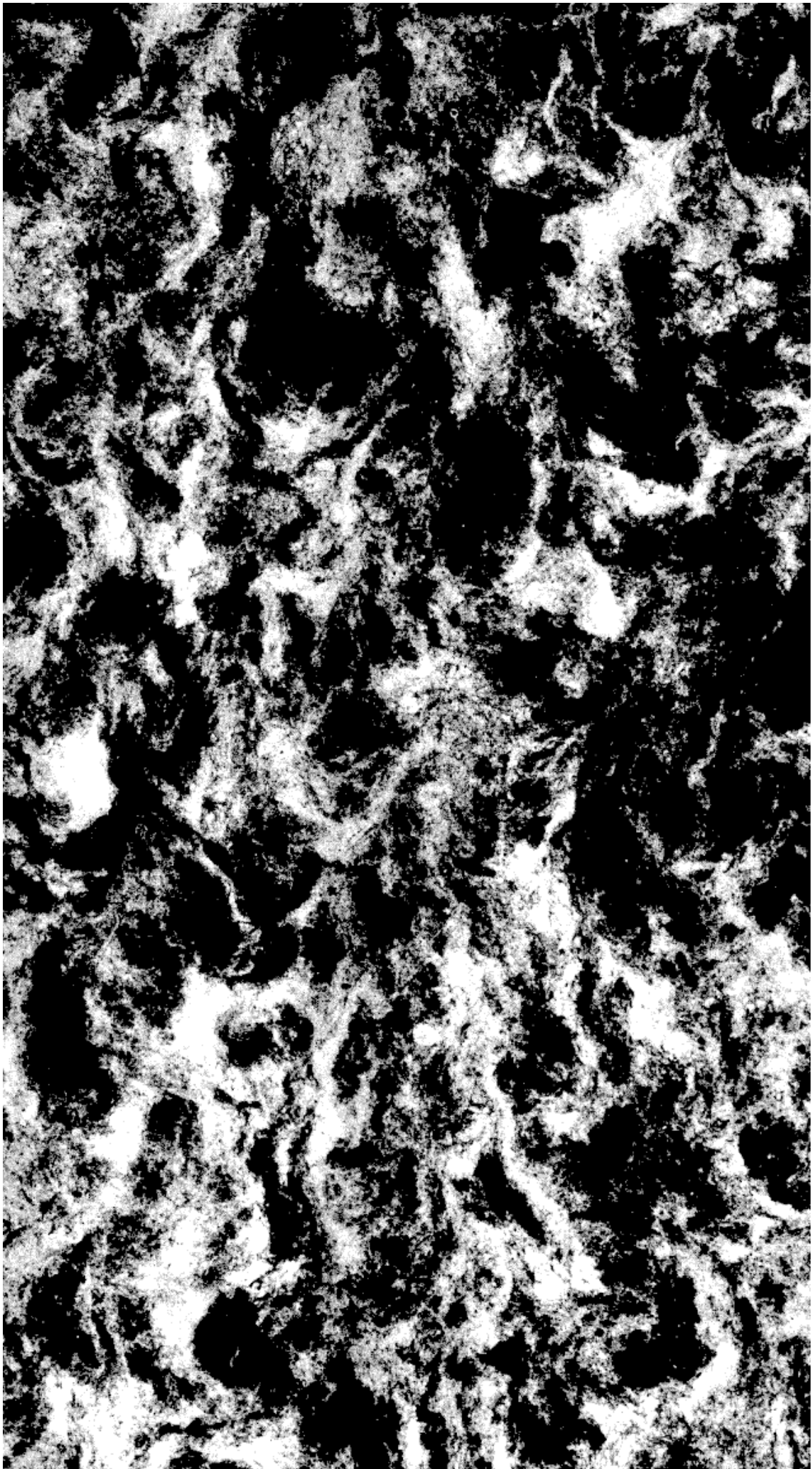


	PAGES
Signal avancé: Signal. Manœuvre. Rappel. Pose.....	157-161
Poteau-limite de protection .....	161
Appareil de calage des signaux.....	162
Signal carré d'arrêt absolu à damier: Manœuvre. Rappel.	163-164
Signal d'arrêt absolu à plaque jaune.....	164
<b>Sémaphore</b> .....	165
Disquè de ralentissement.....	167
Indicateur de bifurcation .....	167
Signal de direction d'aiguille .....	168
Signal de position d'aiguille .....	170
Potence pour signaux .....	171
	
<b>CHAPITRE V. — Transmissions des signaux et des aiguilles.....</b>	<b>174</b>
Transmission funiculaire .....	174
Calcul d'une transmission .....	176
Transmission avec relais .....	180
Compensateur pour faibles distances .....	182
Compensateur pour grandes distances .....	184
Compensateur Robert .....	184
Appareil de raccordement de deux transmissions.....	186
Fermeture automatique des signaux.....	187
Appareil porte-pétard .....	189
Porte-pétard système Rabier-Leroy pour ligne à voie unique .....	190
Transmissions rigides .....	191
Compensateurs .....	193
Manœuvre par fil des aiguilles.....	194
Transmission hydro-dynamique .....	195
Transmission électrique .....	196
Transmission pneumatique .....	196
Transmission électro-pneumatique .....	197
Prix des signaux et accessoires.....	198





Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



