

FIG. 66.

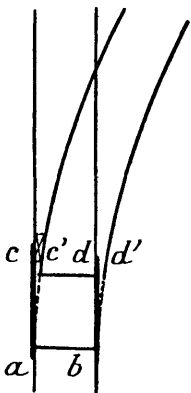


FIG. 67.

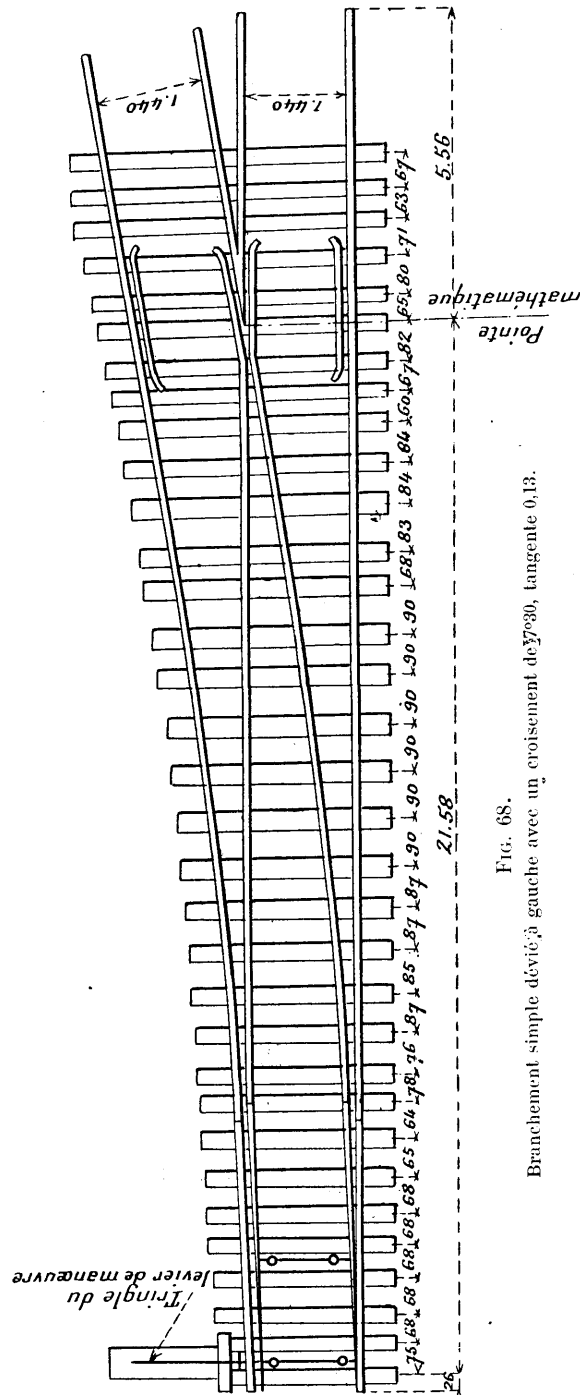


FIG. 68.

Branchement simple dévié à gauche avec un croisement de 3°30, tangente 0,13.

vre. 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 à 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 *a c*, *b d*, 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 *C C'* 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 *a c'* et *b d'*. Lorsqu'on veut rétablir cette continuité, on enlève la cale *c c'*, 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 *d d'*; 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 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. 68).

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

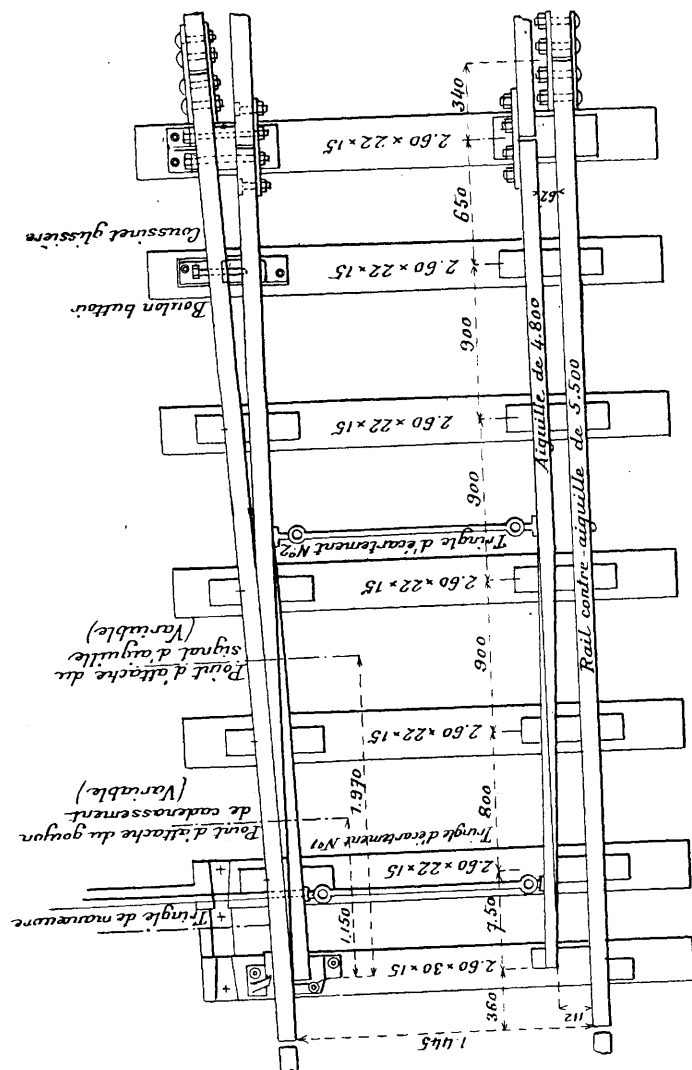


Fig. 69.
Plan d'un changement simple.

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 entrebaillement 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 glissiers*; 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 glissiers 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. Cependant l'Orléans et l'État faisaient construire autrefois ces appareils avec des rails spéciaux dits rectangulaires pesant 58 kilos le mètre courant. Mais ces deux Compagnies semblent vouloir abandonner ce système.

L'aiguille est rabotée et épouse 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 prise 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 α 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 la

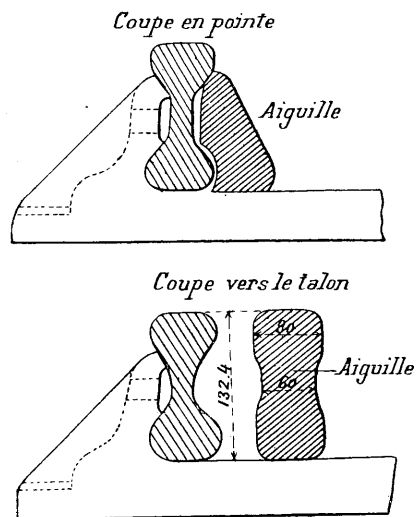


FIG. 70.
Aiguille en rail rectangulaire.

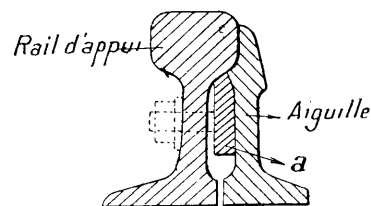


FIG. 71.
Coupe d'une aiguille en rail Vignole.

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

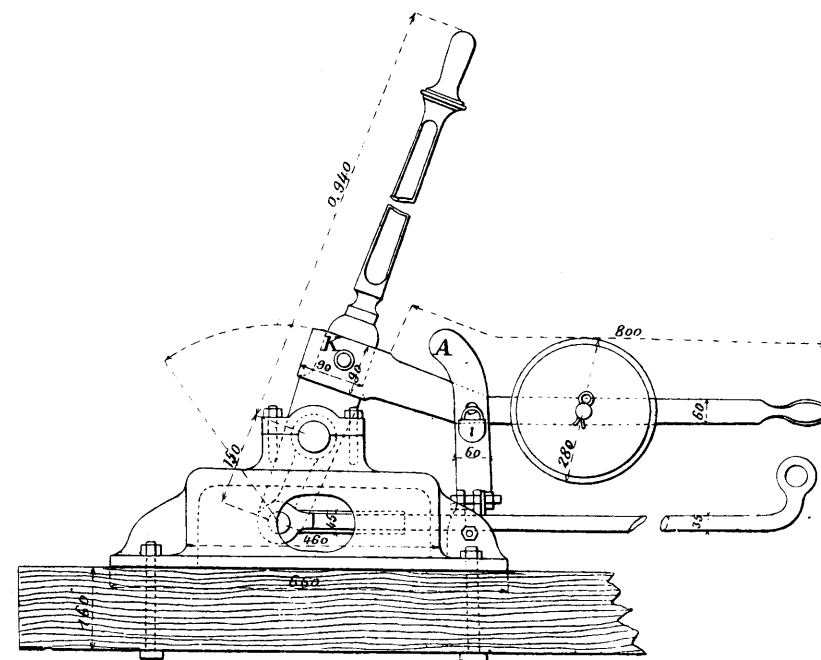


FIG. 72.
Levier de manœuvre avec barre de cadenasement A.

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

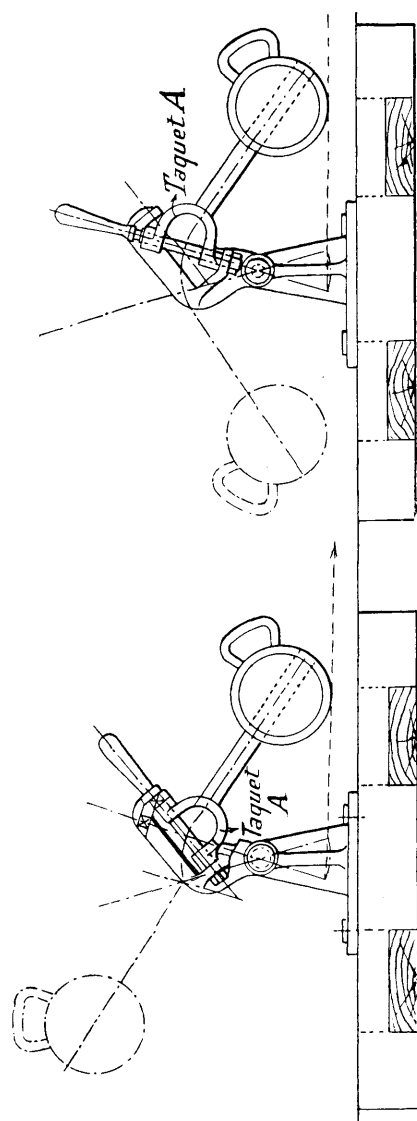


Fig. 74.
Levier travaillant à double action.

Fig. 73.
Levier 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 très fatigante et si le bras de l'homme vient à céder, il se produit un entrebaillement de l'aiguille, qui peut amener un déraillement ou une rupture d'attelage par le *bivoie* par le fait que la dernière partie du train sera 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° 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, 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.

(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.

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 $c d$, 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 $a b$ ou $c d$. 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 .

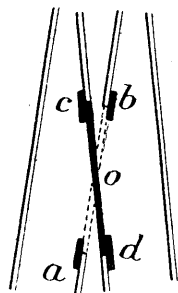


FIG. 75.

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 ren-

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

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

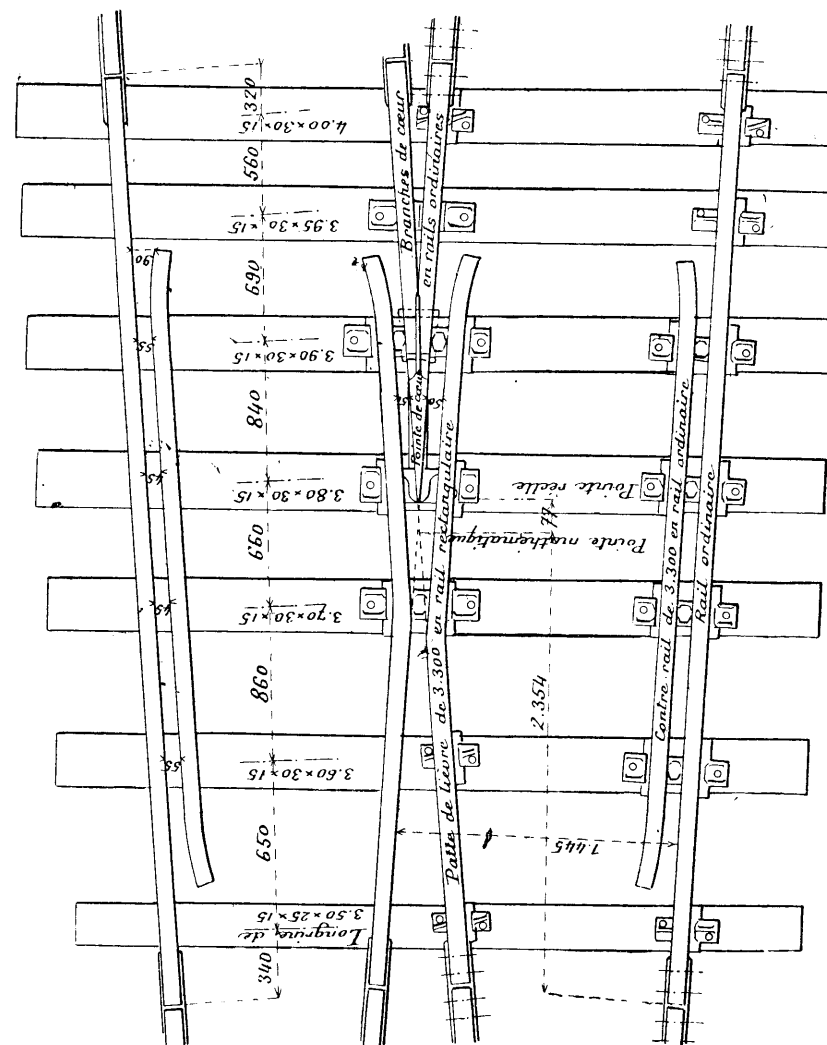


FIG. 76. Croisement de voie D. C. avec cœur en acier martelé, assemblé, tangente 130.

passage des boudins ; ces rails coudés sont appelés *pattes de lièvre*. En outre, pour éviter que les roues, à un moment donné 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 α , 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'État 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 $AB/2$ 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 DC ou dissymétriques demande, en outre, l'établissement 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 24 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

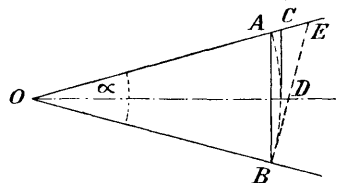


FIG. 77.

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'État 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 fig. 78. Le rail le plus long s'appelle

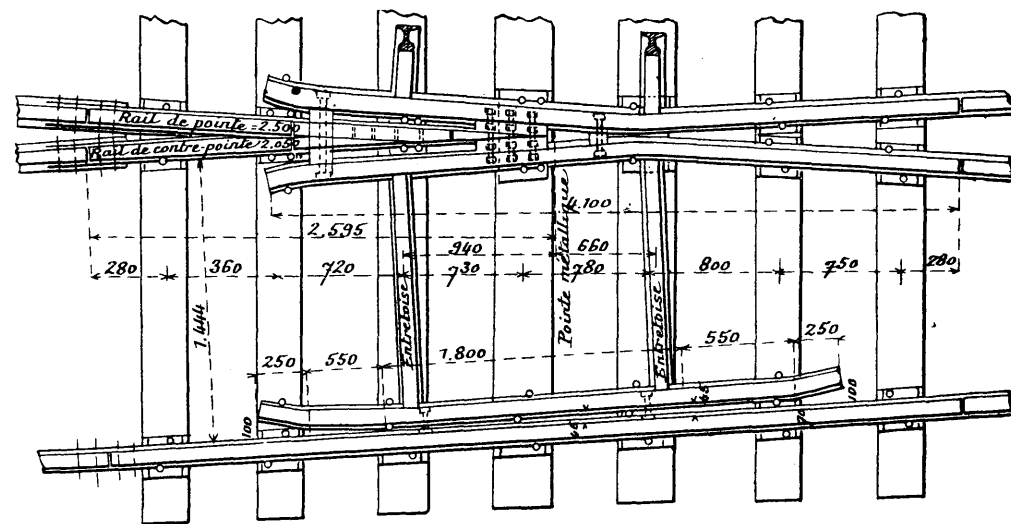


FIG. 78.

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

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 rails dissymétriques on a adopté (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. 78), 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 ab . Si on ne la coude pas préalable-

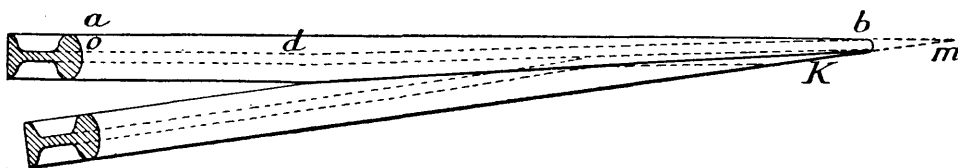


FIG. 79.

blement, l'âme du rail aura la direction $o d K$; la partie $K b$ du champignon supérieur qui fatigue 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 résistance. 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'État, fabriquent eux-mêmes leurs appareils dans leurs ateliers.

Dans la pose DC , on emploie de préférence le cœur représenté par la fig. 76 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 %.

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 fig. 80 et pesant environ 340 kilos

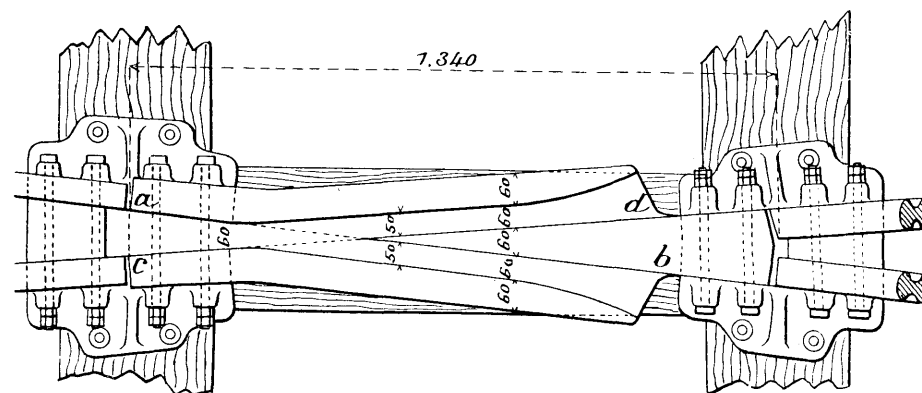


FIG. 80.

Croisement en acier fondu, tangente 0,1735 (type P.-O.). — Poids de l'acier : 294 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 les réseaux de l'Ouest et du Midi surtout, 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 remplace-

ments 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 l'application normale contre la pointe de cœur de la patte de lièvre correspondant à la direction voulue (fig. 81).

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. 82) par la pénétration des boudins des roues entre la pointe de cœur et la patte de lièvre PQ , sous l'action du contrerail fixe correspondant et dans 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

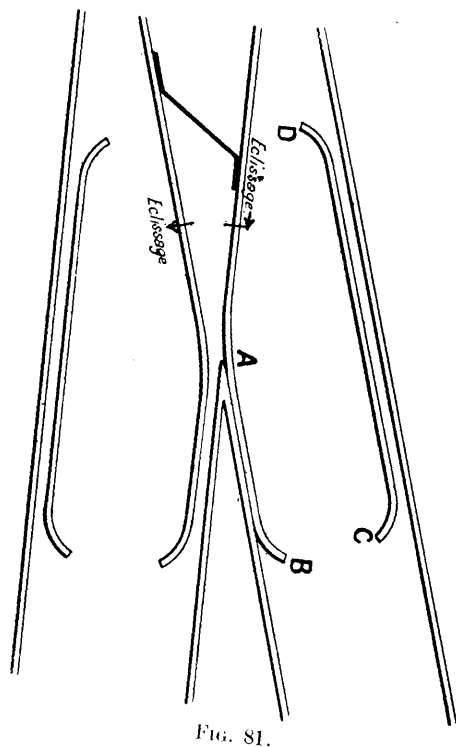


FIG. 81.

également sur traverses spéciales, comme pour le changement et le

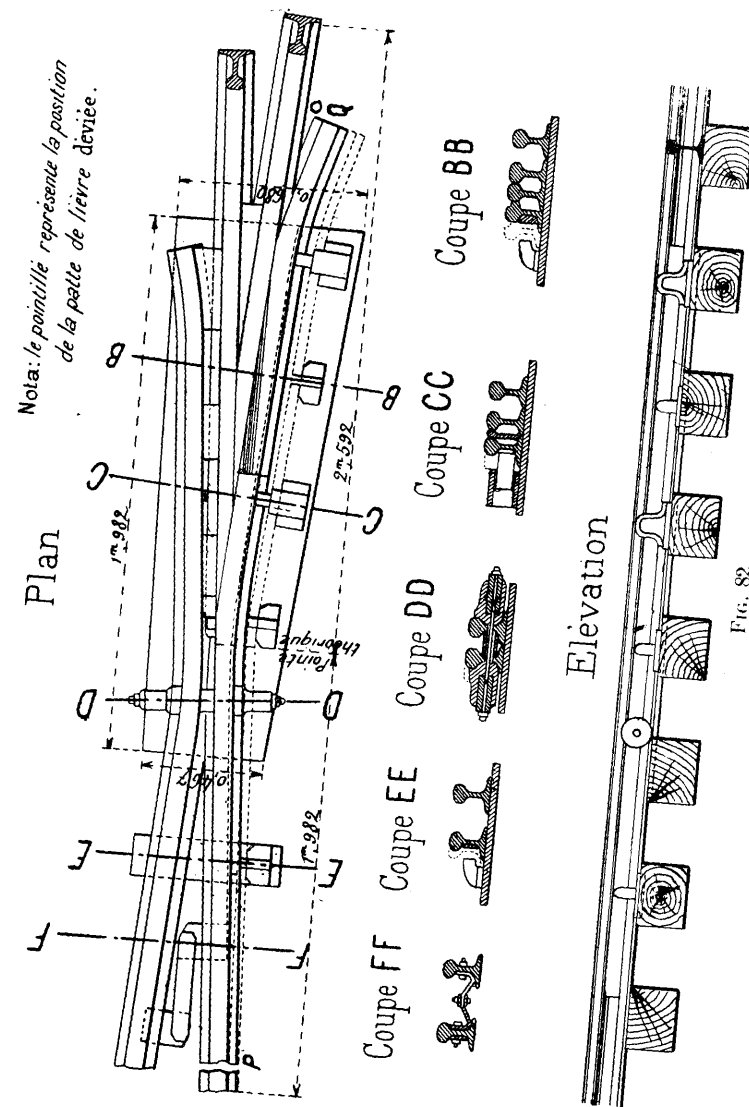


FIG. 82.

croisement, suivant les plans de pose afférents à chaque type, dans le but 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 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

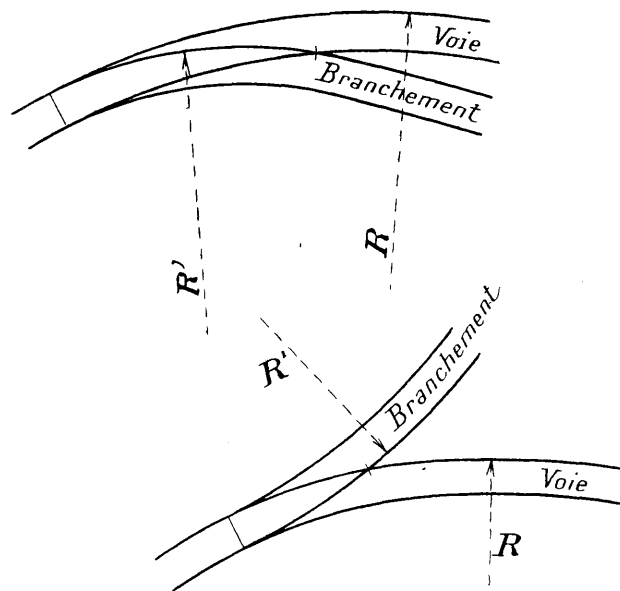


FIG. 83.

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.

(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 mètres cubes 300. Le même appareil posé en entier sur 43 traverses spéciales ne demande que 5 mètres cubes 200 de bois, soit une économie de 17 p. 100 environ par appareil.

Soit une courbe de voie de rayon R.

Si nous appelons R_1 le rayon de la déviée lorsque la voie directe est en ligne droite, c'est-à-dire le rayon donné par les plans de pose, le rayon R' sera donné par la formule :

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

En faisant $R = 50^\circ$ et $R_1 = 300$, les valeurs de R' pour les deux exemples ci-contre seront :

$$\begin{aligned} 1^\circ \quad & \frac{1}{R'} = \frac{1}{300} + \frac{1}{500} \\ & \text{et } R' = 187 \text{ m. } 50 ; \\ 2^\circ \quad & \frac{1}{R'} = \frac{1}{300} - \frac{1}{500} \\ & \text{et } R' = 750 \text{ mètres.} \end{aligned}$$

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 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 leur voie déviée 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 droites et deux gauches, 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

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 disposition est rarement employée.

Cadenassage. — Calage et verrouillage des aiguilles. —

Quelle que soit la force du contrepoids du levier de manœuvre, on n'est jamais assuré que les aiguilles qui viennent d'être prises en talon par un

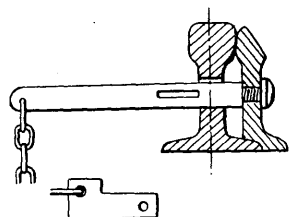


FIG. 86.

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.

3° *Barre de cadenasement* (fig. 72). — 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 déficiences 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 entrebailer ; la transmission par suite des effets de la température, a pu se dérégler et donner également un léger baillement 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 calé 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, 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, Marcellet, Williams, Bussing, Saxby, Poulet, etc...

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

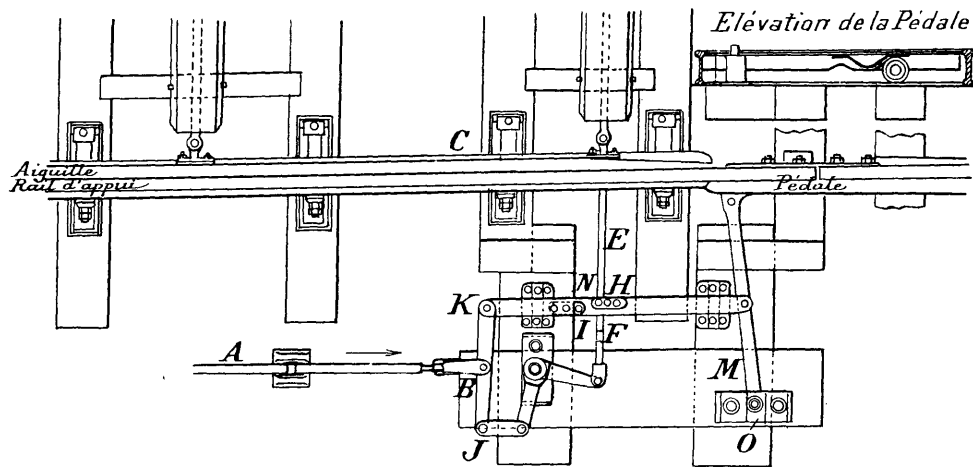


FIG. 87.

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

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 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 ; mais le taquet 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 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'écar-

tement 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.

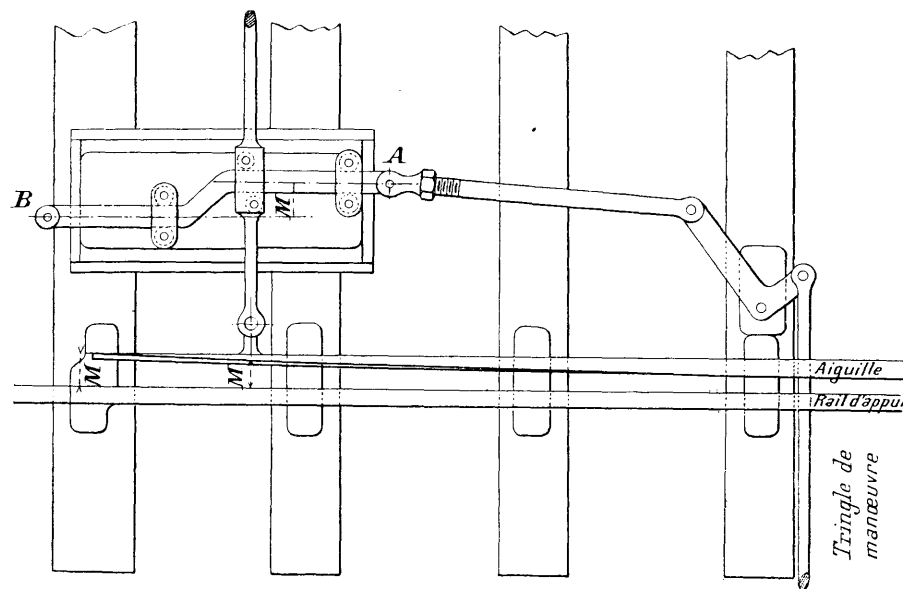


FIG. 88.

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

Appareil Perdritzet. — 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 Perdritzet, 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.

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 appareil très simple consiste dans l'interposition entre la tige de manœuvre rigide M de l'aiguille et la tringle de connexion C d'un 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.

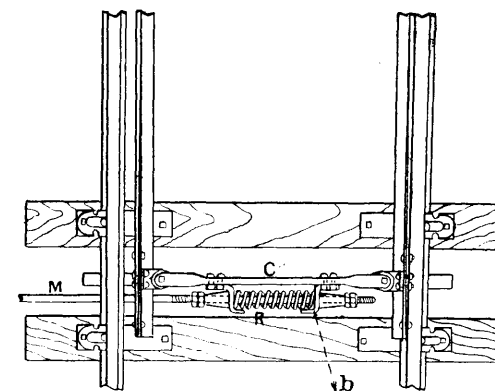


FIG. 89.

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 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 6 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 87 nous 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

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

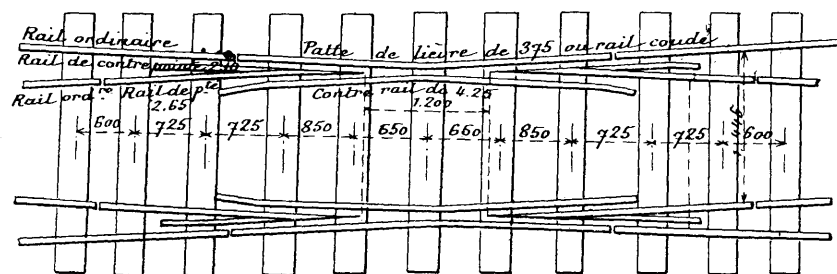


Fig. 90.

Croisement double, tangente 100, en rails ordinaires.

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.

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. 93), 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 fig. 91, dans le but d'obtenir un meilleur guidage des roues des

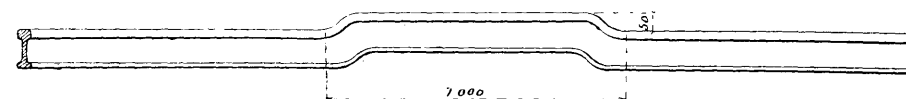
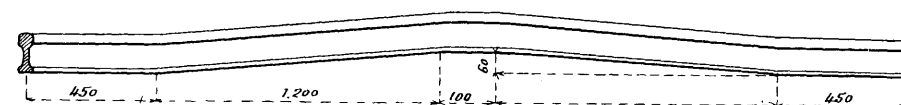


Fig. 91.

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.

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

Ces appareils demandent à être très bien posés, car même théoriquement, 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 ; dans le cas contraire, en effet, la vitesse acquise est suffisante pour empêcher les roues de dévier de leur direction normale.

(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.

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. Elle est spéciale pour chaque voie qui se présente et entraîne la création d'appareils nouveaux, de sorte qu'on doit s'efforcer de l'éviter surtout avec la pose à coussinets. Une traversée 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 92 et 93 ci-après en donnent les principales dispositions.

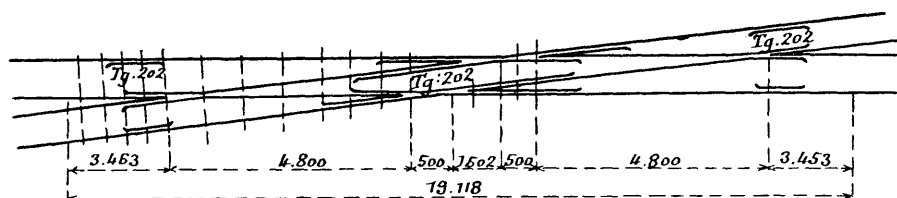


FIG. 92.

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

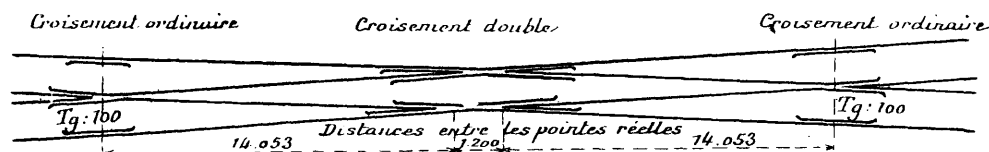


FIG. 93.

Traversée oblique.

Pénétrations. — On peut rattacher à une traversée de bois les appareils employés pour permettre l'entrée et la sortie à niveau d'une voie étroite dans une voie large en employant 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, pour arriver dans une gare d'un grand réseau, a à traverser un fleuve, situé à proximité de cette gare, 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

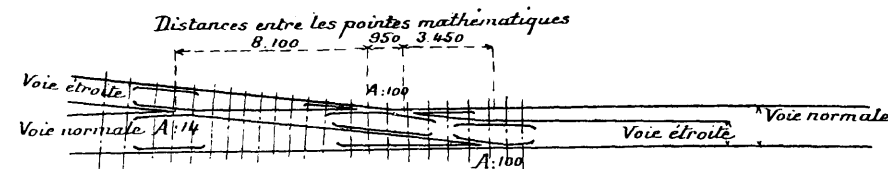
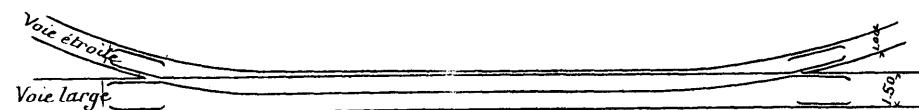


FIG. 94.

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

étroite de franchir le fleuve en appliquant la disposition figurée au croquis ci-dessus (fig. 94).

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 le procédé qui consiste à poser les deux rails de la voie étroite dans l'intérieur de la voie normale en super-



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



FIG. 95 et 95 bis.

posant leurs axes ou bien à disposer la voie étroite à cheval sur un des rails de la voie normale (fig. 95). On obtient ainsi une pose plus régulière correspondant à une meilleure répartition des efforts, mais entraînant une dépense plus élevée.

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 $0,050 \times 0,03$ 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. Il doit

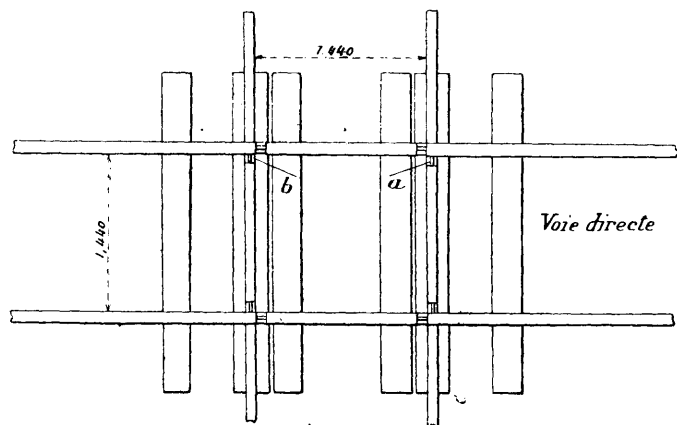


FIG. 96.

Traversée de voie rectangulaire (à niveau).

être proscrit des voies de circulation à moins qu'on ne l'utilise dans les gares en *cul de sac* parce que les entailles sont une cause fréquente de rupture pour le rail de la voie directe ;

2° *surélevée*, c'est-à-dire avec une voie plus élevée que l'autre. Ce sont alors les rails de voie transversale que l'on pose au-dessus de la voie directe.

A cet effet, les rails de la transversale sont entaillés, comme l'indique la figure 97, de manière à laisser un vide total de 160 millimètres environ, nécessaire au passage des boudins et du bandage des roues circulant sur la voie directe et qui ne constitue pas une gêne trop sensible pour les véhicules circulant sur la voie transversale. Les coupons 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 très solides.

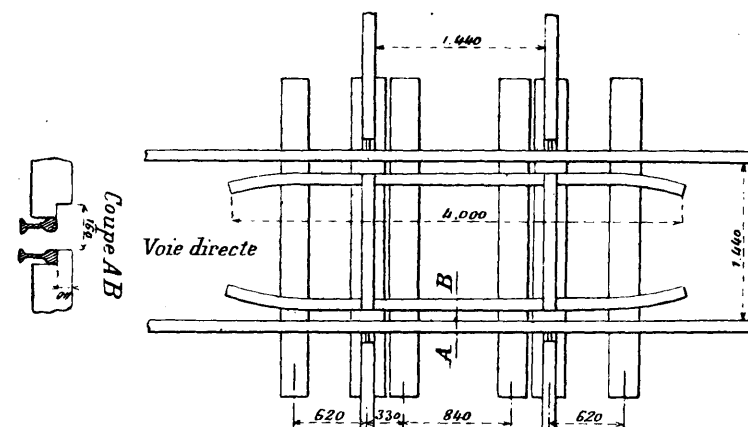


FIG. 97.

Traversée de voie rectangulaire (surélevée).

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 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*.

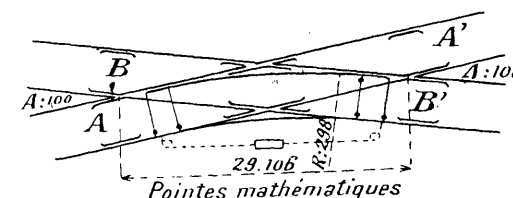


FIG. 98.

Traversée-jonction simple. — 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. — 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

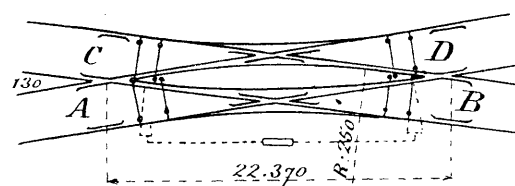


FIG. 99.

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 100 donne les dispositions, en plan, d'une traversée-jonction double ; la figure 101 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 et même sur des points spéciaux, bifurcations ou autres,

de 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 des voies 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.

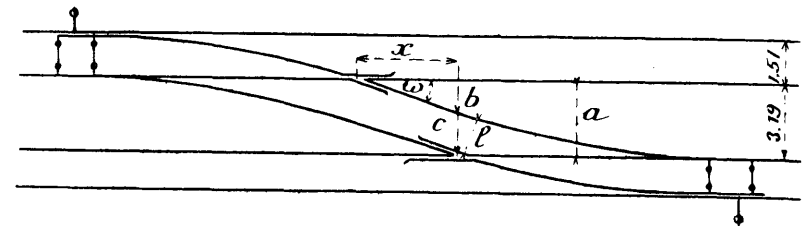


FIG. 102.

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.

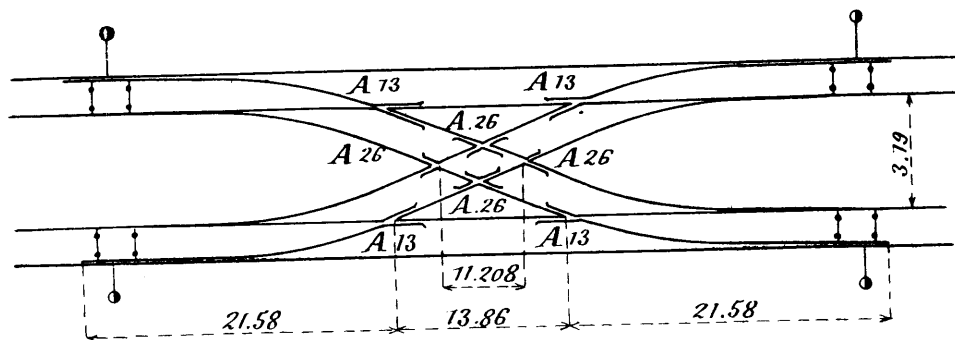


FIG. 103.

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 talons par les trains circulant normalement. Dans cette position, elles sont d'ailleurs habituellement cadencées et verrouillées. Ce que nous avons dit, au sujet de l'inconvénient d'augmenter les angles des traversées, s'applique également aux bretelles.

§ 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 à bout.

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

Leur diamètre est variable dans chaque réseau.

Ainsi :

Le Nord emploie le plus habituellement des plaques de 4 m. 20 et 4 m. 80 ;

L'Est, des plaques de 4 m. 50 ;

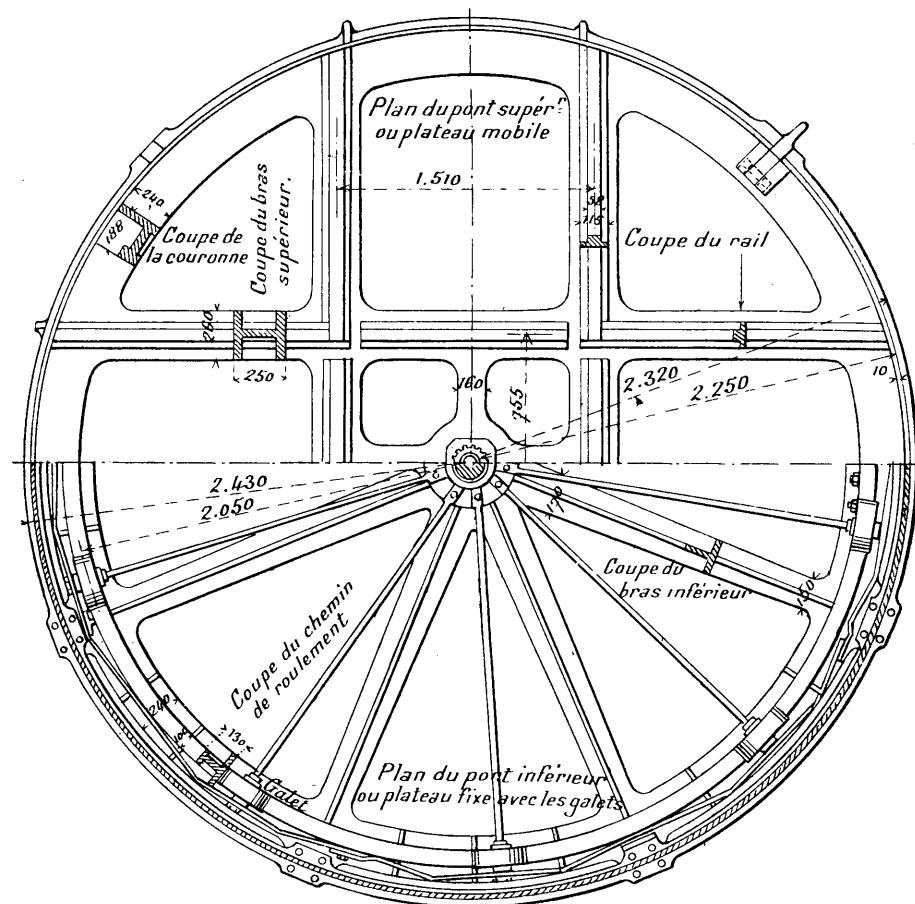


FIG. 104.

Le Midi, des plaques de 4 m. 50 et 5 m. 50 ;

L'État, des plaques de 4 m. 50 et 5 m. 25 ;

L'Orléans, des plaques de 4 m. 40, 6 m. 20 et 6 m. 70 ;

Le P.-L.-M., des plaques de 4 m. 40, 5 mètres et 5 m. 50.

Aujourd'hui, dans tous les réseaux, il y a un certain nombre de plaques de plus grand diamètre, destinées 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 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.

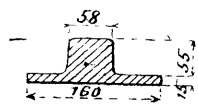


Fig. 105.

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 le premier type, 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 le deuxième type, 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.

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 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 les deux rails de la voie principale sont continus,

ce qui occasionne une légère surélévation 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 bou-

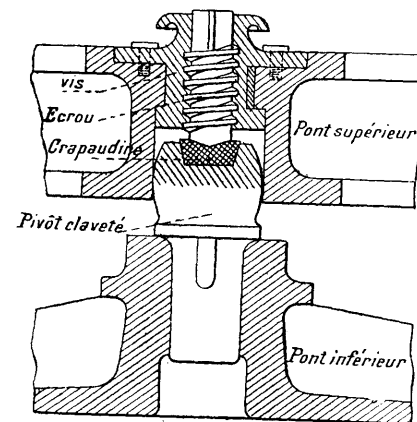


Fig. 106.

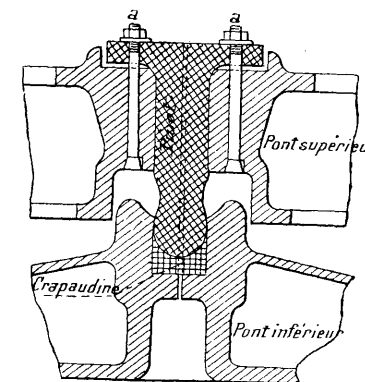


Fig. 107.

lonnées avec le palin 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'encastrant 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.

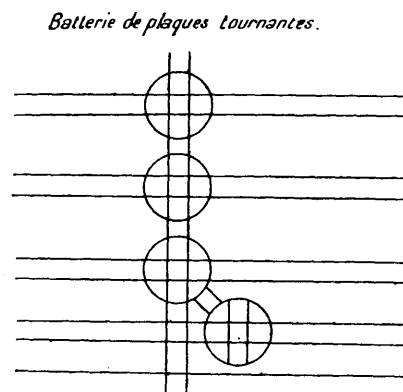


FIG. 108.

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, soit parce que son diamètre est trop grand ou 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 étaient munies de deux valets pour mieux assurer leur position; 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 isolément. C'est une manœuvre fatigante et d'autant plus pénible qu'elle est faite

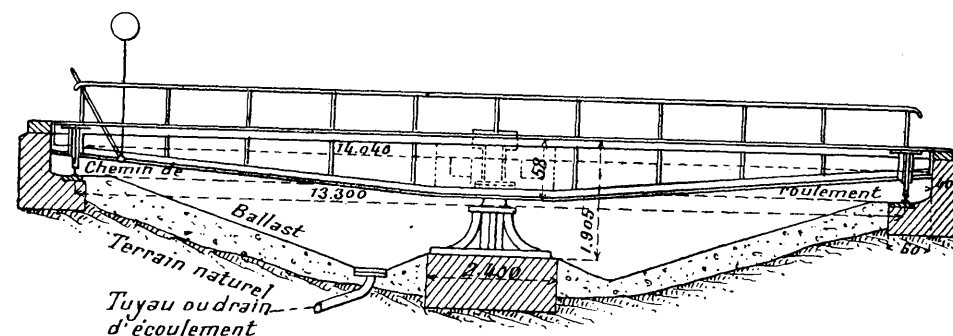


FIG. 109.

Pont tournant de 14 mètres avec cuvelage en maçonnerie pour rotonde de 24 machines.

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.

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) s'élève parfois à 100 tonnes.

Dans un terrain de solidité douteuse, on calcule l'empatement 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 9 m. 50. 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, maintenues

FIG. 110.
Chariot roulant sans fosse de 8 mètres.
Plan du demi-chariot.

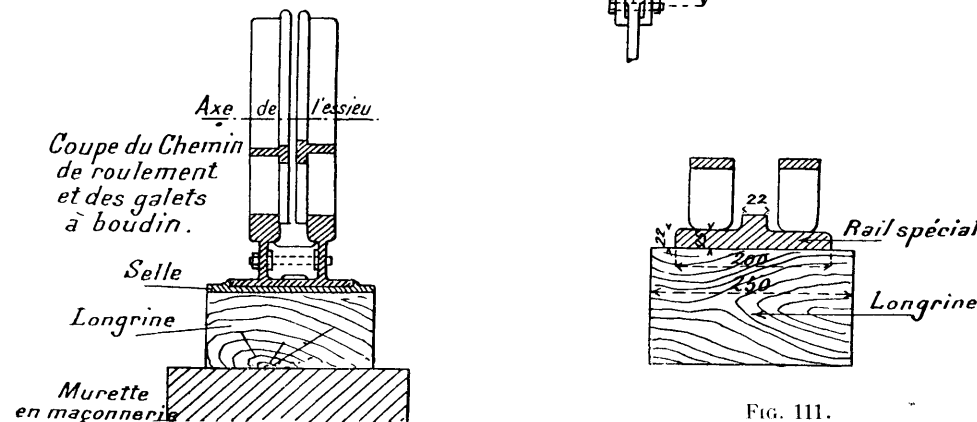
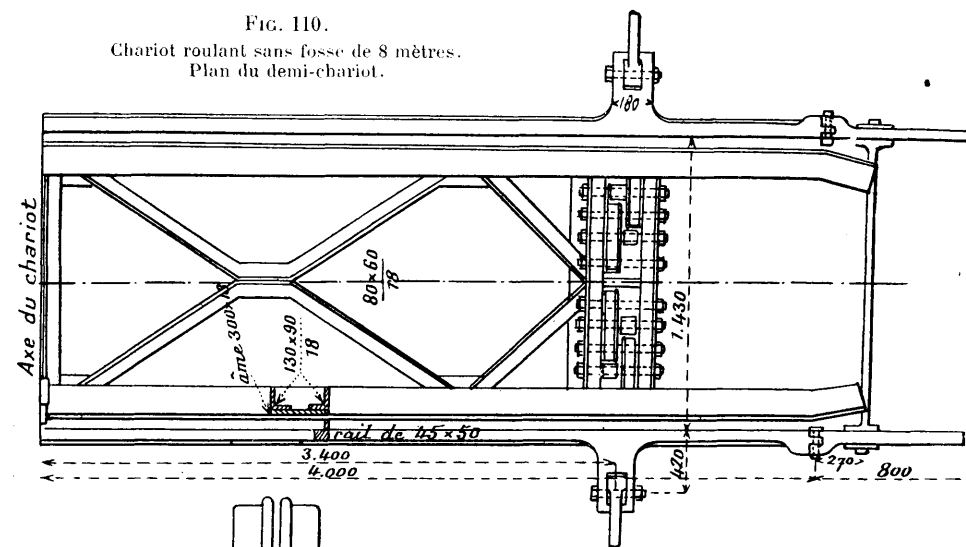


FIG. 110 bis.

FIG. 111.
Coupe du chemin de roulement
et des galets à jante plate.

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).

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 entrevoies qui est toujours plus élevé que les rails des voies desservies.

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

Dans la pose de cet appareil, il est indispensable pour assurer son bon fonctionnement, d'établir très solidement la voie sur laquelle il circule, de consolider dans ce parcours les voies desservies et de paver toutes les entrevoies.

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 $50 \text{ fr.} \times 12,50 = 625 \text{ francs}$ et au total 2.625 francs, tandis que l'installation de 3 plaques de 4 m. 50 coûterait au minimum : $3 \times 3.000 \text{ fr.} = 9.000 \text{ francs}$.

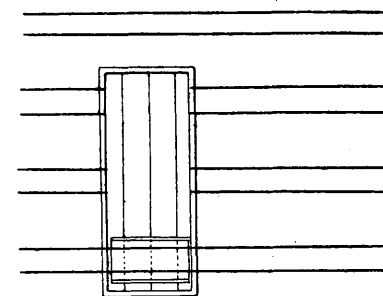


Fig. 112.

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*.

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 le 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

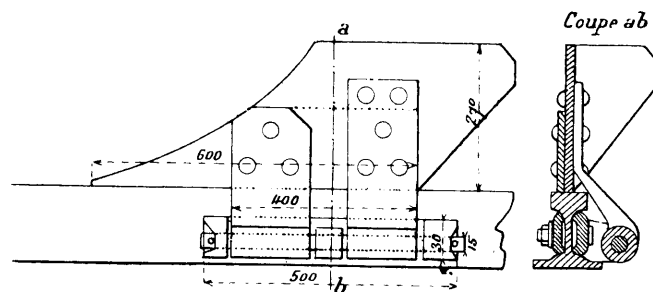


FIG. 113.

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 suivante :

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.

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 soutenu par de vieilles traverses ou par une murette.

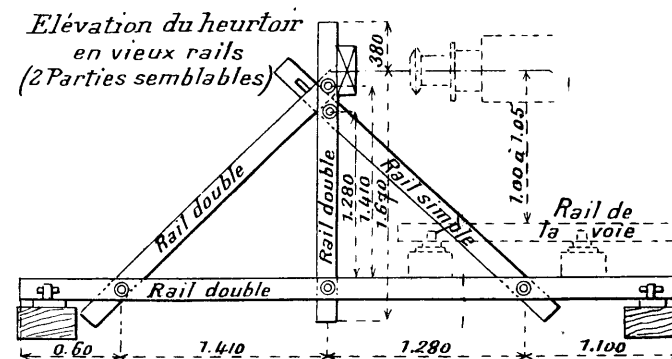


FIG. 114.

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.