

## 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. 50 et 2 m. 70, une largeur de 0 m. 20 à 0 m. 30 et une épaisseur de 0 m. 14 à 0 m. 16, 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 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 du milieu de la traverse. Il n'y a donc réellement qu'une surface de  $2\text{ m. } \times 0\text{ m. }60 \times 0\text{ m. }25 = 0\text{ mc. }3000$  qui transmet la pression au ballast; ce qui correspond pour un essieu de 16 tonnes à un effort maximum d'environ  $\frac{16000}{3000} = 5\text{ kil. }333$  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 Baltique 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 brillantes 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.

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 des traverses ordinaires en *chêne* sont indiquées sur les croquis ci-dessous. Les conditions imposées pour leur réception sont généralement les suivantes : Toutes les faces doivent être lavées à la scie. La face supérieure ne doit

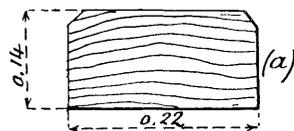


FIG. 45.



FIG. 46.

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 arbres à ce destinés seront abattus du 15 octobre au 15 mars.

Lorsque des traverses de 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.

En dehors de la forme rectangulaire indiquée ci-dessus, les traverses en *pin* peuvent avoir les formes données par les croquis ci-contre. Le dernier type n'est admis que si le cœur est mis à nu par le sabotage sur une largeur de 15 centimètres et si la hauteur, après cette opération, est au moins de 14 centimètres.

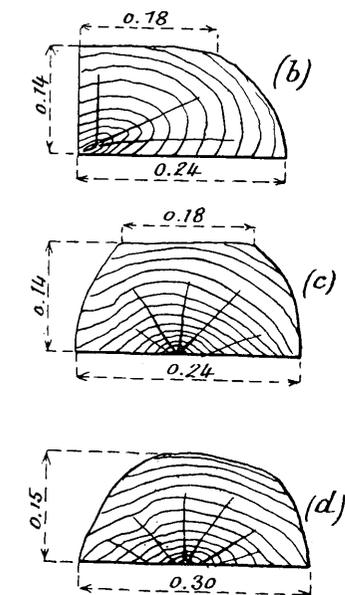


FIG. 47.

Les qualités exigées pour le pin sont les mêmes que celles décrites pour le chêne, ainsi que les conditions d'abatage.

Mais on tolère à ces traverses une flèche qui ne doit pas dépasser 1/50 de la corde et des flèches ne dépassant pas 3 à 4 centimètres. On

exige, en outre, que les traverses de la forme des figures *a* et *d* composent les trois quarts de la fourniture ; celles des figures *b* et *c* fournissant le dernier quart, sans que les traverses de la figure *c* puissent entrer pour plus d'un huitième dans le total des traverses à fournir. Pour le hêtre on exige en outre, sous peine de rebut, que les traverses ne proviennent pas d'arbres courbés qui présenteraient des fibres taillées en biais ayant une inclinaison de plus de 1/10 sur l'axe de la traverse. Les traverses sont livrées par lots dans les parcs ou les chantiers d'approvisionnement des compagnies où elles sont empilées en piles mortes, en grils ou en tas (1) en attendant leur préparation et leur emploi.

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. 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.

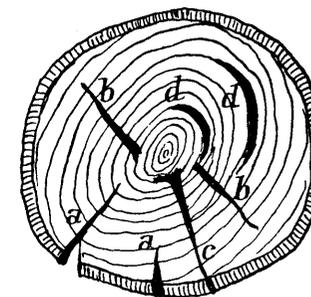


FIG. 48.

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 produite par le hâle sur l'écorce qui se dessèche. Le bois gerçé rend un son franc sous le choc du marteau ;
- 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

(1) Les traverses en piles mortes sont posées par rangs alternés sans intervalles. Ces piles ont la longueur et la largeur d'une traverse, leur hauteur variant de 1 m. 50 à 2 mètres. Dans les grils, les traverses, au lieu d'être jointives, sont séparées par un vide égal à la largeur d'une traverse. Les traverses en tas sont empilées les unes sur les autres, toujours dans le même sens, sans intervalles et sur des hauteurs parfois considérables.

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 ;

*État* (pin et chêne) : 250.000 traverses injectées jusqu'ici au chlorure de zinc et créosote ;

*Midi* (pin et chêne) : 290.000 traverses injectées : 1<sup>o</sup> chêne à la créosote, 2<sup>o</sup> pin au sulfate de cuivre ;

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

*Orléans* (chêne et pin) : 465.000 — —

*Ouest* (chêne et hêtre) : 250.000 — —

*P.-L.-M.* (chêne et hêtre) : 710.000 — —

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 fermentescible 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'un 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 barbotté préalablement dans la créosote.

Avec le procédé Rutgers, 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.

La Compagnie de 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.

Le réseau de l'État injecte également lui-même ses traverses dans ses chantiers de Saint-Mariens (Gironde), mais un incendie l'ayant détruit, de nouvelles installations sont à l'étude avec une tendance marquée d'en venir à l'emploi de la créosote pure. La production générale annuelle doit être de 250.000 à 300.000.

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 ainsi 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 depuis plusieurs années à envisager sérieusement cette question et 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 États-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.

---

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

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 contrebas 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.

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'injectées 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.

Le tableau ci-après contient, à titre documentaire, le résumé des diverses applications des procédés d'injection employés en France et à l'étranger.

DÉSIGNATION des PAYS	ESSENCES des TRAVERSES	PROCÉDÉ d'injection	MATIÈRES INJECTÉES	QUANTITÉS MOYENNES injectées par traverse (en poids)	COUT par traverse (1)	DURÉE MOYENNE des traverses
FRANCE	Est .....	Béthell	créosote	kilogrammes	fr. c.	25 à 30 ans
				25	2,20	
	État .....	État	créosote et <i>Zn Cl<sup>2</sup></i>	6	0,70	10 à 15 ans
				<sup>(b)</sup> 0,300 <sup>(a)</sup> 1,400	0,55	
	Midi .....	»	<i>Cu So<sup>3</sup></i>	0,300 1,390	0,20	8 à 10 ans
				0,700	»	
	Nord .....	Béthell	créosote	1,175	»	10 à 15 ans
				4 à 5	0,60	
	Ouest .....	Blythe	—	16	1,85	15 à 20 ans
				5	0,55	
	P.-O. ....	Béthell	—	16	1,65	18 à 25 ans
				6	0,70	
P.-L.-M. ....	—	—	16 à 20	1,65	13 à 16 ans	
			5,400	0,65		
ANGLETERRE .....	—	—	18 à 20	1,95	15 ans.	
			16	1,65		
ALSACE-LORRAINE	—	—	5	0,60	12 ans.	
			—	—		
ALLEMAGNE (2)	Rütgers	—	4,7 à 16	0,65	12 à 25 ans	
			1,60	»		
Réseaux de l'État et autres réseaux.	—	—	2,700	»	1,00	
			1,700	»		
HONGRIE .....	—	—	36	3,00	1,10	
			11	1,40		
Réseaux de l'État et autres réseaux.	—	—	<sup>(a)</sup> 3; <sup>(b)</sup> 3,6; <sup>(c)</sup> 3	0,80	2,80	
			1,7; 1,7	0,80		
HONGRIE .....	Burnett	<i>Zn Cl<sup>2</sup></i>	36; 36; 11	3,00	3,00	
			1,40	1,40		
HONGRIE .....	—	—	0,800	0,80	8 ans.	
			0,800	0,65		
HONGRIE .....	—	—	0,800	1,00	8 ans.	
			»	1,00		

(1) Non compris les frais d'étuvage hors des cylindres, ni les frais d'amortissement du matériel employé.  
(2) L'injection au chlorure de zinc seul a été abandonnée par l'État Prussien en 1897.

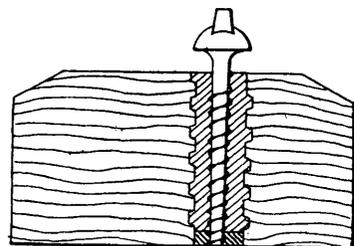
**Durée des traverses injectées.** — La durée des traverses injectées est aussi variable que la durée des traverses brutes, mais il est évident que l'injection augmente notablement cette durée, surtout quand on emploie de fortes doses de créosote. D'une façon générale, on peut dire aussi que le temps 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 tirefond 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 tirefond Lakhovsky ; mais l'emploi de ces accessoires ne s'est pas encore généralisé.

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



Coupe du trenail dans une traverse.

FIG. 49.

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

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 tirefond et dont le diamètre de la partie cylindrique est égal au noyau du tirefond employé.

Le tirefond 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 tirefonds, 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 tirefond employé et son pas exactement égal à celui de ce même tirefond.

Le tirefond 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 tirefond 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.

**Tirefond Lakhovsky.** — Ce système de renforcement des attaches de la voie substitue au tirefond ordinaire un tirefond spécial, appelé du nom de son inventeur.

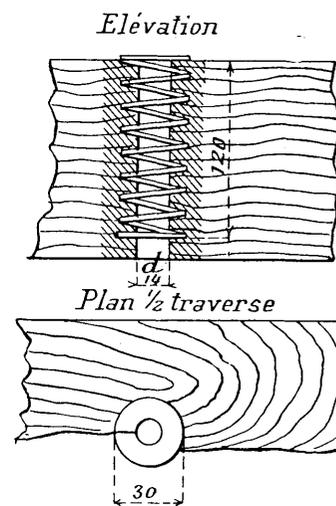


FIG. 50.

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

a) *Tirefond*. — Cette attache ne diffère du tirefond 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 tirefond 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 biseautées qui s'engagent, au moment du vissage, entre les deux parties de la coquille.

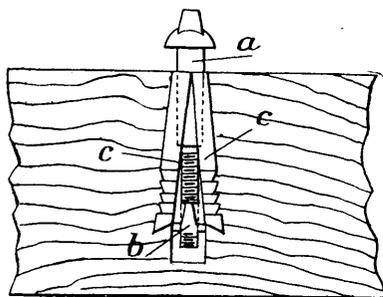


Fig. 51.

c) *Coquille*. — Cette partie, qui se pose entre l'écrou et la tête du tirefond, 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 tirefond 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 exactement avec l'axe des tirefonds 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 tirefond, 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 tirefond en écartant au fur et à mesure qu'il s'élève les deux gaines qui s'encastrent alors dans le bois ; plus

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

le serrage est accentué, plus la compression du bois est énergique et plus le rail semble devoir être maintenu solidement.

Ce système de tirefond 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.

Le tableau ci-après donne quelques résultats de la résistance à l'arrachement de tirefonds nus ou munis d'une garniture Collet ou Thiollier dans diverses essences de traverses.

**Sabotage des traverses.** — Le sabotage ou entaillage des traverses, c'est-à-dire la préparation de la partie où doit reposer le rail, soit 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 62, 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

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

DÉSIGNATION DU TYPE DU TIREFOND ET DE L'ESSENCE DES BOIS expérimentés	RÉSISTANCE DU TIREFOND		AUGMENTATION de RÉSISTANCE p. o/o	RÉSISTANCE DU TIREFOND		AUGMENTATION de RÉSISTANCE p. o/o	OBSERVATIONS
	nu	muni du trenail COLLET		nu	muni de la garniture THOLLIER moyen modèle		
<b>I. — Résistance à l'arrachement</b>							
	en kilog.	en kilog.					
a) Tirefond de 19 millim. de diamètre et 7 mill. de pas. Traverse en pin en service....	1,500	3,500	133 o/o				NOTA. — Les efforts ont été mesurés au moyen d'un dynamomètre à glycérine, système Collet.
b) Tirefond de 21 mill. de diamètre et 9 mill. de pas. Traverse en pin hors service.. — en hêtre — ..	1,400 4,340	3,200 5,560	128 o/o 28 o/o				
c) Traverse type Nord, pas de 10 mill. et 23 mill. de diamètre. Traverse en pin hors service.. — neuve.....	2,475 3,565	3,280 3,675	32 o/o 0,28 o/o				c) Résultats moyens de 126 essais faits par la Compagnie du Nord (1896).
Traverse en hêtre neuve.....	4,210	4,485	6,5 o/o				
d) Tirefond type P.-L.-M., pas de 12 mill. 5. Traverse en pin neuve..... — sapin de la Baltique.. — en chêne neuf.....	3,587 3,200 6,140	4,625 4,646 »	29 o/o 39 o/o »				e) Tirefond, type Est, de 12 mill. 5 de pas et de 23 mill. de diamètre. d) Résultats moyens des essais faits par la Compagnie P.-L.-M. (Février 1900): 55 essais pour le pin des Landes. 25 essais pour le sapin de la Baltique. 25 essais pour le chêne.

Traverse en pin en service....	3,000	5,400	80 o/o	2,700	4,600	70 o/o	e) Résultats de nombreux essais entrepris par la Compagnie de l'Est (1900).
— en hêtre en service..	4,500	6,000	33 o/o	6,800	+ 8,000	+ 18 o/o	
— en chêne — ..	3,400	5,500	62 o/o	6,200	7,400	20 o/o	
<b>II. — Résistance au tournage fou</b>							
Tirefond de 19 mill. de diamètre et 7 mill. de pas.							NOTA. — Les efforts ont été mesurés au moyen du torsiomètre Collet. Ils représentent la puissance développée par l'ouvrier à l'extrémité de la clé à tirefond de 0 m. 600 de longueur totale de branche.
Traverse pin neuve..... — chêne neuve .....	62 75	65 75	4,8 o/o »				
	Tirefond type P.-L.-M., de 12 mill. 5 de pas.			Tirefond type Est, de 12 mill. de pas.			f) Effort maximum que 2 hommes robustes peuvent produire avec la clé décrite ci-dessus. Les efforts exercés sur les branches de la clé correspondent effectivement à une pression du tirefond sur le patin du rail de : 1,680 kilogr. pour 25 kilogr. 3,150 — 50 — 5,040 — 75 — 6,300 — 100 — 7,560 — 125 —  A ce moment la limite d'élasticité d'une tige d'acier de 23 mill. au filet et de 15 mill. 5 au noyau est dépassée, car elle s'est allongée de 5 à 6 mill. au minimum.
Traverse en pin .....	60	80	33 o/o	60	115	91 o/o	
— en hêtre .....	100	110	10 o/o	120	+ 150 f)	+ 25 o/o	
— en chêne.....	100	110	10 o/o	120	130	8 o/o	
<b>III. — Résistance au déversement</b>							
Rails Vignole maintenus :	Tirefond type Est, de 23 mill. et de 7 mill. 3 de pas.						
1° Par 4 tirefonds dans :							
Traverse en pin en service....	9,000	12,700	41 o/o				Pas d'augmentation sensible.
— en hêtre.....	10,000	»					
— en chêne.....	17,000	»					
2° Par 6 tirefonds dans :							
Traverse en pin .....	10,000	»					
— en hêtre.....	22,000	»					
— en chêne.....	20,000	»					

laquets d'entraînement espacés d'un mètre. La traverse s'engage sous un

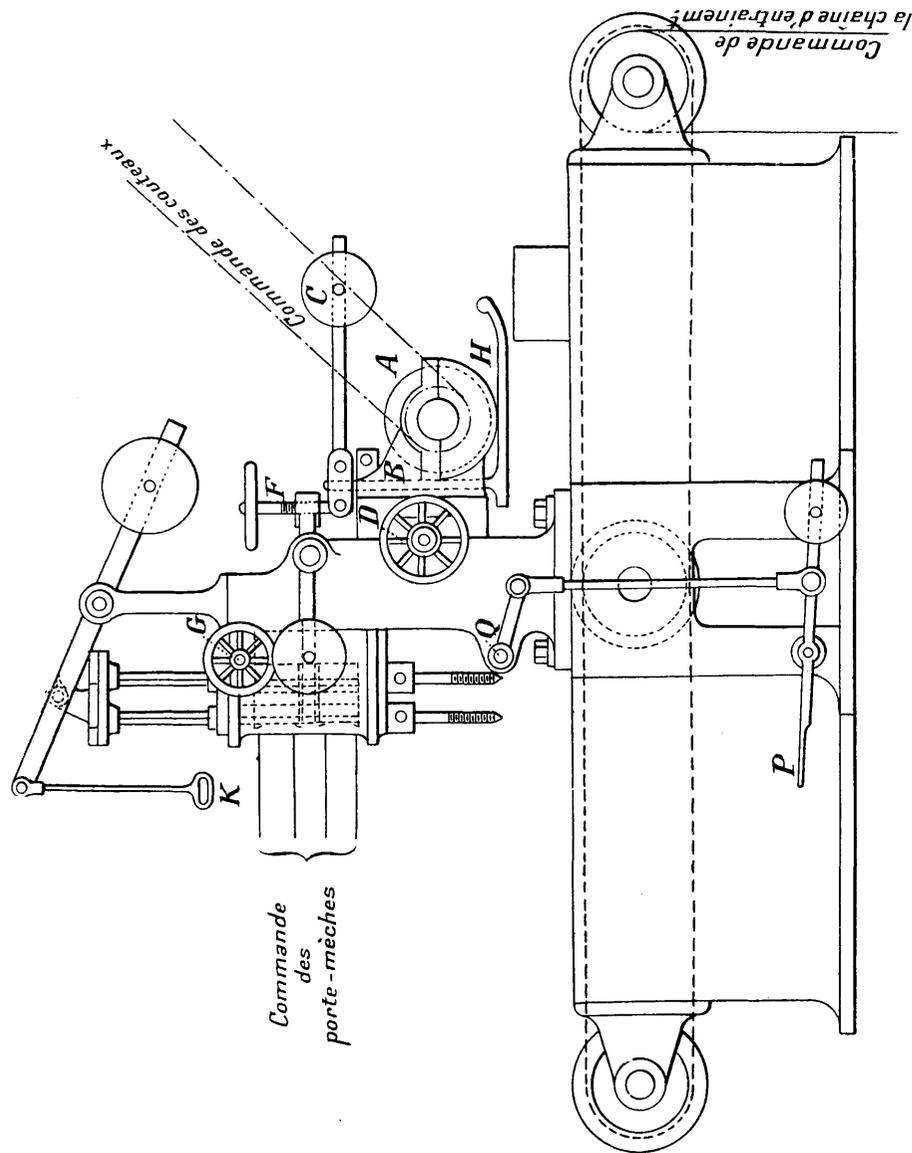


Fig. 52. — Machine à tailler et à percer automatiquement les traverses.

ped 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 levier à mains K, abaissent les mèches qui glissent librement dans le 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 le dispositif pour voie Vignole.

Desservie par quatre hommes, elle peut entailler et percer 1200 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.

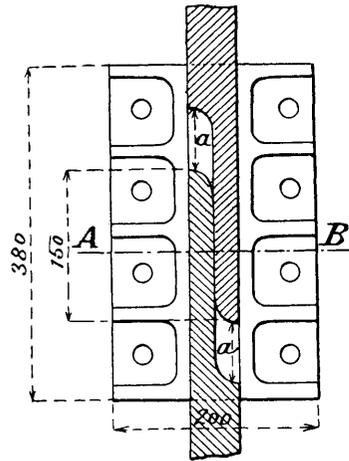
**Appareils de dilatation.** — Sur les ouvrages métalliques, la voie ne peut être posée de la même façon que sur la plateforme, parce que, d'une façon générale, on supprime le ballast sur ces ouvrages tant par économie que pour ne pas les surcharger d'un poids mort considérable.

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 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).



Coupe AB

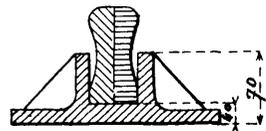


FIG. 53.

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.

(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.

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

1<sup>o</sup>. — RÉSEAU P.-L.-M. (*Voie Vignole*)

	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 01
14 boulons d'éclisses de 760 grammes .....	10 640	2 98
14 rondelles Grover de 20 grammes .....	0 280	0 56
16 traverses en hêtre, injectées, de 90 kilos.....	1.440 »	80 »
128 tirefonds goudronnés : 16 à 420 gr. 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.....	96 760	31 68
<b>TOTAUX.....</b>	<b>2.813 760</b>	<b>345 80</b>

Soit pour 1 mètre de voie :

un poids de .....	$\frac{2.813 \text{ k. } 760}{12} = 234 \text{ k. } 480$
un prix de .....	$\frac{345 \text{ fr. } 82}{12} = 28 \text{ fr. } 82$

2<sup>o</sup>. — RÉSEAU DE L'OUEST-ÉTAT (*Voie en rails dissymétriques*)

	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 tirefonds 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 :

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

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

	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 tirefonds de 200 grammes.....	= 8 "	3 20
<b>TOTAUX.....</b>	<b>709 200</b>	<b>91 56</b>

Soit pour 1 mètre de voie :

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

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

## § 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.

En 1898, il y avait en service, en France, 280 kilomètres de traverses métalliques posées entièrement sur le réseau de l'État (1) ; en Allemagne : 15.139 kilomètres ; 290 kilomètres dans les Pays-Bas ; 146 kilomètres en Autriche-Hongrie et 1.221 kilomètres en Suisse ; dans les autres pays d'Europe, on n'a fait jusqu'ici que des essais. Mais dans les pays d'outre-mer, tels que le Congo, la Colonie du Cap, le Sénégal, le Soudan, l'Éthiopie, les Indes Anglaises et Néerlandaises, l'Indo-Chine, la Chine, l'Australie, l'emploi des traverses métalliques est devenu presque général.

(1) En 1901, ce réseau en possédait 500 kilomètres ; en 1906, 700 kilomètres et en 1909 : 1.000 kilomètres environ.

**Supports métalliques.** — En Allemagne et en Autriche-Hongrie, il y a encore une certaine longueur de voies posées 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 kilom. 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 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

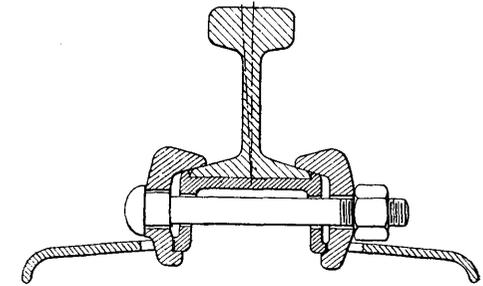


FIG. 54. — Longrine Haarmann.  
Coupe par les attaches du rail.

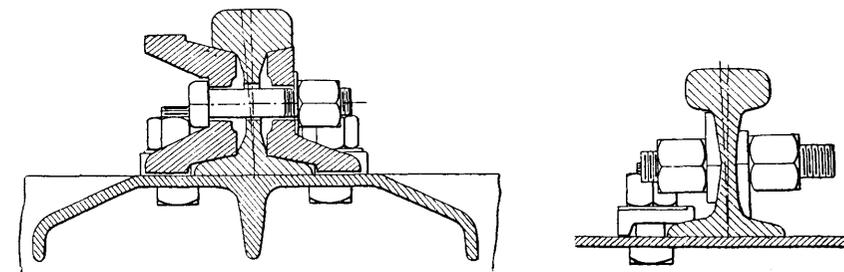


FIG. 55. — Longrine Hilf (Alsace-Lorraine).  
Coupe par le joint du rail. Poids par mètre courant de longrine : 23 k. 500.  
Élévation du crapaud et de l'attache d'une tringle d'entretoisement.

leur abandon. En Égypte, 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 crapaud

avec boulon lorsqu'il s'agit de rails Vignole, ou par un coussinet venu de

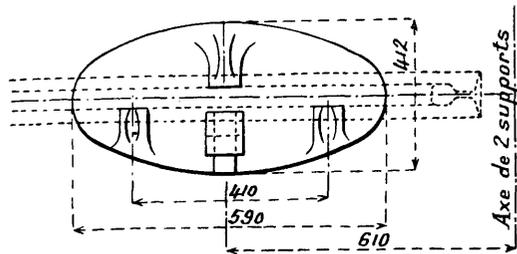


Fig. 56.

Épaisseur des parois : 19 millimètres.

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.

**Traverses.** — On emploie dans quelques colonies françaises le type Boyenval et Ponsard, représenté au croquis ci-contre (fig. 57). Il a été

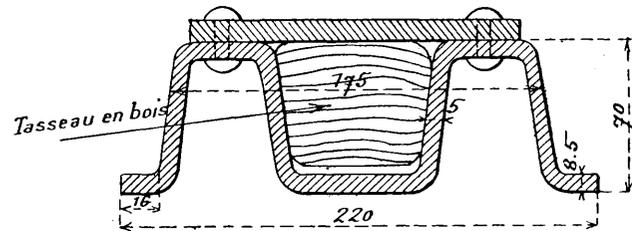


Fig. 57.

Profil pour voie normale avec attaches sur bois. — Poids : 58 kilos environ.

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.



Fig. 58.

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

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 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

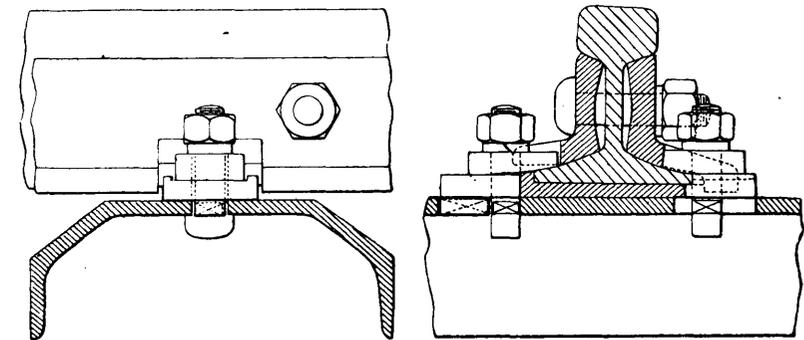


Fig. 59. — Traverse Heindl.

Coupe transversale de la traverse.

Coupe sur une traverse de joint.

Poids de la traverse : 72 kilos.

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. 59).

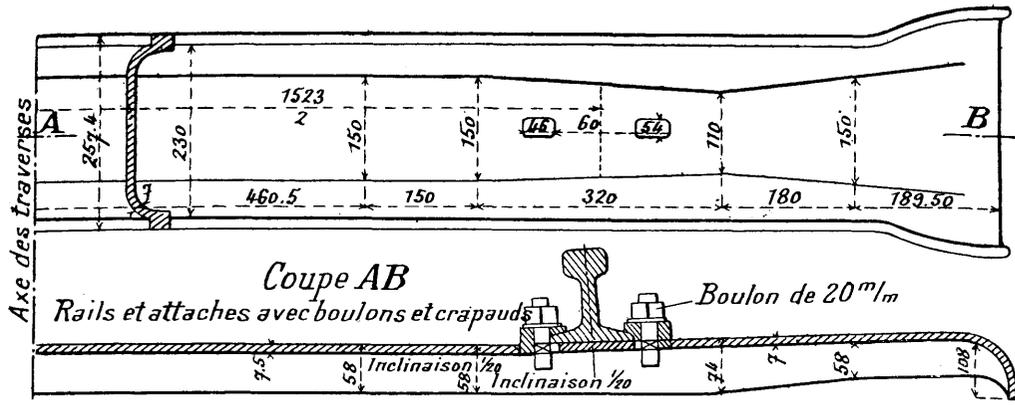


FIG. 60. Traverse type Post à profil variable. — Poids : 58 kilos. (Le rail et les attaches enlevés.)

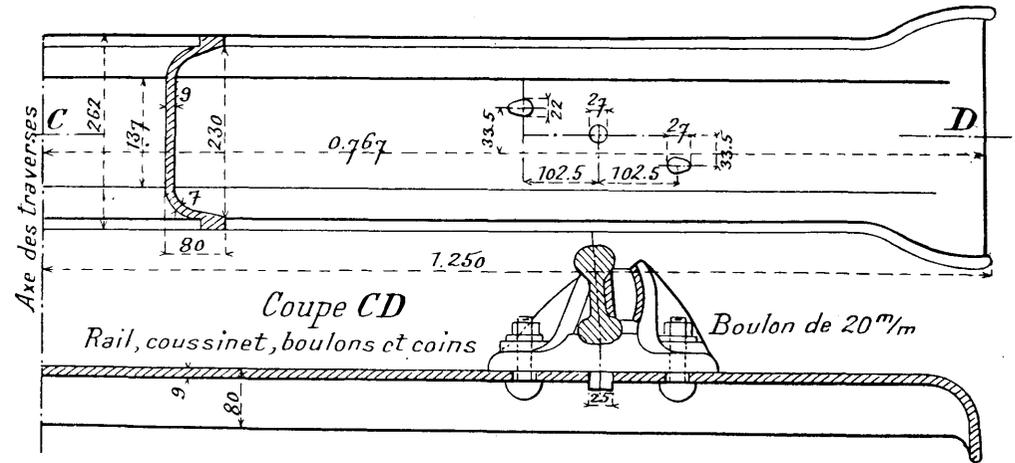


FIG. 61. Traverse Etat Français à profil constant.

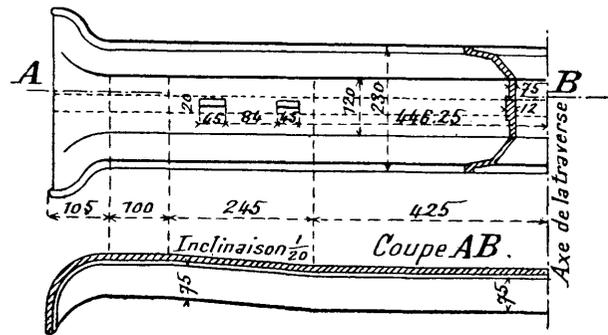


FIG. 62. Ligne de Kouakry au Niger. — Traverses pour rails Vignole avec crapauds et boulons (voie étroite). — Poids : 33 kilos.

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.

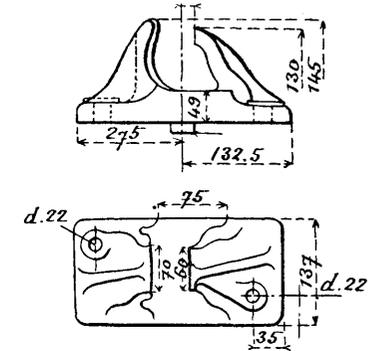


FIG. 63. Coussinet pour rail D.S. de 40 kilos posé sur traverse métallique. — Poids : 12 kil. 360 gr. — Surface de la base : 376 centimètres carrés.

**Attaches.** — Le coussinet de la voie D. C. (fig. 61 et 63) 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 quelques feuilles de papier préalablement goudronnées sur 1 millimètre environ d'épaisseur. Cette précaution évite de nombreuses cassures des supports, tout en protégeant mieux la traverse contre l'usure.

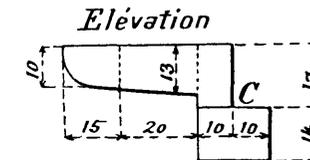
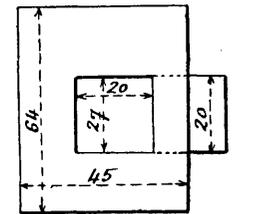


FIG. 64. Crapaud extérieur. — Le crapaud intérieur est semblable, sauf le talon C qui n'existe pas.

Le rail de la voie Vignole est attaché (fig. 59, 60 et 64) par deux crapauds 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 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 fig. 65. 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

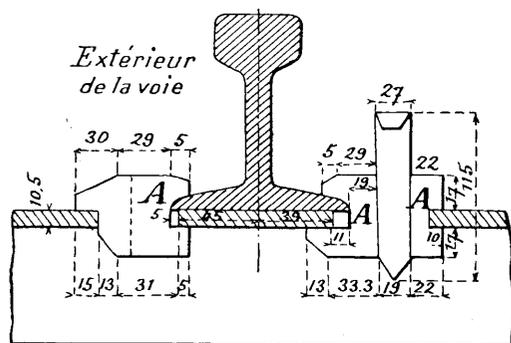


FIG. 65.

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

est obtenu par l'emploi de crapauds, boulons, prisonniers de différents modèles. Le bourrage s'opère avec les mêmes outils et 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 traverse 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 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 plateforme demande à être très bien assainie et le ballast doit être de très bonne qualité et perméable ; 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 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.

**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 :

*Être 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 intégrante 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 et transversaux de la voie.

*Être assez longue*, pour empêcher le balancement transversal et contri-

(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.

buer 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.

*Être 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 un 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. Sa 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 <sup>fr</sup> 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  $\perp$  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.

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

1<sup>o</sup>. — LIGNE DU JURA-SIMPLON (Voie Vignole)

	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 — 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 :

un poids de .....	$\frac{1.937 \text{ k. } 648}{12} =$	161 k. 471
et un prix de .....	$\frac{352 \text{ fr. } 91}{12} =$	29 fr. 41

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

	Kilogrammes	Francs
2 rails de 11 mètres de 40 kilos .....	880 »	154 »
2 paires d'éclisses de 19 k. 550 .....	39 »	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 kil. 230 .....	34 440	13 78
<b>TOTAUX.....</b>	<b>2.142 540</b>	<b>374 71</b>

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 :

	Francs	
Rails .....	175 »	les 100 kilos
Eclisses .....	200 »	—
Boulons d'éclisses .....	280 »	—
— de coussinets .....	300 »	—
Traverse en métal .....	170 »	—
Coin en acier .....	400 »	—
Coussinet en fonte .....	150 »	—
Tirefond goudronné .....	280 »	—
Selle d'arrêt et flasque .....	330 »	—
Crapaud .....	500 »	—
Traverse en hêtre injecté .....	5 »	la pièce
Rondelle Grover .....	0 04	—
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 *a c* et en *a' c'*. Cet appareil est appelé *changement* et sa position est assurée par le *levier de manœuvre*.

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 manœuvre*.