

Le tableau ci-après donne les principales conditions de construction et d'exploitation des chemins de fer grecs.

DÉSIGNATION des LIGNES.	LONGUEUR de la ligne.	LARGEUR de la voie.	RAYON minimum.	RAMPE maximum.	ANNÉE 1889.			COEFFICIENT d'exploitation.	NOMBRE DE			POIDS des locomotives à vide.	
					COUT TOTAL de la construction.	RECETTES d'exploita- tion par kilom.	DÉPENSES d'exploita- tion par kilom.		locomotives.	voitures à voyageurs.	wagons à marchandises.		
Lignes en exploitation.	Pirée-Athènes .....	k. 10	m. 1,44	m. 500	m. 0,016	fr. 5.720.876	fr. 106.910	fr. 45.969	42,98	10	42	12	28 t à 36 t
	Pirée-Athènes-Péloponnèse .....	305	1,00	110	0,025	33.100.000	8.092	6.559	81,07	22	82	188	9 t 8 à 25 t 8
	Pyrgos-Katakolo .....	13,1	1,00	300	0,015	1.438.006	17.180	7.186	41,82	3	16	41	13 t
	Attique .....	76	1,00	150	0,025	5.437.511	6.176	3.969	64,26	7	43	38	23 t
	Thessalie .....	204	1,00	150	0,030	24.008.827	4.910	3.780	76,98	19	47	345	24 t
Lignes en construction.	Myli-Kalamata .....	180	1,00	140	<sup>(b)</sup> 0,022	21.600.000	»	»	»	18	90 dont 30 à bogies	150	14 t et 24 t
	Krionero - Missolonghi-Agrinion .....	61	1,00	140	0,020	5.000.000	»	»	»	6	21	36	14 t
	Dracophtho-Kalavryta...	24	0,75	80 en crémaillère 40 en voie ordinaire	0,145 en crémaillère 0,035 en voie ordinaire	1.200.000	»	»	»	3	4	4	12 t
	Pirée-Larissa .....	390	1,44	300	0,020	52.350.000	»	»	»	30	56 à bogies	500	24 t et 37 t

(a) Sans tenir compte de la résistance des courbes.  
(b) En tenant compte d°

### RENSEIGNEMENTS DIVERS.

**2. — Les traverses métalliques à l'Exposition Universelle de 1889. — Description des systèmes suivants, (1) : a) des chemins de fer de l'État français (type Berg et Marche); b) du Grand Central Belge; c) Cannelées, système Boyenval et Ponsard; d) en Z, système Willemin.**

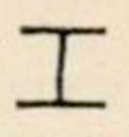
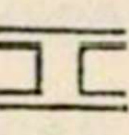
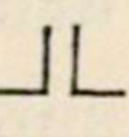
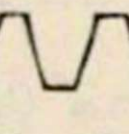
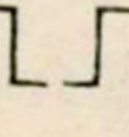
Dans le N° d'août 1890 du *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils* est insérée une « Note sur les traverses métalliques à l'Exposition Universelle de 1889 », par M. PAUL COQUEREL (2). Nous avons classé (3) et réuni dans le tableau ci-contre les 19 types de voies avec traverses métalliques

(1) Pour les rappels d'articles ou de notes publiés dans la *Revue générale* sur les voies avec supports métalliques, voir les N°s de Février 1886, p. 104, de Mars 1887, p. 183 et de Mars 1889, p. 155.

(2) M. Paul COQUEREL, ancien Ingénieur de la voie du chemin de fer de Ceinture, était Ingénieur adjoint pour l'installation de la classe 61 (Matériel des chemins de fer) à l'Exposition Universelle de 1889.

(3) Nous avons suivi la même classification que celle adoptée par M. KOWALSKI dans son article sur l'Employ des traverses métalliques, inséré p. 89 du N° de Février 1886 de la *Revue générale*.

signalés dans cette note comme figurant à l'Exposition et dans la dernière colonne de ce tableau nous renvoyons aux N<sup>os</sup> de la *Revue générale* dans lesquels a déjà été donnée la description de huit de ces types de voies.

TYPE de traverse métallique.	DÉSIGNATION DE L'EXPOSANT.	N <sup>os</sup> DE LA REVUE GÉNÉRALE dans lesquels ont été décrits les types de traverses métalliques
<b>TRAVERSES EN FORME D'∩ OU D'AUGE RENVERSÉE (EXTRÉMITÉS FERMÉES).</b>		
Vautherin (type Berg et Marche).....	Chemins de fer de l'Etat français (appliqué). Grand Central belge (appliqué). P.L.M. Algen, exposé par les Forges de Franche-Comté Usine de Gielgud (Angleterre).	N <sup>o</sup> de Février 1886, p. 97.
Vautherin .....	Vale Steel Iron and Coal C <sup>o</sup> (Angleterre): deux types dont l'un appliqué par la C <sup>ie</sup> de l'Est de la République Argentine..... Cassier (Belgique).	
Post (à profil variable).....	Compagnie des chemins de fer de l'Etat Néerlandais.	N <sup>o</sup> de Novembre 1885, p. 339. N <sup>o</sup> de Décembre 1886, p. 352.
Brunon.....	M. Brunon.....	N <sup>o</sup> d'Octobre 1878, p. 213.
Compagnie de l'Ouest.....	Compagnie des chemins de fer de l'Ouest (à l'essai).	N <sup>o</sup> de Mars 1889, p. 155.
Lambert (à extr. non fermées)	A l'essai sur la ligne de l'Est de Lyon.	
<b>TRAVERSES EN FORME D'U</b>		
Est français.....	Compagnie des chemins de fer de l'Est (à l'essai) ...	N <sup>o</sup> de Juillet 1886, p. 59.
<b>TRAVERSES DE FORMES DIVERSES.</b>		
Sévérac..... 	M. Sévérac (appliqué à titre d'essai par la C <sup>ie</sup> du Nord)	N <sup>o</sup> de Février 1886, p. 101.
Bernard..... 	M. Bernard (..... id .....) )	N <sup>o</sup> de Février 1886, p. 101.
Paulet et Lavalette.. 	MM. Paulet et Lavalette. (Appliqué) .....	N <sup>o</sup> de Février 1886, p. 100.
Boyenval et Ponsard. 	MM. Boyenval et Ponsard. (Appliqué).	
Willemin..... 	M. Willemin (Belgique). Appliqué.	
Helson (vieux rails Vignole)	A l'essai.	
Mancharmont .....	A l'essai sur une section des tramways Nord de Paris.	

Comme il n'entre dans notre cadre que de décrire les dispositifs appliqués ou ayant fait l'objet d'essais d'une certaine importance, on voit, d'après ce tableau, qu'il ne nous reste à signaler que les types suivants de voies avec traverses métalliques (1) :

- a) Traverses de l'État français (type Berg et Marche).
- b) Traverses du Grand Central Belge ( d<sup>o</sup> ).
- c) Traverses cannelées, système Boyenval et Ponsard.
- d) Traverses en Z, système Willemin.

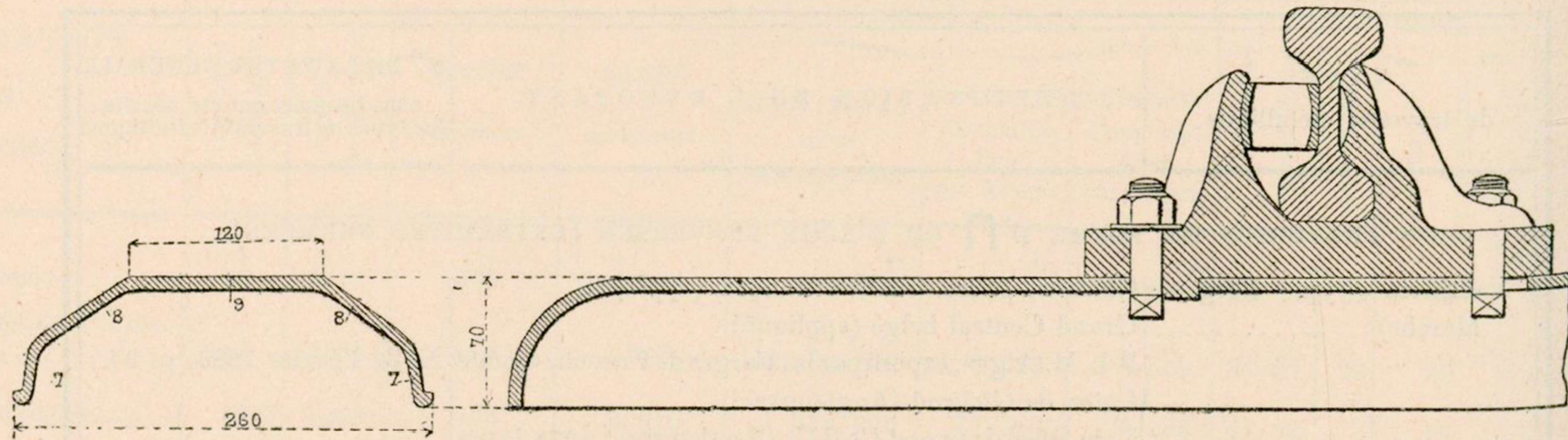
Quant aux traverses anglaises exposées par la maison Gielgud et par la Vale Steel, Iron and Coal C<sup>y</sup>, elles ne sont décrites que très brièvement par M. Coquerel et nous nous réservons d'en parler ultérieurement, d'après un rapport très important sur les traverses métalliques, présenté récemment par M. Russell-Tratman au gouvernement des États-Unis.

(1) Quand ces descriptions sont extraites de la notice précitée de M. P. Coquerel, nous l'indiquons en note au bas de la page.

TRAVERSE  
DE L'ÉTAT  
FRANÇAIS. (1)

C'est une traverse du type Berg et Marche, mais modifiée pour l'appliquer à la voie à double champignon, avec coussinets en fonte (2). Les Fig. 89 donne les dimensions de cette traverse.

Fig. 89. — TRAVERSE MÉTALLIQUE (TYPE BERG ET MARCHE) DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS



Les deux extrémités sont fermées soit par un emboutissage, soit en rabattant le dessus et les côtés

Dans ces conditions, la traverse en acier doux d'une longueur de 2<sup>m</sup>50, pèse 57<sup>kg</sup>.

Pour fixer les coussinets, la table supérieure a été percée de quatre ouvertures rectangulaires, avec angles arrondis, sur 5<sup>m</sup>/<sub>m</sub> de rayon.

Ces ouvertures, placées deux à deux, symétriquement à droite et à gauche de l'axe longitudinal, sont inégales; celles placées à l'intérieur de la voie reçoivent un boulon d'attache du coussinet. Les deux autres, placées à l'extérieur de la voie, reçoivent, outre un second boulon d'attache, un talon venu de fonte sous le coussinet. C'est ce talon qui détermine, au sabotage, l'écartement de la voie et, en service, s'oppose à l'augmentation de cet écartement.

Chaque coussinet est ainsi maintenu par deux boulons, avec écrou en dessus. Les chemins de fer de l'État essayent, en ce moment, le boulon de M. Linet qui présente deux particularités. Il a d'abord un filetage spécial qui diffère du filetage ordinaire en ce que les surfaces en contact et sur lesquelles s'opère le serrage, sont perpendiculaires à l'axe du boulon; dans ces conditions, il ne se produit aucune composante tendant à ouvrir l'écrou. En second lieu, l'écrou est fendu avant son filetage, par un trait de scie, sur l'un des angles de ses pans. Cette fente fait de l'écrou un ressort puissant qui exerce un frottement énergique sur la tige du boulon et s'oppose au desserrage. Pour obtenir ce ressort, il suffit de tarauder l'écrou à un diamètre un peu moindre que le boulon ou simplement de le resserrer de l'épaisseur du trait de scie.

Les chemins de fer de l'État ont employé cette traverse sur une assez large échelle. En 1886 on en a posé 8.200 et 30.000 en 1888. La ligne d'Ambarès à Bordeaux doit être posée exclusivement avec ce type. Il y a en cours d'exécution une commande de 70.000.

Le cahier des charges impose, pour le métal, les conditions suivantes :

Charge de rupture .....	45 <sup>kg</sup> par <sup>m</sup> / <sub>m</sub> <sup>q</sup> ;
Allongement minimum . . . . .	20 %
Limite d'élasticité .....	25 <sup>kg</sup> par <sup>m</sup> / <sub>m</sub> <sup>q</sup> .

Après le perçage des ouvertures qui est fait à froid, les traverses doivent être recuites. On vient

(1) Cette description est extraite de la note de M. P. Coquerel.

(2) Ainsi que nous l'avons signalé dans la *Chronique* du N<sup>o</sup> de Décembre 1886, p. 352, les Chemins de fer de l'État français ont commandé un certain nombre de traverses métalliques à profil variable, type Post.

de dispenser le fournisseur de cette opération, mais à la condition que les traverses supporteront l'épreuve suivante : On introduit, dans deux des ouvertures, deux crochets de  $25^m/m$  de largeur et la traverse doit supporter, dans le sens de la longueur, une traction de  $25^kg$ . En fait, dans cette épreuve, les ouvertures ne se sont pas déchirées aux angles, comme on le craignait, mais elles se sont allongées et le métal s'est boursoufflé dans les crochets.

Cette fourniture de 70.000 traverses a été adjugée aux Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer, à Saint-Chamond.

Cette Société exposait, outre des spécimens des traverses de l'État, une traverse pour voie de  $1^m$  et rail Vignole. Celle-ci présente une particularité, c'est que l'extrémité inférieure des parois verticales est recourbée vers l'axe de la traverse.

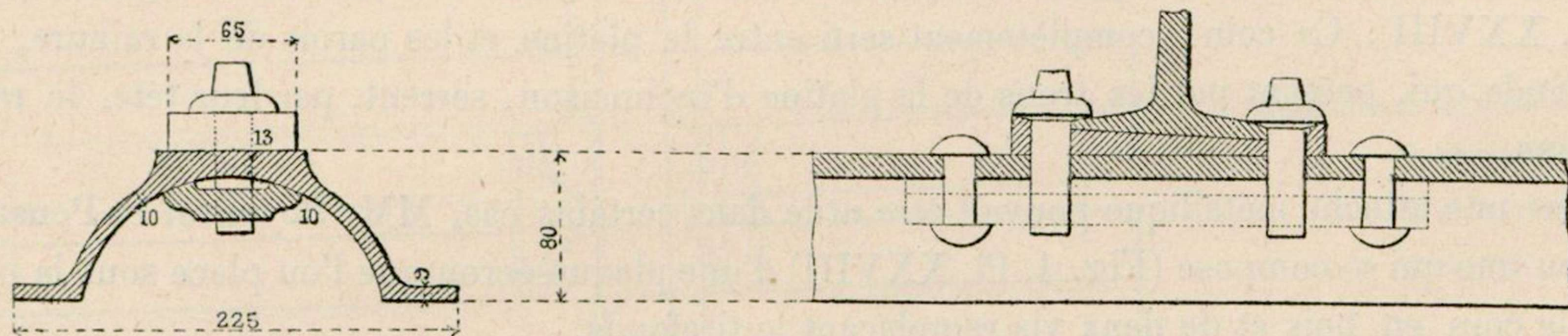
L'inclinaison du rail est obtenue par un matricage de la face supérieure et le rail est maintenu par deux crapauds dont l'un est rivé et l'autre boulonné sur cette face.

Cette traverse a été établie par la Société de Saint-Chamond, pour son propre usage. Elle est employée sur une ligne de  $25^km$ , servant à l'exploitation d'une forêt, en Sardaigne. Bien que les traverses en bois fussent en place, elles s'usaient si rapidement, sous le climat de la Sardaigne, que la Compagnie de Saint-Chamond a trouvé avantage à leur substituer des traverses en fer.

TRAVERSE  
DU  
GRAND CENTRAL  
BELGE (1)

Ces traverses (Fig. 90) sont du genre Berg et Marche, mais au lieu de la forme polygonale qu'affectent ces dernières, elles sont complètement arrondies, comme une portion de voûte. A la partie supérieure on a ménagé une surface horizontale qui n'a que  $75^m/m$  de largeur.

Fig. 90. — TRAVERSE MÉTALLIQUE DU GRAND CENTRAL BELGE (TYPE BERG ET MARCHE).



Ces traverses sont en fer et non en acier. C'est probablement ce qui a conduit à leur donner une épaisseur assez forte de  $9^m/m$  à la base, elles passent à  $10^m/m$  puis au sommet à  $13^m/m$ .

Leur moment d'inertie est 0,000 001 903.

Deux modes d'attache, pour le rail Vignole, ont été successivement employés.

Dans le premier, on plaçait sous le rail à l'intérieur de la traverse, un blochet en bois. Il était maintenu à la partie inférieure par une plaque de fer qui formait en même temps écrou pour deux vis traversant le bois. Ces vis maintenaient en même temps, par leur tête saillante, le rail et la semelle d'inclinaison.

Cette pièce de bois a été supprimée en 1887 et remplacée par une pièce de fer, placée à l'intérieur de la traverse et rivée sur la table supérieure. Cette pièce sert d'écrou aux deux vis qui maintiennent la semelle d'inclinaison et le rail. Il est à remarquer que c'est cette pièce et non la semelle d'inclinaison qui est rivée sur la traverse.

(1) Cette description est extraite de la note de M. P. Coquerel.

Ces traverses, y compris tous les accessoires, pèsent 69<sup>kg</sup>,100. Ce poids se décompose ainsi :

Traverse.....	60 <sup>kg</sup> ,59
Selle d'inclinaison.....	2 32
Platine écrou... ..	4 118
Rivets. ....	0 742
Tirefonds.....	1 330
	69 <sup>kg</sup> ,100

Depuis 1886, la Compagnie du Grand Central belge a posé 11.000 de ces traverses. Elles paraissent se comporter très bien et aucune n'a dû être remplacée.

TRAVERSES  
CANNELÉES  
SYSTÈME  
BOYENVAL  
ET PONSARD.

MM. Boyenval et Ponsard, Ingénieurs civils à Paris, ont imaginé une traverse métallique cannelée, qui est appliquée à titre d'essai : pour la voie normale sur les chemins de fer de l'État français, sur le chemin de fer de Petite Ceinture de Paris et sur le chemin de fer algérien de Bône à Guelma (1), et sur le réseau de l'Ouest algérien ; pour la voie de 1<sup>m</sup>,00 sur la ligne de Dakar à St-Louis (Sénégal), sur la ligne Porto-Rico (330.000 traverses), etc.

Ainsi que l'indique la Fig. 3, Pl. XXVIII, le profil de cette traverse affecte la forme d'un fer en double U renversé, ou de deux fers Zorès dont les ailes voisines seraient accouplées.

Sur la surface supérieure et à l'écartement de la voie sont rivées deux platines d'inclinaison destinées à recevoir le patin des rails Vignole, et, dans le cas de rails à double champignon, les coussinets sont rivés ou boulonnés directement sur la traverse.

Ce qui caractérise surtout cette traverse, c'est qu'elle permet l'emploi de tirefonds ordinaires pour relier le rail à la traverse. A cet effet, l'on introduit, sous la platine d'inclinaison, dans la rainure du milieu, un coin en bois de sapin ou de pin résineux de 0<sup>m</sup>,250 à 0<sup>m</sup>,300 de longueur (Fig. 2 et 3, Pl. XXVIII). Ce coin, complètement serti entre la platine et les parois de la rainure, reçoit les tirefonds qui, passant par les trous de la platine d'inclinaison, serrent, par leur tête, le rail sur la traverse.

Comme une attache métallique pouvait être utile dans certains cas, MM. Boyenval et Ponsard en ont prévu une qui se compose (Fig. 4, Pl. XXVIII) d'une plaque-écrou que l'on place sous la platine comme le coin en bois et de deux vis remplaçant le tirefonds.

Les poids de ces traverses en acier et de leurs accessoires sont les suivants pour voie normale et pour voie de 1<sup>m</sup> ; dans le premier cas la traverse a une longueur de 2<sup>m</sup>,50 et dans le second 1<sup>m</sup>,70.

	Voie normale.	Voie de 1 <sup>m</sup> .
Traverse.....	<sup>kg.</sup> 47,050	<sup>kg.</sup> 19,975
Platines d'inclinaison.....	6,290	2,680
Rivets de fixation des platines.....	1,040	0,500
Tirefonds (2).....	1,120	0,640
Coins en bois.....	»	»
	<sup>kg.</sup> 55,500	<sup>kg.</sup> 23,795

(1) La Compagnie des chemins de fer de Bône à Guelma a modifié de la façon suivante le mode d'attache du rail sur la traverse. Elle a remplacé les tirefonds par des buttoirs fixes de 164 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de longueur, rivés sur la traverse, ainsi que l'indiquent les Fig. 5 à 7 de la Pl. XXVIII.

(2) Dans le cas de l'attache métallique les vis et plaques-écrou pèsent pour la voie normale 2<sup>kg</sup>,200 et pour la voie de 1<sup>m</sup>,00, 1<sup>kg</sup>,100.

Ces traverses ont été fabriquées jusqu'ici par la Société des Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et d'Anzin et par les Aciéries d'Angleur.

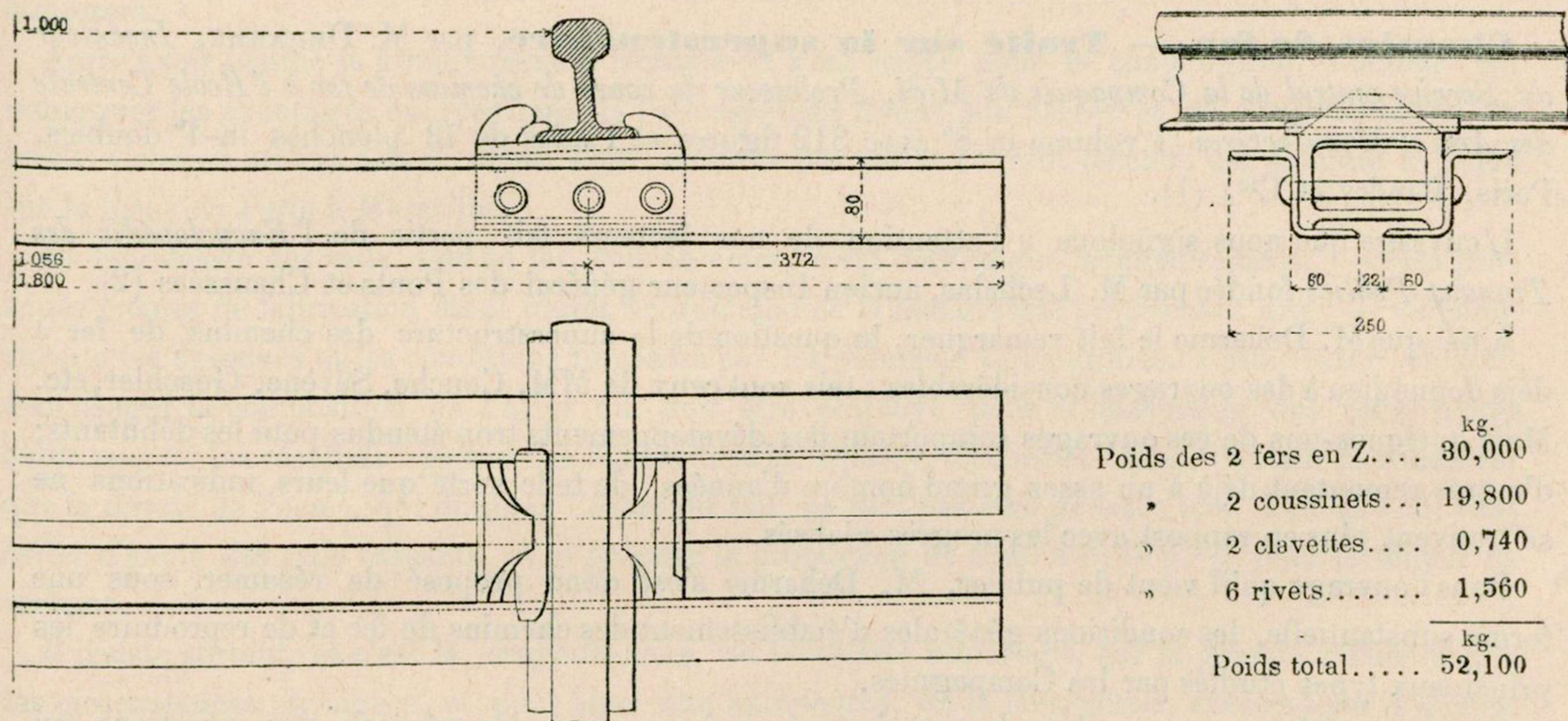
M. Coquerel signale que ces traverses présentent une grande résistance à l'écrasement, ainsi que cela résulte des expériences faites aux usines d'Anzin (1) « la traverse était posée, à plat, sur une surface métallique, la semelle d'inclinaison rivée en place. Dans ces conditions, elle a pu supporter, sans déformation permanente, une charge de 72.000<sup>kg</sup>.

« Des essais à la flexion ont aussi été faits aux mêmes usines. La traverse était posée sur deux appuis distants de 1<sup>m</sup> et chargée en son milieu. La déformation permanente n'a commencé que sous une charge de 11.700<sup>kg</sup>. »

La Société nationale des chemins de fer vicinaux en Belgique a posé, en 1887, un ensemble de 12.829 traverses métalliques en fer, dites en **Z**, dans les voies à largeur de 1<sup>m</sup> de trois lignes vicinales à profil accidenté (déclivité maximum 60<sup>m</sup>/m par mètre et rayon minimum des courbes 25<sup>m</sup>) et à trafic actif (15 trains par jour et dans chaque sens) de la banlieue de Charleroi.

TRAVERSES  
MÉTALLIQUES  
EN Z,  
SYSTÈME  
WILLEMIN.

Fig. 94. — TRAVERSE MÉTALLIQUE EN **Z**, SYSTÈME DE M. WILLEMIN.



Ces traverses (Fig. 91) se composent de deux fers en forme de **Z**, réunis entre eux au moyen de deux coussinets en fonte et de six tirants. Ces coussinets présentent à leur partie supérieure une surface à l'inclinaison de 1/20, destinée à recevoir le patin du rail que deux ergots maintiennent. L'ergot intérieur est ménagé de façon à permettre le passage d'une clavette de serrage. Cette clavette est en fer, fendue à chaud et à la scie et ajustée suivant un angle inférieur à l'angle de frottement, afin qu'elle ne sorte pas de la cavité où elle est chassée. Pour éviter un desserrage éventuel, la partie extérieure de la clavette est ouverte au moyen d'un coup de burin.

Les voies en pose normale se composent : 1<sup>o</sup> en pavage, de rails de 30<sup>kg</sup> par mètre comportant huit traverses métalliques par longueur de barre de 9<sup>m</sup> ; 2<sup>o</sup> en accotement, de rails de 21<sup>kg</sup>,5 par mètre, comportant dix traverses pour la même longueur de barre. Des éclisses d'une forme spéciale raccordent ces deux espèces de rails.

Ces traverses pèsent 52<sup>kg</sup> l'une.

(1) La traverse ainsi essayée était du type pour voie normale destinée à la C<sup>ie</sup> de l'Ouest Algérien.

Depuis le 3 Juin 1887, date de l'ouverture à l'exploitation des trois lignes de banlieue de Charle-roi, les voies avec traverses de ce système se sont bien comportées.

En outre de cette traverse de 52<sup>kg</sup> pour voie de 1<sup>m</sup>, figuraient à l'Exposition universelle de 1889 : un grand modèle de traverse pesant avec ses attaches 95<sup>kg</sup> pour voie normale à circulation rapide avec rail lourd type Goliath de 52<sup>kg</sup> par mètre ; une traverse pesant 80<sup>kg</sup> avec ses attaches pour lignes également à voie normale et à fort trafic, mais sur lesquelles la vitesse des trains ne dépasse pas 60<sup>km</sup> à l'heure ; enfin, des modèles de traverses pesant de 50 à 70<sup>kg</sup> pour les lignes secondaires à voie normale dont les trains ne dépassent pas une vitesse de 40<sup>km</sup> à l'heure. En ce qui concerne la voie étroite, en dehors du type de traverse à 52<sup>kg</sup>, figuraient à l'Exposition deux types de traverses pour les chemins de fer coloniaux, l'un pesant 35<sup>kg</sup> pour lignes ayant un trafic d'une certaine importance, l'autre de 27<sup>kg</sup> pour lignes à faible trafic.

Un dernier type de traverse étudiée pour voie de 0<sup>m</sup>,75 présente une longueur de 1<sup>m</sup>,320 et pèse 20<sup>kg</sup>.

#### NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

**Chemins de fer. — Traité sur la superstructure**, par M. DEHARME, *Ingénieur du Service central de la Compagnie du Midi, Professeur du cours de chemins de fer à l'École Centrale des Arts et Manufactures* (1 volume in-8° avec 312 figures et 1 atlas de 73 planches in-4° doubles, Paris, Baudry et C<sup>ie</sup>). (1).

L'ouvrage que nous signalons à l'attention de nos lecteurs fait partie de l'*Encyclopédie des Travaux Publics* fondée par M. Lechalas, ancien Inspecteur général des Ponts et Chaussées (2).

Ainsi que M. Deharme le fait remarquer, la question de la superstructure des chemins de fer a déjà donné lieu à des ouvrages considérables : tels sont ceux de MM. Couche, Sévène, Goschler, etc. Mais quelques-uns de ces ouvrages comportent des développements trop étendus pour les débutants ; d'autres remontent déjà à un assez grand nombre d'années, de telle sorte que leurs indications ne se trouvent plus en rapport avec les progrès réalisés.

Dans l'ouvrage qu'il vient de publier, M. Deharme s'est donc proposé de résumer, sous une forme substantielle, les conditions générales d'établissement des chemins de fer et de reproduire les principaux types étudiés par les Compagnies.

L'ouvrage débute par une *Introduction* destinée à donner une idée générale des questions qui doivent être traitées dans la partie de l'Encyclopédie spécialement affectée à l'étude des chemins de fer, et à montrer la corrélation qui existe entre les conditions d'établissement d'une ligne donnée et celles de son exploitation.

Après avoir esquissé les transformations successives qu'a subies l'industrie des transports, l'auteur aborde la question si importante de la largeur de la voie. — Il rappelle les motifs qui ont conduit

---

(1) Cette *Notice bibliographique* nous a été communiqué par M. G. MICHAUX, *Ingénieur des Arts et Manufactures, Chef de bureau à la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée*.

(2) L'industrie spéciale des chemins de fer doit être représentée dans cette collection par quatre ouvrages :

1° *L'Infrastructure* ;

2° Celui dont le titre est indiqué ci-dessus et qui concerne spécialement la *Superstructure* ;

3° *Le Matériel roulant*, actuellement en préparation, par MM. Deharme et Desdouits, — ce dernier Ingénieur de la Marine, Ingénieur en chef-adjoint du Matériel et de la Traction aux chemins de fer de l'État ;

4° Enfin, 2 volumes sur *l'Exploitation technique et l'Exploitation commerciale*, par M. Cossmann, Ingénieur Chef du service technique de l'Exploitation du Chemin de fer du Nord.