

Institut Royal Colonial Belge

SECTION
DES SCIENCES TECHNIQUES

Mémoires. — Collection in-8°.
Tome IV, fasc. 5 et dernier.

Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut

SECTIE
VOOR TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen. — Verzameling
in-8°. — B. IV, afl. 5 en laatste.

NOUVEAUX SYSTEMES
DE
PONTS MÉTALLIQUES
POUR LES COLONIES

ET LEUR INFLUENCE POSSIBLE
SUR L'ÉVOLUTION DES TRANSPORTS ROUTIERS AU CONGO BELGE
ET AU RUANDA-URUNDI

PAR

E.-J. DEVROEY

Ingénieur en Chef honoraire de la Colonie,
Ancien chef du Service des Travaux publics du Gouvernement Général,
Conseiller technique au Ministère des Colonies,
Membre associé de l'Institut Royal Colonial Belge.

BRUXELLES

Librairie Falk fils,
GEORGES VAN CAMPENHOUT, Successeur,
22, rue des Paroissiens, 22.

BRUSSEL

Boekhandel Falk zoon,
GEORGES VAN CAMPENHOUT, Opvolger,
22, Farochianenstraat, 22.

1947

En vente à la Librairie FALK Fils, G. VAN CAMPENHOUT, Succr.
Téléph. : 12.39.70 22, rue des Paroissiens, Bruxelles C. C. P. n° 142.90

Te koop in den Boekhandel FALK Zoon, G. VAN CAMPENHOUT, Opvolger.
Telef. : 12.39.70 22, Parochianenstraat, te Brussel. Postrekening : 142.90

LISTE DES MÉMOIRES PUBLIÉS AU 1^{er} AOUT 1947.

COLLECTION IN-8°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

PAGÈS, le R. P., *Au Ruanda, sur les bords du lac Kivu (Congo Belge). Un royaume hamite au centre de l'Afrique* (703 pages, 29 planches, 1 carte, 1933) . . . fr. 250 »

Tome II.

LAMAN, K.-E., *Dictionnaire kikongo-français* (XCIV-1183 pages, 1 carte, 1936) . . . fr. 600 »

Tome III.

1. PLANQUAERT, le R. P. M., *Les Jaga et les Bayaka du Kwango* (184 pages, 18 planches, 1 carte, 1932) . . . fr. 90 »

2. LOUWERS, O., *Le problème financier et le problème économique au Congo Belge en 1932* (69 pages, 1933) . . . fr. 25 »

3. MOTTOULLE, le Dr L., *Contribution à l'étude du déterminisme fonctionnel de l'industrie dans l'éducation de l'indigène congolais* (48 p., 16 pl., 1934) . . . fr. 60 »

Tome IV.

MERTENS, le R. P. J., *Les Ba dzing de la Kamtsha :*

1. Première partie : *Ethnographie* (381 pages, 3 cartes, 42 figures, 10 planches, 1935) . . . fr. 120 »

2. Deuxième partie : *Grammaire de l'Idzing de la Kamtsha* (XXXI-388 pages, 1938) . . . fr. 230 »

3. Troisième partie : *Dictionnaire Idzing-Français suivi d'un aide-mémoire Français-Idzing* (240 pages, 1 carte, 1939) . . . fr. 140 »

Tome V.

1. VAN REETH, de E. P., *De Rol van den moederlijken oom in de inlandsche familie* (Verhandeling bekroond in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935) (35 blz., 1935) . . . fr. 10 »

2. LOUWERS, O., *Le problème colonial du point de vue international* (130 pages, 1936) . . . fr. 50 »

3. BITREMIEUX, le R. P. L., *La Société secrète des Bakhimba au Mayombe* (327 pages, 1 carte, 8 planches, 1936) . . . fr. 110 »

Tome VI.

MOELLER, A., *Les grandes lignes des migrations des Bantous de la Province Orientale du Congo belge* (578 pages, 2 cartes, 6 planches, 1936) . . . fr. 200 »

Tome VII.

1. STRUYF, le R. P. I., *Les Bakongo dans leurs légendes* (280 pages, 1936) . . . fr. 35 »

2. LOTAR, le R. P. L., *La grande chronique de l'Ubangi* (99 p., 1 fig., 1937) . . . fr. 30 »

3. VAN CAENEGHEM, de E. P. R., *Studie over de gewoontelijke strafbepalingen tegen het overspel bij de Baluba en Ba Lulua van Kasai* (Verhandeling welke in den Jaarlijkschen Wedstrijd voor 1937, den tweeden prijs bekomen heeft) (56 blz., 1938) . . . fr. 20 »

4. HULSTAERT, le R. P. G., *Les sanctions coutumières contre l'adultère chez les Nkundó* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1937) (53 pages, 1938) . . . fr. 20 »



INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

MÉMOIRES

KONINKLIJK BELGISCH KOLONIAAL INSTITUUT

VERHANDELINGEN



TABLE
DES MÉMOIRES CONTENUS DANS LE TOME IV.

1. Le béton précontraint aux Colonies. (Présentation d'un projet de pont démontable en éléments de série préfabriqués (48 pages, 9 planches hors-texte, 1944); par E. DEVROEY.
 2. Monographie des Matériels Algrain (148 pages, 92 figures, 25 planches, 4 diagrammes et 3 tableaux hors-texte, 1944); par P. ALGRAIN.
 3. La pratique du traitement électrochimique des minerais de cuivre du Katanga (68 pages, 10 planches, 1946); par E. ROGER.
 4. Le Congo belge et la politique de conjoncture (129 pages, 9 diagrammes, 1946); par M. VAN DE PUTTE.
 5. Nouveaux systèmes de ponts métalliques pour les Colonies et leur influence possible sur l'évolution des transports routiers au Congo belge et au Ruanda-Urundi (97 pages, 12 figures et 12 planches hors-texte); par E. DEVROEY.
-

INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

Section des Sciences Techniques

MÉMOIRES

KONINKLIJK BELGISCH KOLONIAAL INSTITUUT

Sectie voor Technische Wetenschappen

VERHANDELINGEN

In-8° — IV — 1947

BRUXELLES

Librairie Falk fils,

GEORGES VAN CAMPENHOUT, Successeur,

22, rue des Paroissiens, 22.

BRUSSEL

Boekhandel Falk zoon,

GEORGES VAN CAMPENHOUT, Opvolger,

22, Parochianenstraat, 22.

1947

MARCEL HAYEZ,

Imprimeur de l'Académie royale de Belgique,
Rue de Louvain, 112, Bruxelles.
(Domicile légal : rue de la Chancellerie, 4)

NOUVEAUX SYSTEMES
DE
PONTS MÉTALLIQUES
POUR LES COLONIES

**ET LEUR INFLUENCE POSSIBLE
SUR L'ÉVOLUTION DES TRANSPORTS ROUTIERS AU CONGO BELGE
ET AU RUANDA-URUNDI**

PAR

E.-J. DEVROEY

Ingénieur en Chef honoraire de la Colonie,
Ancien chef du Service des Travaux publics du Gouvernement Général,
Conseiller technique au Ministère des Colonies,
Membre associé de l'Institut Royal Colonial Belge.

Mémoire présenté à la séance du 30 mai 1947.

AVANT - PROPOS

Lors de la séance du 30 juillet 1943 de la section des Sciences techniques de l'I.R.C.B., nous avons eu l'occasion de présenter un mémoire du Colonel Paul Algrain, inventeur d'un type de ponts métalliques démontables coloniaux, dont une très large application a été faite au Congo belge et au Ruanda-Urundi (14, b) (1).

Le mémoire du Colonel Algrain décrit notamment (4) les diverses particularités et possibilités du matériel dit unifié de ponts-routes modèle 1938 à platelage tout acier, qui était admis avant la dernière guerre mondiale pour le trafic lourd autorisé à ce moment sur les routes principales du Congo belge et du Ruanda-Urundi. C'est pour ce même trafic d'avant guerre que nous avons présenté en 1944 un projet de pont démontable en béton précontraint (14, c).

Mais, depuis 1938, des idées nouvelles se sont fait jour, tant pour ce qui concerne l'augmentation des charges auxquelles les ponts doivent pouvoir livrer passage, que pour les modes de conception et d'exécution des ouvrages d'art métalliques au Congo belge.

On a pu se rendre compte aussi des possibilités d'emploi aux colonies de certains matériels de ponts utilisés ou étudiés pour des fins militaires par les armées alliées.

(1) Les numéros rappelés entre parenthèses renvoient à la bibliographie, p. 92.

Ce sont quelques-unes de ces réalisations nouvelles que nous nous proposons d'examiner au cours de la présente communication, en vue de dégager leur influence possible sur l'évolution des transports routiers dans notre Colonie.

Néanmoins, afin de situer exactement la question des ouvrages d'art métalliques dans l'ensemble du problème des transports routiers au Congo, nous envisagerons successivement les points suivants :

I. — *Le trafic routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi.*

- A. — Développement et caractéristiques du réseau.
- B. — Intensité du trafic et tarifs de transports.
- C. — Charges autorisées et taxes.
- D. — Le poids lourd, solution de l'avenir.
- E. — L'effort de guerre des transports routiers au Congo belge.

II. — *Les ouvrages d'art.*

- A. — Trains de charges types.
- B. — Types de ponts métalliques.
 - a) Ponts démontables :
 - 1. Ponts militaires.
 - 2. Ponts Butterley.
 - 3. Le Système Multifur Grisard.
 - 4. Ponts Algrain mod. 1947.
 - 5. Ponts sur poutrelles Grey.
 - b) Ponts fixes :
 - Nouveau système belge de poutres R-M.

III. — *Conclusions.*

NOUVEAUX SYSTÈMES
DE
PONTS MÉTALLIQUES
POUR LES COLONIES

**I. — LE TRAFIC ROUTIER AU CONGO BELGE
ET AU RUANDA-URUNDI.**

A. — Développement et caractéristiques du réseau.

Dans notre mémoire sur *Le Réseau routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi* (14, a), nous avons retracé en détail le développement progressif et la classification adoptée pour l'ensemble des routes de la Colonie.

Rappelons seulement la rapidité avec laquelle ce réseau s'est étendu.

Le 9 décembre 1920, à la Chambre des Représentants, le rapporteur du budget des colonies pouvait déclarer que 247 kilomètres seulement de routes congolaises étaient praticables aux automobiles.

Dix ans plus tard, on en comptait près de 30.000; en 1935, 54.000 kilomètres, et au commencement de la dernière guerre, 76.000. Le tableau suivant fournit des précisions à ce sujet; on constate que l'effort n'a cessé de s'intensifier, et les dernières statistiques, au 31 décembre

1945, accusent un total de 92.067 kilomètres de routes ouvertes au trafic, se décomposant comme suit :

Routes principales	3.143 km
Routes secondaires	9.400 km
Routes voyageurs	2.222 km
Total routes d'intérêt général. 14.765 km	
Routes d'intérêt local	66.594 km
Total routes publiques. 81.359 km	
Routes privées	10.708 km
Total des routes congolaises. 92.067 km	
Il y a lieu d'y ajouter, pour le Ruanda-Urundi (1)	7.848 km
Ce qui, pour l'ensemble de notre domaine africain, représente un total général de 99.915 km	

Développement, en kilomètres, du réseau routier du Congo belge ouvert au trafic à la fin de chaque année.

Année	Routes publiques						Routes privées	Total général
	d'intérêt général				intérêt local	Total		
	princi-pales	secon-daires	voya-geurs	Total				
1937	5.083	7.761	2.158	15.002	42.580	57.582	10.493	68.175
1938	2.813	9.204	1.998	14.015	47.883	61.898	8.832	70.730
1939	2.813	9.364	2.021	14.198	52.776	66.974	9.606	76.580
1940	2.883	9.440	2.145	14.468	55.036	69.504	10.364	79.868
1941	3.143	8.982	2.222	14.347	60.127	74.479	9.670	84.144
1942	3.143	8.863	2.222	14.228	64.292	78.520	10.431	88.951
1944	3.143	8.597	2.222	13.962	66.048	80.010	10.576	90.586
1945	—	—	—	14.765	66.594	81.359	10.708	92.067

- (1) Ce total, au 31 décembre 1946, comprend :
- 356 km de routes principales,
 - 2.165 km de routes secondaires,
 - 5.270 km de routes pour voyageurs, soit
 - 7.791 km de routes d'intérêt général, et
 - 57 km de routes privées.

La distinction entre routes d'intérêt général et routes d'intérêt local a un caractère purement administratif : les *routes d'intérêt général* sont déclarées telles par ordonnance du Gouverneur général, eu égard au rôle qu'elles remplissent dans l'ensemble du territoire, soit qu'elles relient directement entre eux les chefs-lieux de provinces, les agglomérations urbaines et les centres industriels importants, ou qu'elles desservent des installations dont les indigènes ne retirent aucun profit immédiat, comme, par exemple, un aérodrome.

Les routes publiques qui ne répondent pas à ces critères ni aux besoins économiques du moment sont réputées *d'intérêt local*.

C'est pour des raisons d'ordre budgétaire que l'Administration a été amenée à faire la distinction entre routes d'intérêt général et routes d'intérêt local, ces dernières devant être construites et entretenues par les soins et au moyen des ressources propres des circonscriptions indigènes, tandis que pour les routes d'intérêt général, la participation des collectivités indigènes n'est prévue que dans les limites des dites circonscriptions, et contre rémunération à charge du budget général de la Colonie ⁽¹⁾.

Quant aux *routes privées*, construites et entretenues aux frais de certaines sociétés ou d'organismes particuliers, leur établissement sur le terrain domanial n'est consenti par le Gouvernement que moyennant autorisation d'utilisation par le public.

A côté de ce statut juridique des routes, se superposait, jusqu'en 1944, une classification basée sur des considérations d'ordre technique, c'est-à-dire sur des caractéristiques de tracé et de résistance.

(1) La distinction entre *routes d'intérêt général* et *routes d'intérêt local* n'est pas faite au Ruanda-Urundi, le décret du 5 décembre 1933 sur les circonscriptions indigènes n'y étant pas applicable.

Ces caractéristiques ont été fixées il y a une quinzaine d'années et l'on distinguait ainsi :

- 1° Les *routes principales* construites pour un charroi composé d'essieux de 5 tonnes et qui sont empierrées sur toute leur longueur; parmi elles, les tronçons alimentant un chemin de fer ou un port sont prévus pour résister au passage d'essieux de 8 tonnes.
- 2° Les *routes secondaires* livrant passage à des essieux de 3 tonnes et revêtues ou empierrées aux endroits où la plate-forme du terrain n'offre pas en tout temps une résistance suffisante.
- 3° Les *routes pour voyageurs* devant assurer le trafic par véhicules dont le poids n'excède pas 1,6 tonne par essieu.

Les autres caractéristiques sont données au tableau suivant :

	Routes principales et secondaires	Routes pour voyageurs
Largeur de la plate-forme	5 ^m 50	4 ^m 50
Rampe maximum	5 %	8 %
Rayon de courbure minimum	25 m	15 m

La classification en routes principales, routes secondaires et routes pour voyageurs est tombée en désuétude en 1945 pour le Congo belge et l'on a considéré dès lors comme désirable de donner progressivement à toutes les routes d'intérêt général les caractéristiques réservées jusqu'alors aux routes principales.

B. — Intensité du trafic routier et tarifs de transports.

Il n'existe pas de statistiques générales donnant le recensement de la circulation routière au Congo.

Chacun sait cependant qu'à part certains produits provenant de quelques grands centres d'extraction ou d'usines

importantes de production, pour lesquels les chemins de fer ont établi spécialement leurs tracés, la majorité des marchandises importées ou exportées doit emprunter les routes congolaises depuis le rail ou la voie d'eau, ou jusqu'à ces derniers.

Pour avoir une idée de l'intensité du trafic, nous avons été amené, dans notre mémoire de 1939 (14, a, 115), à faire des supputations basées sur les consommations d'essence, à l'exclusion de celle destinée à l'aviation.

Cette consommation, qui était pour le Congo de 19,6 millions de litres par an en 1936, est montée à 52,3 millions de litres en 1946. En tablant par véhicule sur une moyenne de 20 litres aux 100 km, la circulation sur l'ensemble du réseau routier (92.067 km) s'établit à 8 véhicules par jour contre 4,4 en 1936.

La progression de la consommation d'essence sur les routes congolaises pendant les dernières années se trouve détaillée dans le tableau suivant :

	Millions de litres		Millions de litres
1936.	19,6	1942.	44,5
1937.	26,0	1943.	43,0
1938.	29,7	1944.	38,7
1939.	33,2	1945.	43,5
1940.	24,2	1946.	52,3
1941.	35,4		

La régression de 1940 s'explique par le ralentissement de l'activité économique pendant les premiers mois de guerre.

L'augmentation de 1941-1942 résulte de la reprise des affaires et des besoins extraordinaires des transports militaires.

Quant au recul de 1944, il est dû uniquement au rationnement des produits pétrolifères au Congo belge, rationnement qui a fait sentir ses effets jusque dans les premiers mois de 1945. Pour 1947, tout laisse supposer que la consommation est en nouvelle augmentation.

En ce qui concerne le trafic routier proprement dit, des renseignements moins théoriques sont donnés par les statistiques de certains grands transporteurs publics. C'est ainsi que le mouvement routier de la *Société des Chemins de fer Vicinaux du Congo* (Vicicongo), dont les 600 camions automobiles et les autocars modernes desservent un réseau de 21.000 km de routes au Congo belge et au Ruanda-Urundi, s'établit comme suit :

a) **Voyageurs.**

Année	Nombre	Voyageurs-kilomètres
—	—	—
1927	10.119	2.445.871
1937	6.438	2.058.188
1939	7.995	2.892.902
1941	12.203	5.096.385
1943	15.958	6.354.854
1945	24.114	8.695.339

b) **Marchandises payantes transportées.**

Année	Tonnes	Tonnes-kilomètres
—	—	—
1927	18.517	2.106.606
1937	68.506	9.455.169
1939	65.789	7.650.963
1941	67.202	8.411.744
1943	110.149	21.185.245
1945	89.976	10.789.334

Ces résultats traduisent éloquemment l'effort de guerre de cette société en matière de transports routiers. Au surplus, les quelques chiffres suivants donneront une idée à la fois de l'étendue du réseau desservi par Vicicongo et de l'échelle des distances dans notre Colonie :

- 1° Le circuit postal de Vicicongo est de 9.000 km par semaine;
- 2° Le parcours moyen des voyageurs transportés sur routes par Vicicongo en 1945 est de 8.695.339 : 24.114 = 350 km.

A titre d'information nous donnerons encore le tableau ci-après, pour mettre en lumière l'accroissement du nombre des engins de locomotion mécanique au Congo en ces dernières années :

Engins de locomotion mécanique en service au Congo.

Année	Autos					Motos	Vélos
	Voitures	Camions	Trateurs	Remorques	Total		
1926	4.410	1.180	73	—	2.663	1.220	—
1936	2.955	2.833	84	152	6.024	1.424	26.068
1937	3.172	3.480	92	113	6.857	1.615	30.469
1943	4.775	5.253	75	115	10.218	1.132	50.994
1944	4.930	5.750	77	93	10.850	1.203	52.788
1945	4.766	5.757	90	100	10.713	1.186	48.651

D'après leur charge utile, les 5.757 camions déclarés en 1945 se répartissent comme suit, par comparaison avec les données pour 1936 :

Charge utile des camions en service en 1936 et 1945.

	1936	%	1945	%
Moins d'une tonne	505	17,8	1.488	25,85
1 à 2 tonnes	1.386	49	569	9,88
2 à 3 tonnes	733	25,8	1.976	34,33
3 à 4 tonnes	182	6,4	1.583	27,75
Plus de 4 tonnes	27	1	141	2,45
Totaux.	2.833	100	5.757	100

La tendance à l'augmentation de la charge utile est un indice de l'amélioration de l'état des routes.

En ce qui concerne les tarifs, les renseignements suivants sont extraits des derniers barèmes appliqués (édition 1947) par la Société des Chemins de fer Vicinaux du

Congo (32). Ils peuvent être considérés comme étant parmi les plus bas en vigueur actuellement :

Voyageurs. — 1^{re} classe (Européens seulement), 2 francs le km; 2^e classe, accessible aux indigènes évolués, fr. 1,20 le km; 3^e classe, fr. 0,60 le km.

La Société met également à la disposition du public des voitures au tarif de 5 francs par km, à concurrence de deux voyageurs, plus fr. 1,50 par km par voyageur supplémentaire, et avec minimum de fr. 450 par jour et par voiture. Le retour à vide se calcule à raison de 5 francs par km.

Marchandises. — Les bagages en excédent accompagnant les voyageurs sont transportés à fr. 4,50 la tonne-kilomètre.

Pour toutes les autres marchandises ordinaires, le tarif est uniformément de 4 francs la t-km, sauf pour le sel, l'essence et le gasoil, auxquels le tarif de fr. 3,75 la t-km est applicable.

C. — Charges autorisées et taxes.

La protection des voies publiques contre l'usage abusif des véhicules est assurée au Congo belge et au Ruanda-Urundi par la police du roulage, qui réglemente notamment les bandages et les poids.

On constatera que certaines dispositions sont anciennes. L'ordonnance n° 90 du 23 août 1937 (35, pp. 1203 et suiv.), modifiée et complétée par des dispositions ultérieures, stipule que les *bandages* des roues des véhicules circulant sur la voie publique doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- a) Le bandage métallique des roues des véhicules ordinaires doit avoir une surface unie et continue : les clous, rivets ou boulons d'attache n'y peuvent faire

aucune saillie; si le bandage est formé de plusieurs cercles, ceux-ci doivent être bien juxtaposés;

- b) Les véhicules automobiles doivent être munis de bandages caoutchoutés, dont les saillies servant d'anti-dérapant ne seront pas supérieures à 2 cm;
- c) La partie du bandage en contact avec le sol aura une largeur comportant autant de centimètres que la roue correspondante supporte de fois 75 kg, avec minimum de 6 cm (article 2).

Quant aux *poids*, l'ordonnance précitée dispose que, sauf autorisations spéciales, le poids total d'un véhicule ne peut dépasser 5.000 kg si le véhicule est à quatre roues, ou 3.000 kg s'il est à deux ou à trois roues (article 53).

Le transport d'objets indivisibles dont les poids sont supérieurs ne peut avoir lieu sans autorisation, l'acte d'autorisation mentionnant les mesures à prendre pour assurer la sécurité de la circulation et pour empêcher tout dommage aux chemins, aux ouvrages d'art et aux plantations. Il stipule en outre que la réparation des dégradations est à charge de l'impétrant (article 54).

Par voie d'ordonnance, les Gouverneurs de province peuvent autoriser sur certaines routes particulièrement résistantes la circulation de véhicules dont le poids excède les maxima fixés par l'article 53.

L'ordonnance d'autorisation fixe, le cas échéant, les conditions spéciales auxquelles doivent satisfaire les véhicules (article 56).

D'un autre côté, des *limitations de poids* peuvent être prescrites, soit temporairement, pendant la saison des pluies (article 55), soit en raison de la nature du terrain ou de la qualité des matériaux de revêtement (article 56).

Enfin, les *locomotives routières* ne peuvent être mises en usage qu'en vertu d'une autorisation spéciale, d'ailleurs révoquée, renfermant des clauses relatives notamment aux voies à emprunter, au nombre des conducteurs,

à la vitesse, au poids, à la composition et à la disposition des machines et des véhicules remorqués, ainsi qu'au nombre de ces véhicules, leurs modes d'attache et de construction (article 47).

A diverses reprises, les Gouverneurs de province ont fait usage du droit que leur confère l'article 56, en vue d'une *majoration des poids autorisés*. Citons notamment :

L'ordonnance du 30 mars 1930, du Vice-Gouverneur général de la Province Orientale, autorisant sur toutes les routes de cette province la circulation de véhicules dont le poids ne dépasse pas 8.250 kg, sauf décision du Commissaire de district.

Les arrêtés des 31 décembre 1937 et 5 août 1938, du Chef de la Province de Lusambo, autorisant l'usage de véhicules automobiles d'un poids total de 7.000 kg sur certains tronçons de route.

L'arrêté du 5 juillet 1939, du Chef de la même province, fixant à 6.000 kg le poids total des véhicules autorisés à circuler sur certains autres tronçons.

L'arrêté du 20 avril 1938, du Chef de la Province de Stanleyville, autorisant sur certaines routes désignées la circulation de véhicules d'un poids total de 8.500 kg.

Sans doute y aurait-il intérêt à unifier quelque peu les limites de poids maximum fixées ainsi de province à province.

Les *impôts et taxes* sur les véhicules servant au transport des marchandises sont réglés au Congo de la façon suivante :

1° Le décret de base du 28 avril 1932 (35, 1251-3) stipule que, pour les véhicules dont le poids, remorques comprises, ne dépasse pas 2.000 kg, *l'impôt gouvernemental* annuel est de 20 francs par cheval-vapeur jusqu'au 24^e cheval, et de 30 francs par cheval-vapeur au delà.

Si le poids, en ordre de marche, — essence, eau, graisse comprises — dépasse 2.000 kg, la taxe est, par véhicule et par 100 kg de poids :

- a) Si les bandages sont pneumatiques : 20 francs;
- b) Si les bandages sont creux en caoutchouc ou semi-pneumatiques : 25 francs;
- c) Si les bandages sont pleins en caoutchouc : 50 francs.

L'impôt est réduit d'un quart s'il est prouvé, à la satisfaction de l'Administration, que le moteur du véhicule a plus de quatre ans d'usage.

Des ordonnances ultérieures règlent les mesures d'exécution (35, 1253-4) :

L'établissement, la constatation et le contrôle de la puissance imposable des moteurs s'opèrent au moyen de la formule : $P = k d^2 CNn$, dans laquelle les facteurs représentent :

- P : la puissance imposable en chevaux-vapeur;
- k : un coefficient qui varie de 4 à 4,25 pour les moteurs à essence;
- d : l'alésage des cylindres en mètres;
- C : la course des pistons en mètres;
- N : le nombre des cylindres;
- n : le nombre de tours du moteur par minute.

Les détenteurs de voitures et camionnettes ont la faculté de déclarer la puissance imposable de leurs véhicules, soit au moyen de la formule précédente, soit au moyen de la suivante :

$$P = 4Cy + \frac{Pds}{400},$$

dans laquelle les lettres signifient :

- Cy : la cylindrée totale du moteur, exprimée en litres et décilitres;
- Pds : le poids du véhicule complet, en ordre de marche.

En ce qui concerne les *taxes urbaines* qui, dans certaines villes, doivent se superposer à l'impôt gouvernemental dont il vient d'être question, elles sont réglées par des ordonnances et arrêtés spéciaux :

- a) Pour *Léopoldville*, arrêtés des 4 décembre 1941, 9 janvier 1942 et 23 décembre 1942 (*Bulletin administratif*, 1941, 2234-9; 1942, 184-8; 1943, 82-4).

Il en résulte que les camions automobiles et leurs remorques sont classés en diverses catégories, suivant leur poids (tare plus charge utile prévue par le constructeur) :

- 1^{re} catégorie : moins de 2.700 kg;
- 2^e catégorie : de 2.700 à moins de 4.200 kg;
- 3^e catégorie : de 4.200 à moins de 5.400 kg;
- 4^e catégorie : de 5.400 à moins de 6.500 kg;

et ainsi de suite par fraction indivisible de 1.000 kg.

Les taxes annuelles sont :

- 1^{re} catégorie : 700 francs;
- 2^{me} catégorie : 850 francs;
- 3^{me} catégorie : 2.100 francs.

Au delà de la 3^e catégorie, la taxe augmente uniformément de 700 francs par palier.

Ces taxes sont majorées de 100 % pour des véhicules affectés principalement ou accessoirement au transport de tiers à titre onéreux; elles le sont de 500% pour les véhicules qui ne font pas l'objet d'une assurance de responsabilité civile illimitée couvrant les suites dommageables causées par leur usage.

- b) Pour *Elisabethville*, arrêté du 14 février 1942 (*Bulletin administratif*, 1942, 385-95).

La taxe annuelle est calculée à raison de 75 centimes additionnels à l'impôt gouvernemental prévu par le décret

du 28 avril 1932 (voir *supra*), à savoir 75 francs par an et par 500 kg de charge utile (1).

c) Pour *Jadotville*, arrêté du 20 janvier 1944 (*Bulletin administratif*, 1944, 370-7).

Mêmes dispositions que pour Elisabethville (voir *supra*).

Les taux précédents, concernant les impôts et taxes sur les véhicules, sont ceux en vigueur au 1^{er} juin 1947. Ils seront probablement modifiés incessamment.

D. — Le poids lourd, solution de l'avenir.

Depuis 1938, les desiderata des transporteurs n'ont cessé de s'affirmer dans le sens de l'augmentation du chargement des véhicules.

En Afrique, en effet, plus encore que dans les pays évolués, il est indéniable que le problème du transport de produits relativement pauvres sur des distances de plusieurs centaines de kilomètres ne peut trouver de solution satisfaisante qu'en faisant appel au « Poids lourd ».

La tendance à l'augmentation des poids transportés résulte nettement des statistiques que nous avons citées précédemment concernant la capacité des véhicules circulant au Congo, où le pourcentage des camions de trois tonnes et plus de charge utile est passé de 7,4% en 1936 à 30,2 % en 1945.

La même progression s'observe en Belgique, où, de 1937 à 1946, le nombre des camions jusqu'à 2,5 tonnes n'a augmenté que de 63.756 à 65.257, alors que ceux de plus de 2,5 tonnes passaient de 13.572 à 25.782, la proportion croissant donc en une décade de 17,6 à 28,5 %.

Cette tendance se manifeste d'ailleurs dans le monde entier, comme le montre le tableau suivant des chiffres

(1) A noter que l'impôt gouvernemental est calculé sur le *poids total* et non sur la *charge utile*.

de production des usines américaines (Etats-Unis et Canada) en camions automobiles (16) :

**Chiffres de production des usines américaines
en camions automobiles.**

Charge utile	1935 (*)	1938 (*)	1943 (**)	1945 (**)	Catégories
moins de 2 t. . .	672.813	460.978			
2 à moins 3,5 t. .	39.415	29.329	300.840	204.771	Léger
3,5 à moins 5 t. .	3.612	4.539	255.260	208.180	Moyen
5 t. et plus . . .	3.824	5.820	240.827	255.627	Lourd

(*) États-Unis et Canada.

(**) États-Unis.

L'avantage du poids lourd peut se démontrer mathématiquement par des formules donnant le prix de la tonne kilométrique en fonction de ses diverses variables. Mais la variété même des engins servant aux transports routiers introduit dans l'étude financière de la question une grande complexité.

On peut cependant déclarer que la dépense totale se subdivise en deux catégories :

1° Les dépenses fixes, dans une large mesure indépendantes des distances parcourues. Tels sont les salaires, primes d'assurance et taxes de roulage, et les frais généraux :

2° Les dépenses variables, ou proportionnelles aux distances parcourues, comme les consommations de carburants et de lubrifiants, l'usure des bandages, l'amortissement des camions, les dépenses d'entretien et de révision périodique des moteurs.

On peut considérer ainsi que le prix de la tonne kilo-

métrique offerte ou disponible dépend des facteurs suivants :

- P : prix du véhicule ou de l'ensemble « tracteur-remorque » tout équipé rendu sur place.
- n : nombre de kilomètres au bout duquel le véhicule doit être considéré comme amorti.
- r : intérêt de l'argent, au taux annuel pour 1 franc.
- U : charge utile du véhicule, en tonnes.
- N : nombre de jours de service par an, compte tenu des immobilisations pour réparations des véhicules et congés du personnel de conduite.
- k : nombre de kilomètres parcourus par jour.
- C et C' : consommations de carburants en litres par 100 km.
prix du litre d'essence ou de gasoil rendu au lieu d'approvisionnement.
- C'' : prix des lubrifiants (huile et graisse consistante) pour 1.000 km.
- Q : coût de la revision périodique, y compris rechanges et main-d'œuvre, le tout après un parcours de n' km.
- T : prix d'un jeu de pneus complet, avec deux roues de rechange.
- n'' : nombre de kilomètres parcourus jusqu'à mise hors d'usage du jeu de pneus.
- S : salaire journalier, toutes charges comprises, du chauffeur et de ses aides.
- R : montant annuel de la taxe de roulage.
- A : montant annuel de la prime d'assurance.
- b : pourcentage pour frais généraux, garage, marge bénéficiaire.

L'influence de chacun des postes peut se traduire comme suit :

$$\text{Durée de vie du véhicule, en années} : \frac{n}{Nk}$$

$$\text{Salaire par jour de service} : \frac{365}{N} \times S;$$

$$\text{par t-km} : \frac{365 S}{NkU}$$

$$\text{Taxes et assurances par t-km} : \frac{R + A}{NkU}$$

$$\text{Carburants par t-km} : \frac{Cp + C' p'}{100 U}$$

$$\text{Lubrifiants par t-km} : \frac{C''}{1000 U}$$

$$\text{Bandages par t-km : } \frac{T}{n'' U}.$$

$$\text{Amortissement par t-km : } \frac{P}{N k U} \cdot \frac{i}{(1+i)^{\frac{n}{N}} - 1}.$$

$$\text{Entretien par t-km : } \frac{Q}{n' U}.$$

En faisant la somme de tous ces postes, depuis le salaire jusqu'à l'entretien, et en affectant le total du coefficient $\left(1 + \frac{b}{100}\right)$, on obtiendra le prix de la tonne kilométrique offerte ou disponible.

Pour avoir le coût de la T/km transportée, il faudra, bien entendu, tenir compte des parcours à charge partielle et éventuellement des retours à vide.

Ces considérations ont plutôt un intérêt théorique et nous ne nous y attarderons pas davantage, car la supériorité du poids lourd résulte bien plus directement de l'expérience, peut-on dire, de tous les jours.

Les tarifs des transporteurs, notamment, peuvent donner des indications précieuses. Nous citerons le cas d'une firme qui effectue les transports pour une grosse société, dont les sièges se répartissent dans deux régions assez voisines, mais dont l'une a un réseau routier mieux construit que l'autre. Dans le premier cas, les transports s'effectuent par camions à essence de 5 tonnes de charge utile, à fr. 4,80 la T/km; dans le second, les ponts ne permettent la circulation que de véhicules de 3 tonnes de charge utile, et le prix unitaire monte à fr. 5,70 la T/km, soit une augmentation de 18 % pour le même entrepreneur, le même client et les mêmes matières à transporter.

Mais pour des véhicules plus lourds, la différence s'accroît très sensiblement et l'on peut affirmer que si des camions Diesel ou des ensembles tracteur Diesel-remorque de 10 tonnes seulement de charge utile pouvaient être mis

en service, les tarifs de la tonne kilométrique pourraient être abaissés massivement d'au moins 25 %. Les gros Diesel présentent, en effet, une série d'avantages qu'il suffira d'énumérer pour en souligner toute la valeur :

- 1° Les moteurs des poids lourds sont généralement très largement calculés; de plus, le régime des moteurs Diesel est beaucoup plus lent que celui des moteurs à essence, d'où usure moindre et par conséquent amortissement sur un parcours plus long;
- 2° La robustesse des « poids lourds » les rend beaucoup moins vulnérables en cas d'accidents;
- 3° Le personnel de conduite d'un gros convoi, par exemple le Mack de 16 tonnes de charge utile, n'est pas plus important que celui d'un camion de 3 tonnes : il suffit, en effet, d'un chauffeur indigène et de son aide. Il est évident que les effectifs européens et toute une série d'autres frais généraux, comme les ateliers et les logements, tant pour blancs que pour noirs, pourraient être réduits en même temps. On conçoit, notamment, combien la surveillance d'un 16 tonnes est plus aisée que celle de 5 camions « 3 tonnes ».

La vitesse en service, plus réduite pour les Diesel poids lourds que pour les camions à essence de faible charge utile, loin de constituer un inconvénient, est, au contraire, nettement avantageuse entre les mains du personnel indigène, en raison même de l'impossibilité matérielle dans laquelle il se trouve de rouler à du 70 à l'heure ou plus, vitesse qui n'est pas sans danger, par exemple, pour aborder les ouvrages d'art.

Enfin, les consommations en carburants sont doublement en faveur du Diesel, à la fois pour le prix unitaire et pour les consommations horaires, puisque, pour l'essence, on table généralement au Congo sur 9 ou 10 litres aux

100 km par tonne utile pour les camions de 3-4 tonnes utiles, alors qu'un convoi Mack, par exemple, de 16 tonnes utiles, ne consomme que 62 à 65 litres de gasoil, contre 150 ou 160 litres pour 4 ou 5 véhicules de cette capacité totale alimentés à l'essence.

L'avantage de ce facteur est mis en lumière par le tableau suivant, donnant, pour quelques centres caractéristiques du Congo, les prix de vente actuels de l'essence et du gasoil :

Prix des carburants au Congo et au Ruanda-Urundi.
(Francs par litre.)

Centre d'approvisionnement	Essence	Gasoil	Rapport
Léopoldville	4.10	2.45	1.68
Elisabethville	5.30	3.75	1.40
Paulis	5.10	3.50	1.46
Stanleyville	4.55	2.85	1.60
Usumbura	5.15	3.45	1.50
Irumu	6.35	4.70	1.32

Les prix de ce tableau s'entendent pour marchandise livrée en fûts de 200 litres, emballage compris; la valeur de remplissage du fût peut se situer vers une centaine de francs, ce qui accentue encore la différence relative entre le prix net de l'essence et celui du gasoil (1).

En se basant sur ces prix, un convoi Mack consommera aux 100 km, mettons à Irumu, où cependant la différence relative entre le coût de l'essence et celui du gasoil est moins forte, en raison de l'équivalence des frais d'acheminement depuis le port de débarquement :

1° En essence, pour $150 \times 6.35 =$ fr. 952,50 de carburant;

(1) Les fûts à essence vides sont utilisés pour l'exportation de l'huile de palme et de certains minerais spéciaux.

En marché normal, la *Société Anonyme des Pétroles au Congo (Pétrocongo)* utilise environ 45.000 fûts par mois pour ses besoins au Congo belge, en Angola et en Afrique équatoriale française. De ces vidanges, il y en a à peine 12.000 ou 15.000 qui font retour pour une seconde expédition de carburant.

2° En gasoil, pour $65 \times 4,70 =$ fr. 305,50 de carburant.

Le rapport entre ces deux dépenses, soit $952,50 : 305,50 = 3,10$, rend superflu tout commentaire, mais permet de comprendre immédiatement pourquoi les tarifs des transports routiers au Congo pourraient subir des dégrèvements massifs par la généralisation du poids lourd (1).

E. — L'effort de guerre des transports routiers au Congo.

Pendant la guerre, en mai 1942, aux heures sombres de la fermeture de la Méditerranée au trafic allié et de la poussée de Rommel en direction du canal de Suez, les autorités britanniques avaient demandé au Congo belge d'envisager d'urgence l'acheminement par fer, par eau et par route d'un matériel de guerre considérable depuis le port maritime de Matadi jusqu'à Juba, dans le Soudan. Ce matériel, de provenance américaine, était destiné aux théâtres d'opérations du Moyen-Orient.

Il fallut agrandir les ports de Matadi, de Léopoldville et d'Aketi; accélérer la mise en service de nouvelles unités fluviales sur le Haut Congo; aménager la route Bumba-Aketi pour doubler l'Itimbiri en période d'étiage; renforcer le matériel roulant et la capacité du réseau ferro-

(1) L'exemple nous vient d'ailleurs de l'étranger et nous ne citerons que le seul cas des États-Unis, où les transports routiers prennent une extension de plus en plus grande, malgré les distances considérables et un réseau ferroviaire extrêmement développé.

C'est ainsi que la *Pacific Intermountain Express Co* assure un service intensif entre Oakland, sur la côte californienne du Pacifique, et Chicago. Le trajet (2.500 milles) s'effectue en cinq jours, avec relais pour les conducteurs, au moyen d'ensembles tracteurs Diesel-remorques de 20 tonnes de charge utile. Le tracteur développe une puissance de 200 chevaux, et l'ensemble revient à 19.000 dollars (915.000 francs).

Un chargement moyen de 640 lbs sur une distance de 1.455 milles ne paie que 12,5 dollars, soit moins d'un franc à la tonne kilométrique (*Life*, Chicago, 3 février 1947, pp. 47-55).

viaire de Vicicongo; relier Gao, à l'extrémité de ce chemin de fer, par une nouvelle route à Dungu, et équiper la route Dungu-Faradje-Aba, vers Juba, de façon à lui permettre de faire face à une circulation intensive par véhicules lourds et spécialement par trains routiers Mack de 27 tonnes.

Tel était l'effort de guerre... des transports demandé par la mission britannique chargée de mettre au point avec les autorités locales les « African Lines of Communications », dont le programme, pour les seuls besoins militaires des Alliés, prévoyait un trafic mensuel de 800 camions et de 30.000 tonnes de munitions de bout en bout.

Des travaux comprenant l'établissement d'une chaussée empierrée de 6 m de largeur, la construction de nombreuses variantes et le renforcement de tous les ouvrages d'art furent entrepris dare dare et poussés activement. Dans ce but, 8.000 indigènes furent recrutés dans les territoires contigus et munis d'outils manuels que l'on réunit à grand'peine dans les magasins de l'Etat et ceux des sociétés minières.

Parallèlement à cet immense effort, le Gouvernement britannique avait demandé, en 1941, qu'on rassemblât au Congo même les camions militaires qui y étaient amenés d'Amérique, par milliers, dans des caisses, en pièces détachées.

Le montage de ces camions fut mené à bonne fin de façon magistrale par les Vicicongo, dans les ateliers de Paulis, au km 560 d'Aketi. Le travail à la chaîne débuta à la cadence de 400 camions par mois, pour atteindre bientôt le double, et s'effectua — faut-il le dire — par des indigènes, au nombre de 200, à qui l'on dut commencer par tout apprendre. La conduite seule de ces camions, après assemblage, depuis Paulis et Dungu jusqu'à Juba, nécessita un effectif de 300 chauffeurs noirs.

Toute la main-d'œuvre spécialisée ayant été recrutée

par la Force Publique congolaise, il fallut former en hâte les 500 mécaniciens et chauffeurs nécessaires aux Vici-congo.

A cet effet, quinze cents indigènes passèrent dans des écoles improvisées à Paulis et à Niangara, et les résultats furent excellents, puisque 14 véhicules seulement furent accidentés sur les 8.000, de 17 types différents, depuis la voiturette d'Etat-Major jusqu'au gros poids lourd, qui purent être montés au Congo belge et livrés à l'armée britannique, à Juba, pour ses besoins en Afrique du Nord et dans le Middle East.

Bien qu'il ne concerne pas directement le réseau routier dont nous nous occupons en ce moment, un autre fait mérite d'être rappelé pour apprécier l'effort de guerre du Congo belge en matière de transports militaires.

En même temps que se réalisait le formidable programme de transit que nous venons d'évoquer, pour les Britanniques, sur le trajet Matadi-Léopoldville-Aketi-Juba, l'armée américaine avait demandé à notre Gouvernement d'établir au Congo des bases pour les transports aériens vers l'Australie et les Indes.

D'accord avec les autorités locales, une mission américaine traça le plan d'action pour amener et mettre en œuvre les 18.000 tonnes de matériel nécessaires aux installations fixes de Léopoldville, Bukama et Elisabethville, en vue d'y loger 250 officiers et un millier de soldats, en même temps que les mesures étaient arrêtées pour assurer le transport de 4.000 tonnes d'essence par mois pour les besoins de l'aviation.

L'aérodrome de Léopoldville dut être agrandi et consolidé pour l'atterrissage et l'envol des bombardiers lourds.

Dans son message radiodiffusé de Noël 1942 à l'Amérique, notre éminent confrère le Gouverneur général Pierre Ryckmans nous a rappelé avec quel enthousiasme

et quelle ardeur au travail le personnel tant européen qu'indigène des Travaux Publics s'était mis à la tâche, après avoir déclaré d'ailleurs que c'était « impossible », mais qu' « enfin, on verrait... »

Le premier gros bombardier était attendu pour le 15 août 1942 sur la plaine de Ndolo (Léopoldville), mais la rumeur s'était répandue à Washington que « les Belges ne pourraient le faire ». M. Ryckmans télégraphia aussitôt : « Send them over for a dance on Independence Day. »

« Ils » débarquèrent effectivement le 4 juillet et n'eurent pas plus à reprocher à la piste de lancement qu'au parquet sur lequel ils dansèrent.

II. — LES OUVRAGES D'ART.

A. — Trains de charges types.

L'Aide-Mémoire des Travaux Publics (3), qui a été édité sous notre direction en 1936 et qui a été largement répandu dans tous les Services de la Colonie ainsi que dans un grand nombre d'organismes privés, définit comme suit les *charges mobiles* à faire intervenir dans le calcul des ouvrages d'art (fig. 1) :

1° Sur les « routes pour voyageurs », les ponts provisoires doivent pouvoir livrer passage à une voiture de tourisme ou camionnette légère par travée. Poids total 2.500 kg (essieu avant 900 kg; essieu arrière 1.600 kg; empattement 2^m 60; voie des roues 1^m 50).

2° Sur les autres routes, les ponts provisoires doivent permettre le passage d'une file ininterrompue d'essieux, uniformément espacés de 3^m et pesant chacun 3 tonnes pour les routes secondaires et 5 tonnes pour les routes principales, les voies de roues étant respectivement de 1^m 60 et 1^m 80;

3° Enfin les *ponts en matériaux durables* doivent être prévus pour une file ininterrompue d'essieux, uniformément espacés de 3 mètres et pesant chacun 5 tonnes, la voie des roues étant de 1^m 80.

Ces ouvrages doivent en outre pouvoir livrer passage aux troupeaux, dont le poids a été estimé à 600 kg par mètre carré.

A cette même époque, c'est-à-dire en 1936, les *ponts métalliques Algrain* en service au Congo étaient de plusieurs modèles, dont les caractéristiques initiales sont les

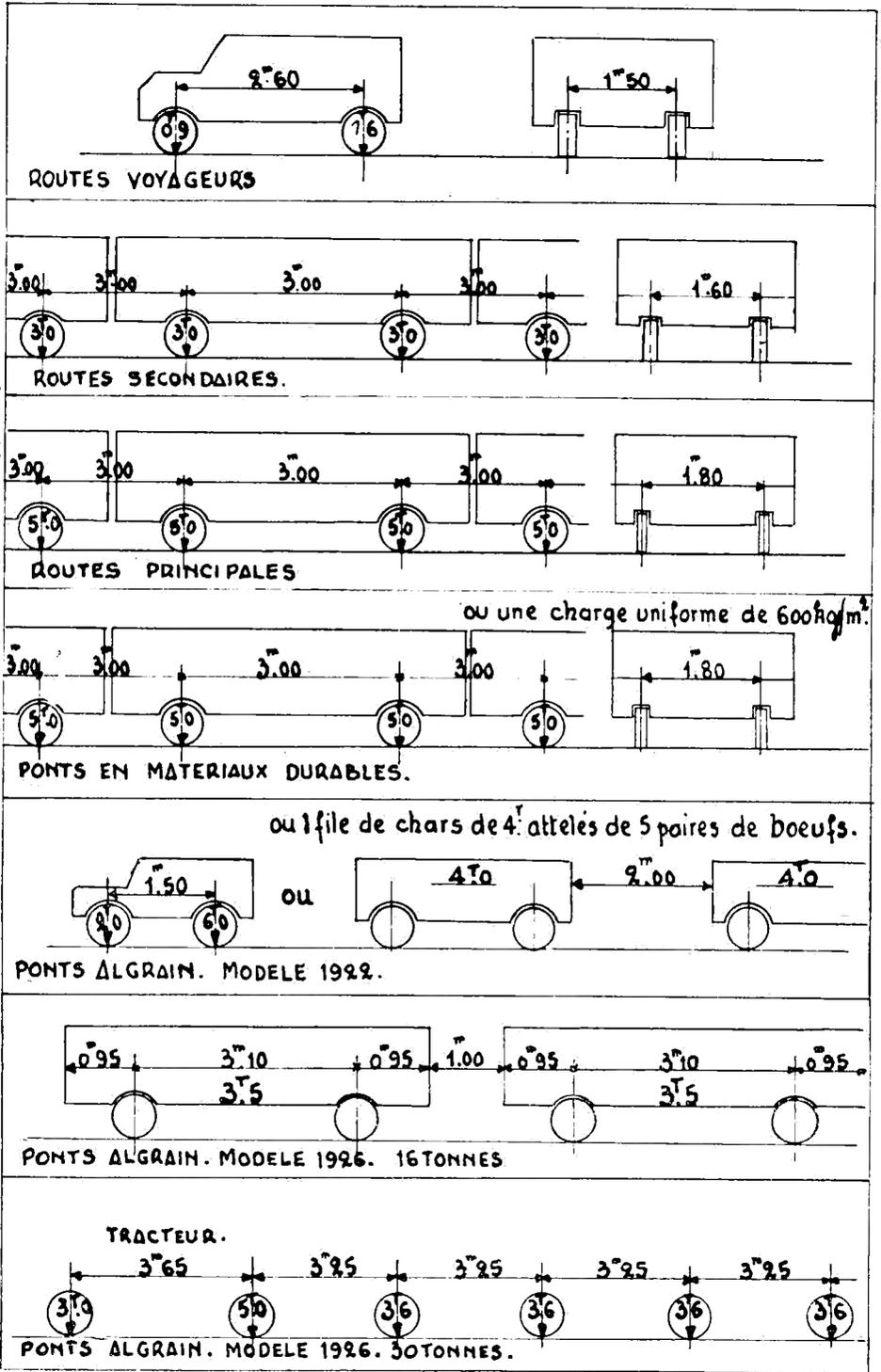


FIG. 1. — Trains de charges types définis au Congo belge avant 1937.

suivantes, étant entendu que la plupart des anciens modèles avaient été renforcés (fig. 1) :

Modèle 1922 : une charge isolée par travée de 24 mètres, constituée par un rouleau compresseur de 8 tonnes avec essieu le plus lourd de 6 tonnes et empattement minimum de 1^m50, ou une file de camions automobiles de 4 tonnes espacés de 2 mètres, ou une file de chars de 4 tonnes à traction bovine, attelés de 5 paires de bœufs.

Modèle 1926 — 16 tonnes : une file de camions de 3,5 tonnes (longueur 5^m ; empattement 3^m 10) espacés d'un mètre.

Modèle 1926 — 30 tonnes : un tracteur de 8 tonnes (essieu avant 3 tonnes; essieu arrière 5 tonnes; empattement 3^m 65) suivi d'une file d'essieux de 3,6 tonnes espacés de 3^m 25.

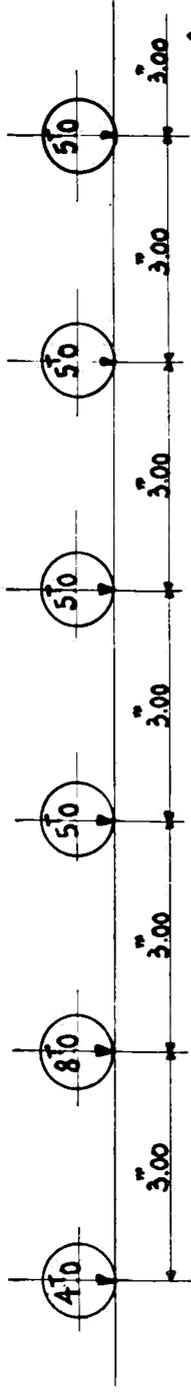
En 1937, le développement croissant des moyens de transport amena l'Administration congolaise à admettre que les routes principales alimentant un chemin de fer ou un port devaient pouvoir livrer passage à un train de charges répondant mieux aux nécessités et que l'on appela le *train type convoi lourd de la colonie* (1937) (fig. 2). Il se compose d'un tracteur de 12 tonnes (4 t. + 8 t.), suivi d'une file ininterrompue de remorques de 10 tonnes (5 t. + 5 t.), les essieux étant uniformément espacés de 3 mètres.

Pour les ponts, on considère par ailleurs une surcharge uniformément répartie de 600kg par mètre carré couvrant toute la largeur du pont, y compris les trottoirs, étendue sur la moitié de la longueur totale, sans que la longueur de cette surcharge puisse être inférieure à 12^m.

Cette surcharge tient compte de la sujétion créée par le passage des troupeaux.

Les différentes parties des ponts doivent être calculées

CONVOI LOURD DE LA COLONIE 1937.



ou surcharge uniformément répartie de 600kg/m.².

TRAIN MACK DE 16^T DE CHARGE UTILE.

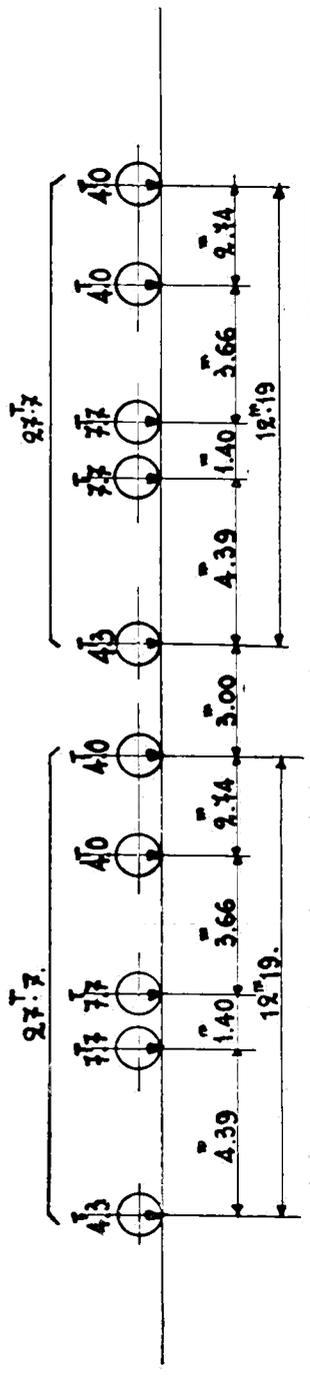


Fig. 2. — Trains de charges types définis au Congo belge depuis 1937.

pour les sollicitations les plus défavorables, dues soit au train type, soit à la surcharge uniformément répartie. De plus, il doit être tenu compte de l'effort de freinage, à concurrence de 60 % du poids total du train de charges pouvant se trouver sur le pont, ce qui correspond à une décélération de 5^m 89 /sec/sec.

Tout en maintenant la distance utile entre maîtresses poutres à 3^m 60, la largeur de la voie charretière des ponts métalliques fut ramenée de 3 m à 2^m50 entre chasse-roues, afin de réduire les dangers d'accrochage par les caisses des véhicules et d'inciter les conducteurs indigènes à la prudence, en les obligeant à ralentir la vitesse de leurs camions au passage des ponts. En même temps, on adjoignit à toutes les travées de plus de 24 m un trottoir d'un mètre de largeur réservé aux piétons. Enfin, pour les régions à bétail, il fut prévu un garde-corps destiné à contenir les animaux et à réduire au minimum les risques d'accidents.

C'est sur ces données que le Colonel Algrain réexamina dans son ensemble tout son matériel de ponts démontables, en vue d'obtenir la gamme complète de travées de 4 à 36 mètres, que l'auteur appela la série unifiée du modèle 1938, décrite dans son mémoire de 1944, aux pages 120 et suivantes (4).

Mais nous avons vu précédemment que, pendant la guerre, des charges plus fortes que le train type convoi lourd de la Colonie (1937) avaient été mises en circulation à la demande de l'Armée anglaise.

Le train Mack en question comprend un tracteur avec remorque, capable d'une charge utile de 16 tonnes par ensemble. Ce train comporte, pour le tracteur, trois essieux pesant respectivement 4,3 tonnes, 7,7 tonnes et 7,7 tonnes et, pour la remorque, deux essieux de 4 tonnes chacun. Les distances entre essieux sont 4^m 39, 1^m 40, 3^m 66 et 2^m 74, ce qui correspond à un total de 27,7 tonnes

sur une longueur de $12^m 19$. La voie de ces véhicules est de $1^m 905$ d'axe en axe des bandages, lesquels ont $0^m 35$ de largeur, et l'on prévoit en outre que les trains peuvent se suivre à 3 m d'intervalle (fig. 2).

Une remarque générale s'impose à ce propos. Pour les transports militaires, les règlements prescrivent que le passage des poids lourds sur les ponts s'effectue par véhicules isolés, ou à intervalle minimum de 24^m (80 picds) et non en colonnes serrées.

Il est évident, en effet, qu'une réglementation de ce genre allège de façon appréciable les efforts dans les poutres maîtresses et qu'un renforcement du platelage, des longrines et parfois des entretoises suffit souvent pour accroître très sensiblement la puissance de passage des ouvrages métalliques.

On peut noter à cet effet que, pour les platelages en bois, les madriers doivent avoir au moins 20 cm de largeur. De plus, en cas de fortes charges concentrées, il est recommandé d'utiliser une double couche de madriers. On aperçoit immédiatement que, pour des madriers posés perpendiculairement à l'axe du pont, le fait de disposer les madriers supérieurs à joints croisés avec les inférieurs répartira le poids des charges isolées uniformément sur trois madriers de la double couche. Mais il existe une disposition plus avantageuse encore en cas de double couche de madriers : elle consiste à croiser les deux couches, de façon que chaque madrier fasse avec l'axe du pont un angle d'environ 63° ($\text{tg} = 2$). C'est pour cet angle de croisement qu'on obtient la plus grande raideur du platelage double, et il a été démontré qu'un tel platelage, qui donne la plus petite flèche, se comporte comme si la charge isolée se répartissait également sur 4 madriers (18).

Quoi qu'il en soit, et pour en revenir à notre train de charges, il est un fait que, dans le cas des grandes travées, le train Mack est plus défavorable que le train type convoi lourd de 1937.

En effet, bien que la plus grande charge isolée soit restée sensiblement la même (7,7 tonnes contre 8 tonnes), la répartition des essieux du convoi Mack concentre la charge totale de 27,7 tonnes sur 15^m19 de convoi à convoi, alors que le train type de 1937 totalise pratiquement 22 tonnes sur 12 m.

Dans les deux cas, les charges roulantes représentent 1,83 tonne par mètre courant sur les longueurs considérées.

Par contre, pour une travée de 36 m, la charge totale du train Mack peut atteindre 75,1 tonnes, alors que le train type de 1937 n'y exercera qu'un effort de 53 tonnes.

Au surplus, les deux essieux de 7,7 tonnes du tracteur Mack ne sont distants que de 1^m40; dans le train type de 1937, l'essieu de 8 tonnes se trouve à 3 m de l'essieu voisin. Cette circonstance est de nature à augmenter les sollicitations dans les longerons et dans les entretoises, au passage des véhicules Mack, même isolément.

C'est le train de charges Mack tel que nous l'avons défini ci-avant qui a été adopté dès à présent par les services techniques de la Colonie pour les adjudications de ponts métalliques auxquelles il a été procédé au début de 1947.

Mais à côté des véhicules ordinaires pour les transports routiers, les ouvrages d'art devront pouvoir, dans un avenir rapproché, livrer passage à une autre catégorie de charges roulantes. Nous voulons parler de cet outillage moderne sur pneus ou sur chenilles, appelé à suppléer à la pénurie de main-d'œuvre indigène dont pâtissent de plus en plus tous les employeurs congolais. La mécanisation des chantiers, que ce soit dans les exploitations minières ou agricoles, ou pour la construction et l'entretien des routes, est d'ailleurs en très bonne voie, puisque, déjà à l'heure actuelle, on compte au Congo plus de 80 de ces équipements, allant du petit Caterpillar de 3,2 tonnes pour

les besoins agricoles, jusqu'aux puissants bulldozers montés sur tracteurs à chenilles, dont le poids à vide atteint 20 tonnes. Il doit être entendu, en effet, que, pour le passage des ponts établis sur les routes publiques, c'est le poids à vide des bulldozers, scrapers, rouleaux compresseurs et autres engins mécaniques qui doit entrer en ligne de compte, le fonctionnement en charge se limitant sur le chantier même, où des ouvrages d'art de circonstance seront, le cas échéant, établis spécialement à leur usage. Mais il n'en reste pas moins que la circulation de ce matériel d'un chantier à l'autre pose à l'Administration civile des problèmes nouveaux du même ordre que ceux qu'eurent à résoudre les armées en campagne pour le déplacement du matériel de guerre motorisé, tanks, canons, grues, etc. L'analogie est mise en évidence par les quelques caractéristiques suivantes se rapportant tant à des engins de... paix qu'à des engins de guerre :

Tanks sur chenilles.

L'armée britannique en possède 10 catégories (allant de 5,5 tonnes à 70 tonnes), la longueur de chenilles en contact avec le sol n'excédant pas 3^m60.

Pour l'armée américaine, le tank de 25 tonnes a deux chenilles avec longueur d'appui sur le sol de 2^m65 et patins de 0^m48 de largeur. Quant au tank de 50 tonnes, ses chenilles portent sur une longueur de 4^m25, la largeur des patins étant de 0^m60.

Matériel de terrassement.

Le tracteur Caterpillar D8, monté avec bulldozer ayant une lame de 4 m, pèse 20 tonnes, sur 2 chenilles de 0^m56 de largeur, en contact sur 2^m50 avec le sol.

Pour les travaux de déblai, cet équipement se complète d'un scraper remorqué dont l'essieu avant pèse à vide 5,4 tonnes et celui d'arrière 6,4 tonnes, les empattements étant respectivement 3^m85 et 6^m25. L'ensemble, d'un poids

total à vide d'environ 32 tonnes, se répartit ainsi sur 12^m60.

En résumé, on constate que les charges roulantes actuellement en service au Congo sont de l'ordre d'une trentaine de tonnes pour un tracteur et sa remorque, l'essieu le plus lourd étant d'environ 8 tonnes.

Par comparaison avec les véhicules utilisés dans d'autres pays ⁽¹⁾, nous pensons qu'il faudra établir les futurs ouvrages d'art des axes routiers de la Colonie en tablant sur des véhicules de 30 tonnes et 10 m de longueur, avec des essieux pouvant peser 12 tonnes.

C'est pour justifier ces propositions que nous donnons ci-après, à titre documentaire, la composition de quelques trains de charges admis pour le calcul des ponts-routes dans d'autres pays.

Belgique.

La circulaire n°558 du 20 mai 1946 du Ministre des Travaux Publics aux chefs de service de son département contient quelques dispositions intéressantes :

Les passerelles, accès et trottoirs des ponts, et toutes parties d'ouvrages réservées uniquement à la circulation des piétons et cyclistes sont calculés pour une surcharge mobile uniformément répartie indéfinie et indéfiniment divisible de 400 kg par mètre carré de surface horizontale. Cette charge peut agir en même temps que celle de la chaussée.

La chaussée est divisée en zones de circulation de

(1) Les Usines Mack produisent un camion à 3 essieux, de 22,7 tonnes (5,5 tonnes + bogie de 17,2 tonnes) admis à circuler sur les routes publiques. Elles construisent, en outre, pour des besoins de chantiers, un camion de 45 tonnes à 3 essieux (9 tonnes + bogie de 36 tonnes). L'espacement des deux essieux arrière est de 1^m40.

Notons ici les efforts déployés par l'Administration, aux Etats-Unis, en vue d'uniformiser les dimensions des camions et de limiter leur poids (*Engineering News Record*, 10 janvier 1946, pp. 136-139; 2 mai 1946, pp. 88-89).

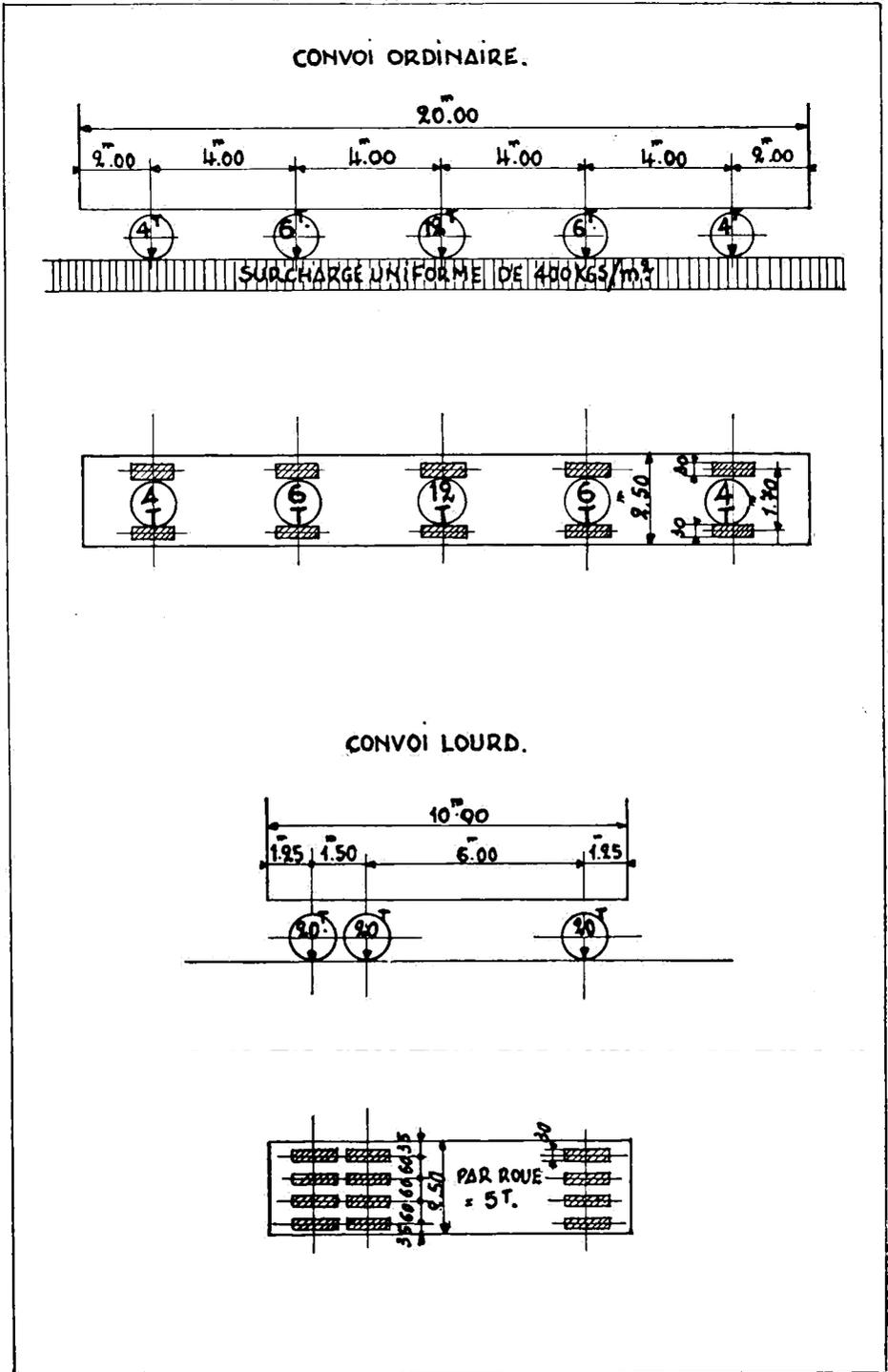


FIG. 3. — Trains de charges types de la circulaire belge n° 558 des Ponts et Chaussées (20 mai 1946).

2^m50 de largeur. Le nombre de zones est défini par la formule $n = \frac{l}{2,50}$, dans laquelle l est la largeur de la chaussée entre bordures en saillie.

Si la formule ne donne pas un nombre entier, le nombre de zones est limité au nombre entier inférieur. Dans ce cas, les bandes latérales de la chaussée, non comprises dans les zones susdites, sont surchargées dans les mêmes conditions que les trottoirs.

Chaque zone doit pouvoir porter (fig. 3) :

1° Un convoi indéfini et indéfiniment divisible de 1.000 kg par mètre courant de zone ou de 400kg par m². Ce convoi fictif est présumé agir en même temps que les charges concentrées du convoi ci-après. Il n'est donc pas interrompu au droit des charges concentrées.

2° Un convoi de **32 tonnes** défini comme suit :

Longueur totale du convoi : **20 m.**

Largeur du convoi : **2^m50.**

Largeur entre axes des roues des véhicules : **1^m70.**

Largeur des jantes : **0^m30.**

Longueur entre essieux extrêmes : **16 m.**

Nombre d'essieux : **5.**

Ecartement des essieux consécutifs : **4 m.**

Essieu le plus lourd : **12 tonnes.**

Deux essieux voisins : **6 tonnes.**

Deux essieux extrêmes : **4 tonnes.**

La disposition des essieux peut varier, le choix étant déterminé chaque fois par la condition de réaliser l'effort maximum dans la pièce considérée.

Les essieux développant un effort de sens inverse à celui de l'essieu de **12 tonnes** doivent être supprimés.

On s'accorde généralement à trouver que ce train de charges ne répond pas aux exigences des transports modernes. C'est pourquoi le Ministre se réserve de décider

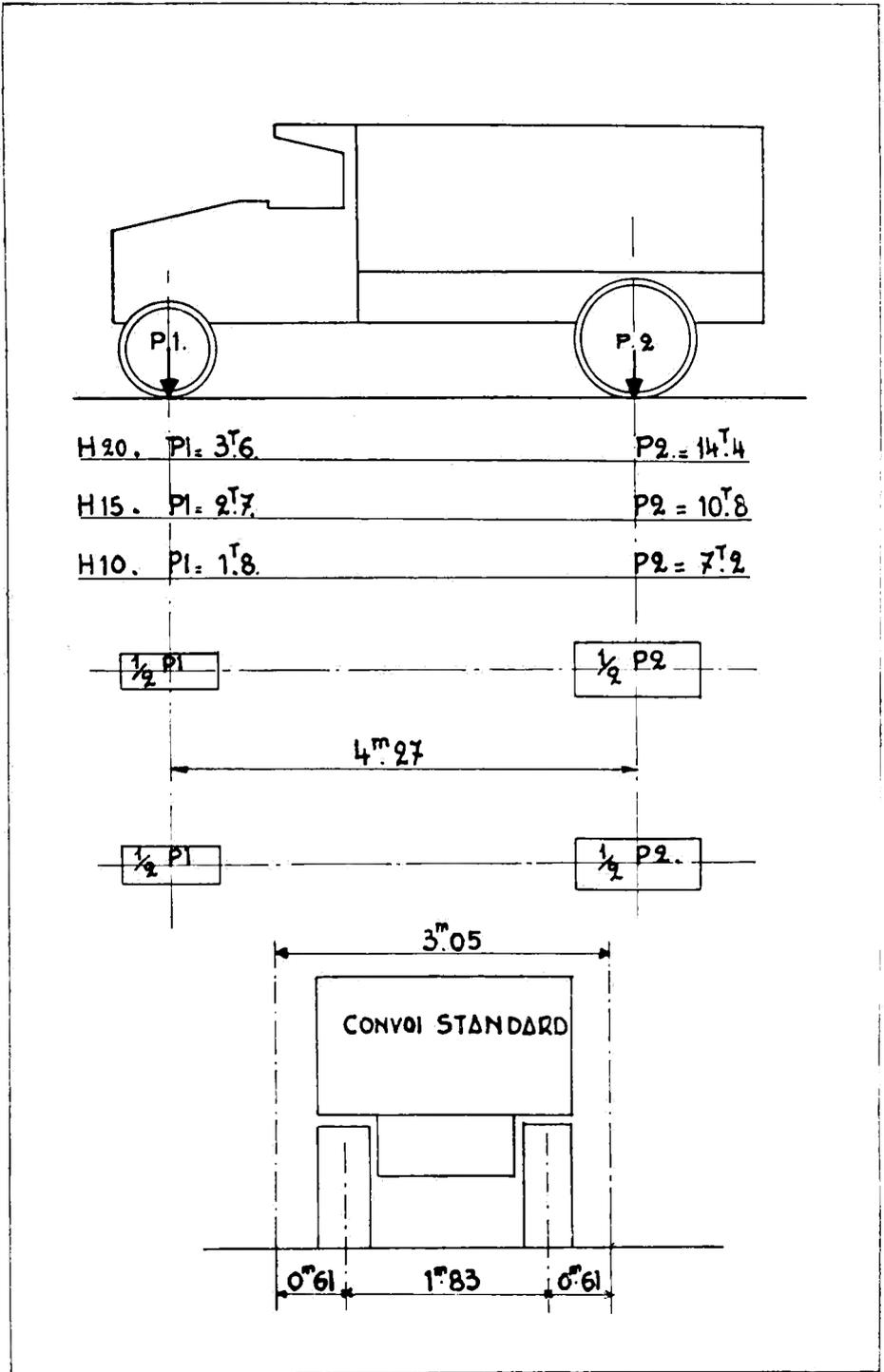


FIG. 4. — Trains de charges types en usage aux Etats-Unis (camions).

que certains ouvrages doivent pouvoir livrer passage au convoi lourd dit de 60 tonnes défini comme suit :

Longueur totale du convoi : 10 m.

Largeur du convoi : 2^m50.

Largeur entre axes des roues : 0^m60.

Largeur des jantes : 0^m30.

Longueur entre essieux extrêmes : 7^m50.

Nombre d'essieux : 3.

Écartement des essieux consécutifs : 1^m50 et 6 m.

Charge par essieu : 20 tonnes.

Charge par roue : 5 tonnes.

Ce convoi est présumé se trouver seul sur le pont, sans autre surcharge, et roule avec une vitesse maximum de 10 km par heure.

États-Unis.

Les *Standard Specifications for Highway Bridges*, adoptées par l'Association américaine des Ingénieurs des Ponts & Chaussées (34 a, 125-132) subdivisent les chargements autorisés en 5 classes, correspondant aux classes des ponts : H 10, H 15, H 20, H 15 - S 12, H 20 - S 16. Dans l'édition de 1944, que nous avons pu consulter, chacune de ces dénominations est suivie de l'indice —44. Toutes ces classes se réfèrent à des convois types dont les caractéristiques sont résumées dans les figures 4 et 5, où les dimensions et poids ont été traduits en mesures métriques.

Les charges H correspondent à des véhicules à essieux ou charges équivalentes par zone de trafic et sont suivies du nombre 10, 15 ou 20 indiquant, en tonnes, le poids total du véhicule.

Les charges H.S. comprennent un tracteur et une semi-remorque, ou une charge équivalente par zone de trafic; les nombres qui suivent les lettres H et S indiquent, en

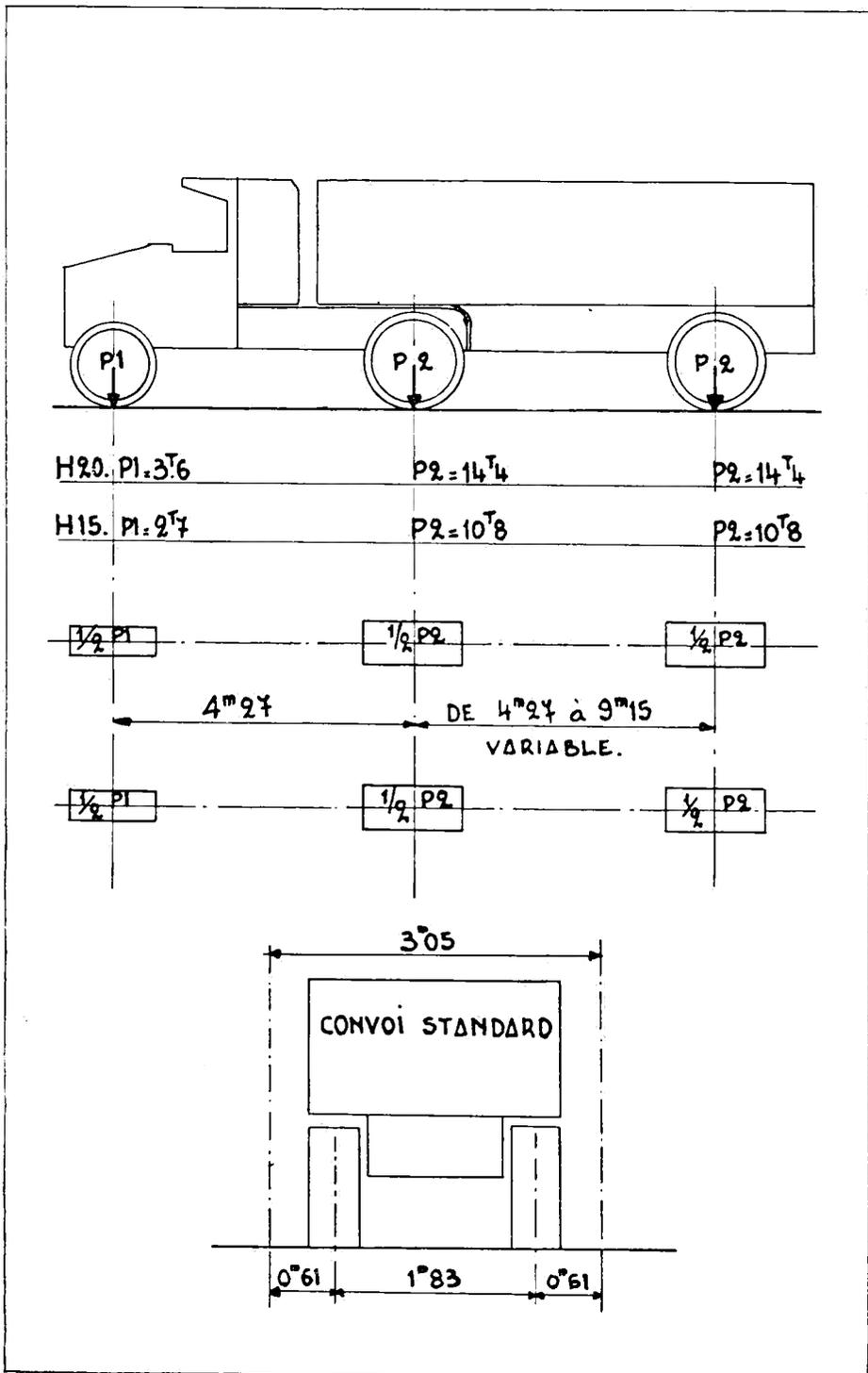


FIG. 5. — Trains de charges types en usage aux Etats-Unis (tracteurs et semi-remorques).

tonnes, respectivement le poids total du tracteur et de l'essieu de la semi-remorque.

Pour toutes les classes, sauf pour les charges H 20 et H 20 - S 16, on admet qu'une surcharge de 100 %, à l'exclusion de toute autre charge, doit pouvoir circuler dans une seule et même zone de circulation.

La surcharge s'appliquera à tous les éléments du pont, sauf au tablier.

Pour toutes les routes axiales, le convoi type sera au moins égal à H 15 - S 12.

Les zones de circulation sont comptées à 10 pieds de largeur (3^m048).

Pour chaque zone de trafic, on considère à la fois une charge uniformément répartie p et une charge isolée P par travée simple, ou deux charges isolées en cas de poutres continues. En cette occurrence, la seconde charge concentrée sera placée dans une autre travée, de façon à introduire les efforts maxima.

La charge isolée et la surcharge ont les valeurs suivantes :

Classe	P Moment fléchissant		P Effort tranchant		p	
	lb	Kg	lb	Kg	lb (*) per foot	Kg par m. crt
H 10-44	9.000	4082	13.000	5.897	320	470
H 15-44	13.500	6124	19.500	8.845	480	715
H 20-44	18.000	8165	26.000	11.793	640	953

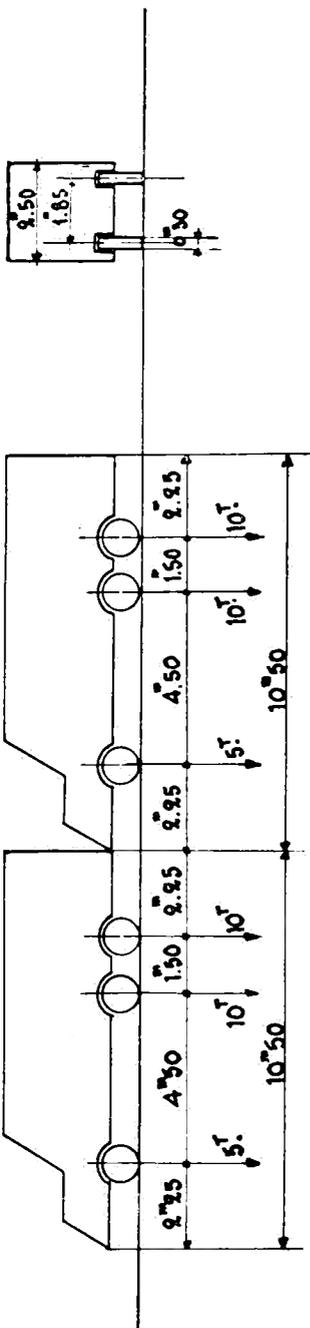
(*) 1 lb/foot = 1,48816 kg/m.

Les trottoirs seront calculés pour une charge de 85 lb per square foot ou 415 kg/m² (1 lb/sqft = 4,882 kg/m²).

France.

Les surcharges des ouvrages d'art sont définies par le règlement du 10 mai 1927 pour le calcul et les épreuves des ponts métalliques, complété par la circulaire du

FRANCE.



GRANDE-BRETAGNE.

TYPES:	Unites	1.0	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
10 B.S.U. (par essieu)	3.55	10.16	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57
12 B.S.U. id.	4.25	12.90	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
15 B.S.U. id.	5.32	15.94	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58

	TRACTEUR.	REMOQUE	REMOQUE	REMOQUE	REMOQUE.
10.0"	10.0"	10.0"	10.0"	10.0"	10.0"
5.0"	9.0"	6.0"	6.0"	6.0"	6.0"

FIG. 6. — Trains de charges types en usage en France et en Grande-Bretagne.

7 février 1933, relative à l'emploi des aciers à haute résistance (2, 320-353), et celle du 29 août 1940, revisant les surcharges.

Pour les ponts-routes, deux systèmes de surcharges sont à envisager :

1° La chaussée pourra éventuellement supporter une surcharge uniforme atteignant par mètre carré le chiffre p , en kilogrammes, donné par la formule

$$p = 1.200 - 8 L,$$

dans laquelle L est la portée de la travée exprimée en mètres, ou par la formule

$$p = 500,$$

si L est supérieur à 87^m50.

Les trottoirs pourront de même supporter une surcharge uniforme de 400 kg par mètre carré.

La longueur des zones chargées sera choisie dans chaque cas de manière à réaliser les efforts maxima dans les divers éléments de l'ouvrage.

2° Sur la chaussée, on substituera à la surcharge ci-avant des convois types formés chacun de deux camions à trois essieux répondant aux caractéristiques suivantes (fig. 6) :

Poids total : 25 tonnes.

Poids de chacun des essieux arrière : 10 tonnes.

Poids de l'essieu avant : 5 tonnes.

Longueur d'encombrement : 10^m50.

Largeur d'encombrement : 2^m50.

Distance des essieux arrière : 1^m50.

Distance de l'essieu avant au premier essieu arrière : 4^m50.

Distance d'axe en axe des deux roues d'un essieu : 1^m70.

Largeur de jante d'une roue : 0^m30.

On supposera circulant côte à côte et dans le même sens autant de convois types que la largeur de la chaussée le permettra et l'on placera toujours ces convois dans la situation la plus défavorable pour l'élément considéré.

En thèse générale, les deux systèmes de surcharges sont à envisager successivement pour chacun des éléments de l'ouvrage. En fait, c'est le premier système qui conditionnera ordinairement les dimensions des poutres maîtresses du pont, tandis que le deuxième système conditionnera seul les dimensions des pièces du tablier. A moins de circonstances exceptionnelles, ce dernier système cessera d'être utile à envisager pour le calcul des poutres maîtresses, dès que la longueur de celles-ci dépassera 20^m. Les trottoirs seront chargés à 400 kg/M² sur toute leur largeur, quelle que soit la position des convois par rapport à leurs bordures.

Comme l'explique la circulaire du 29 août 1940, les convois types admis, à trois essieux, dont deux très rapprochés, sont les plus dangereux pour les tabliers de ponts (dalles, longerons, pièces de ponts) et pour les poutres principales des ponts de faible portée.

Les majorations des contraintes dont les conséquences sont les plus graves sont celles relatives à l'effort tranchant; les assemblages sont d'ailleurs en général le point faible des tabliers des ponts.

Ce convoi type a été déterminé de telle manière que les efforts produits sont au moins égaux à ceux qui sont dus aux véhicules répondant aux conditions imposées par le Code de la Route français du 20 août 1939, avec une marge de sécurité relativement importante pour les pièces de tablier et pour tous les éléments des ouvrages de faible portée, cette marge décroissant assez rapidement pour les poutres des ponts de moyenne portée où l'effet produit par un véhicule très lourdement chargé est beaucoup moins à redouter (2, 350-2).

On a estimé que les surcharges réglementaires qui

viennent d'être définies pour les ponts-routes pouvaient être considérées comme un maximum jamais atteint en pratique, car ces ponts sont, la plupart du temps, vides ou à peu près, du fait que c'est seulement sur certains ponts trop étroits de grandes villes que se produisent parfois des accumulations de véhicules. Encore la charge est-elle en réalité bien inférieure à celle du règlement, puisque les trottoirs ne sont pas complètement chargés au même moment et que les véhicules ne sont pas tous très lourds (22, 598).

Grande-Bretagne.

La figure 6 schématise le train de charges unitaires défini par le Ministère anglais des Transports, Département des Routes (British Standard Unit — B.S.U. — Loading for Highway Bridges).

Dans ce train de charges unitaires, les poids des essieux sont donnés en pourcentages (0,35, 1, 0,45) de la tonne anglaise de 2.240 lbs ou 1.016 kg.

Pour chaque classe de pont (10 B.S.U., 12 B.S.U., 15 B.S.U.), on multiplie les poids unitaires par le chiffre de la classe. La figure 6 mentionne en kg les résultats obtenus pour les trois classes admises actuellement.

On considère que dans un même train de charges ne figure qu'un seul tracteur, sur une longueur de 70 pieds (21 m), et que la distance entre les axes de deux convois parallèles est de 10 pieds (3^m05), dans le cas où la largeur de la chaussée est un multiple de 10 pieds. Quand la chaussée est multiple d'une largeur de zone de trafic moindre, mais qui ne peut descendre au-dessous de 8 pieds (2^m44), la distance entre les axes de deux convois parallèles est prise égale à la largeur des zones de trafic. Dans ce cas, la « largeur hors tout » de 9 pieds (2^m75) mentionnée à la figure 6 doit être diminuée de façon à réserver un espace d'un pied (0^m305) entre les roues des deux convois parallèles (15, 254).

Il résulte, d'autre part, du Mémorandum n° 577 de 1945 du Ministère des Transports, complétant celui sous le n° 483 de 1937 (30, II, 68), que les charges suivantes sont à considérer (Ministry of Transport Loadings = MOT Loadings) :

a) Une charge uniformément répartie, fonction de la portée, et qui est équivalente aux charges roulantes admises;

b) Une charge isolée de 2.700 livres par pied de largeur (4 tonnes par m), appliquée à l'endroit où, simultanément avec la charge uniformément répartie précédemment décrite, son influence sera le plus défavorable, à savoir, pour une travée sur deux appuis simples : au milieu de la portée pour les moments fléchissants; aux appuis, pour l'effort tranchant aux appuis; en une section quelconque, pour l'effort tranchant en cette section.

La charge uniformément répartie équivalente au train de charges admis est donnée par une courbe publiée dans le mémorandum précité. En voici quelques valeurs caractéristiques (34, b) :

Charge uniformément répartie équivalente au train de charges roulantes 1937 du Ministère des Transports anglais.

Portée		Charge		Portée		Charge	
Pieds	Mètres	Lbs (*) per sq Ft.	Kg. par M ²	Pieds	Mètres	Lbs (*) per sq Ft.	Kg. par M ²
3	0,91	2.420	11.800	100	30,48	205	1.000
5	1,52	1.225	6.000	200	60,96	180	878
7,5	2,29	525	2.560	500	152,4	140	684
10	3,05	220	1.074	1000	304,8	108	527

(*) 1 lb/sq. ft = 4,882 kg/m².

La courbe de la charge uniformément répartie équiva-

lente au train de charges roulantes n'est pas applicable aux dalles appuyées sur leurs quatre côtés, lorsque la distance entre deux appuis dans une direction est moindre que deux fois la distance correspondante dans l'autre direction.

Dans ce cas, le calcul tiendra compte d'une charge roulante unique de 20 tonnes (20.320 kg) ayant une surface d'appui de 24 × 3 pouces (60 × 7,5 cm), et pour les dalles en béton armé, on utilisera alors une armature dans les deux sens.

B. — Types de ponts métalliques.

Nous examinerons successivement les ponts démontables et les ponts permanents.

a) Ponts démontables.

1. *Ponts militaires.* — Parmi ceux-ci, nous ferons une mention spéciale pour le *pont Bailey*, du nom de son inventeur, Sir Donald Coleman Bailey, pont que les troupes britanniques et américaines ont utilisé par milliers de kilomètres durant la dernière guerre et dont il existe en Belgique, dans les dépôts de stocks excédentaires de l'armée américaine, des approvisionnements considérables, évalués à 40.000 tonnes. La liquidation de ces stocks est confiée à l'O.M.A. (Office d'Aide Mutuelle).

On sait que l'O.M.A., qui dépend en Belgique du Ministère des Finances, est dirigé par un Conseil comprenant uniquement des représentants des Ministères intéressés. Il est sous le contrôle d'un inspecteur des Finances et de la Cour des Comptes.

Le matériel est vendu en compte à demi au profit de l'Etat belge et des Etats-Unis, mais la quote-part revenant aux Américains vient en déduction, par clearing, des

sommes dont les Etats-Unis sont redevables à la Belgique ⁽¹⁾.

Lors de l'entrée en guerre des Etats-Unis, il existait des types de travées et de chevalets, ainsi que des méthodes de pontage qui avaient fait leurs preuves à l'armée anglaise, et que les Américains, malgré leur propre génie inventif, n'hésitèrent pas à adopter et à standardiser pour les besoins alliés. Ils développèrent cependant un ou deux types de matériels propres en tirant parti, à l'occasion, de certaines circonstances locales, ce qui leur permit, comme nous le verrons, notamment lors de l'offensive en Europe, d'improviser un type particulièrement avantageux de ponts standard pour chemins de fer, sur poutrelles Grey.

Citons, entre autres : l'*Everall Sectional Truss Bridge* (E.S.T.B.), sur poutres en treillis, pour voie ferrée, dont la portée peut varier de 6 en 6 pouces (15 cm) depuis 80 à 400 ft (24 à 122 m). Jusqu'à 100 m de portée, les travées peuvent être lancées par porte-à-faux, avec de très faibles flèches, lors des opérations de mise en place (fig. 7).

Les Américains ont utilisé également le *pont démontable type V*, à passage supérieur ou inférieur, convenant à la fois pour le trafic ferroviaire (jusqu'à 27 m de portée) et pour les besoins routiers (jusqu'à 72 m, à double voie de circulation). Il n'y a que quatre espèces d'éléments, dont

(1) L'Office de Mutual Aid (O.M.A.) n'émerge pas directement au budget du Ministère des Finances et assure son propre financement sur la part des recettes appartenant à l'Etat belge. Ses statuts ont prévu certaines limitations :

- a) Les cadres de l'Office doivent être approuvés par le Ministre des Finances;
- b) Les barèmes sont établis par lui;
- c) L'encaisse de l'Office ne peut dépasser trois mois de besoins, ce qui implique l'obligation d'élaborer des budgets trimestriels soumis à l'approbation du Ministre.

On prévoit que l'O.M.A. pourra entrer en liquidation au cours du dernier trimestre 1948. A partir de ce moment, ce qui restera des stocks américains sera confié à l'Administration des Domaines.

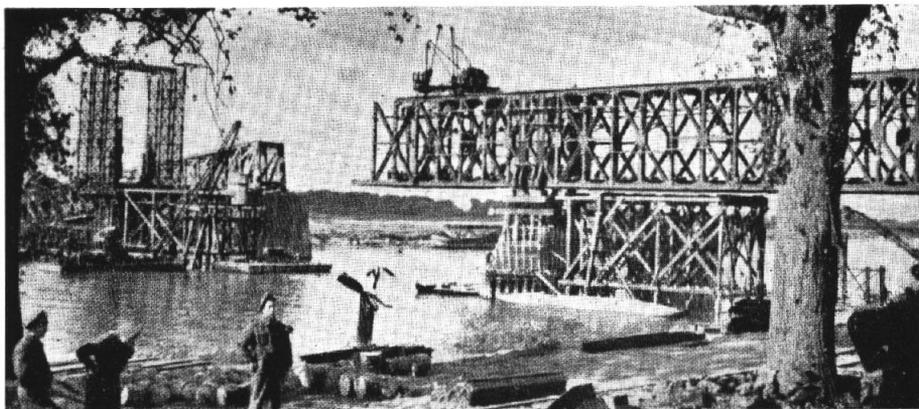


FIG. 7. — Construction, par porte-à-faux, de la travée médiane de 77 m de portée, pour voie ferrée, sur l'IJssel, à Deventer (Hollande).
(Everall Sectional Truss Bridge, cliché *The Railway Gazette*.)

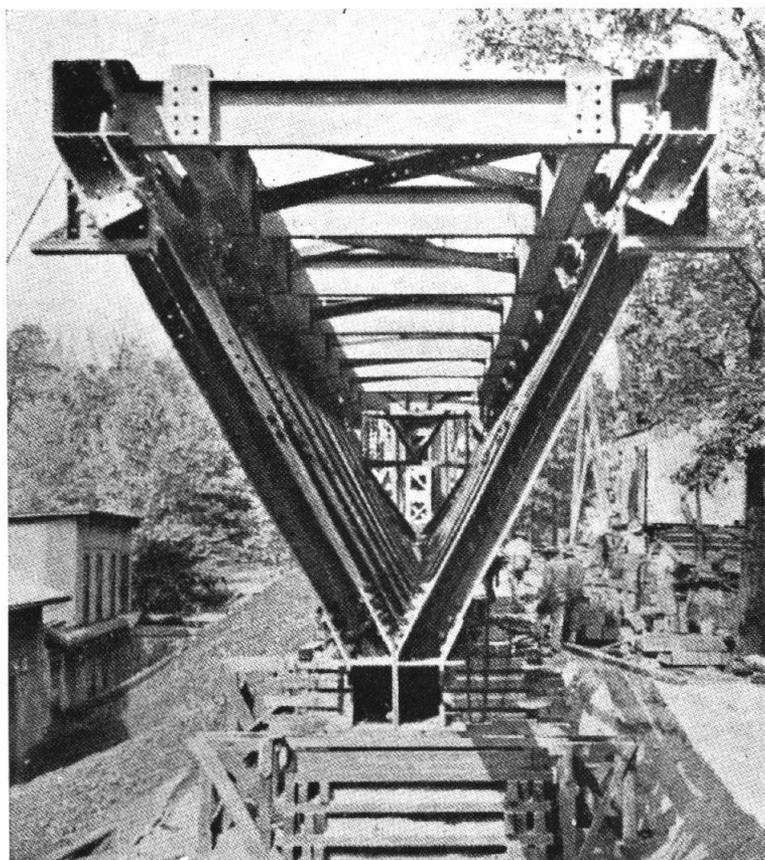


FIG. 8. — Pont démontable américain type V, pour trafic routier ou ferroviaire.
(Cliché *The Railway Gazette*.)



Fig. 2. — Une poutre formée de deux poutrelles Grey soudées à larges ailes, pour la reconstruction du pont de Malmédy.
(D'après un cliché HADIR.)

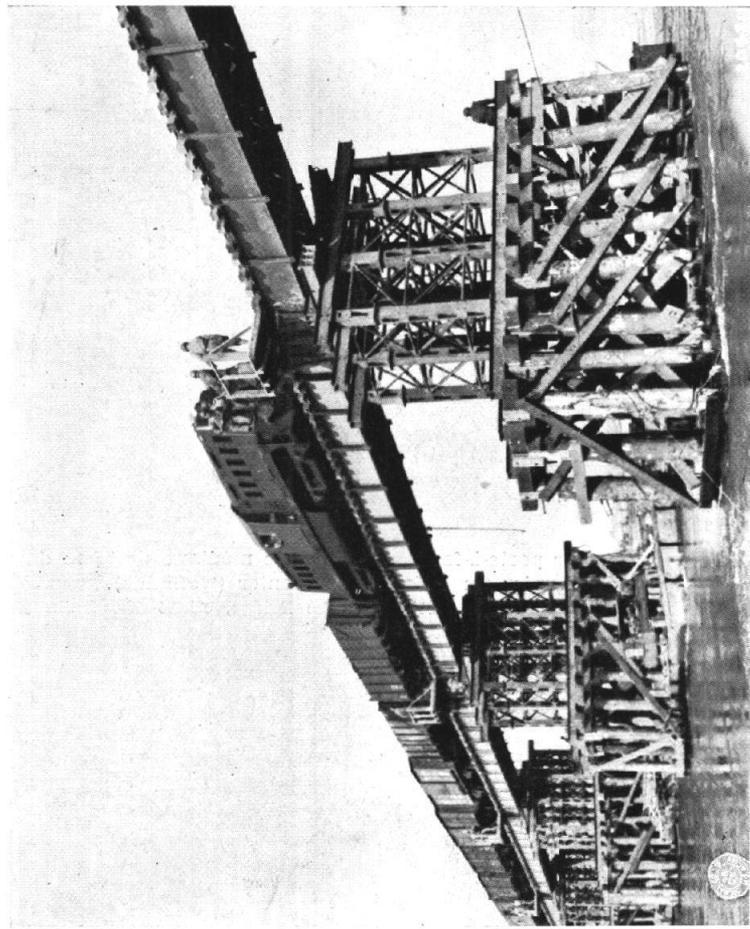


Fig. 10. — Le 3 avril 1945, le premier train traverse le Rhin, sur le pont de Wesel, en poutrelles Grey.
(Cliché HADIR.)

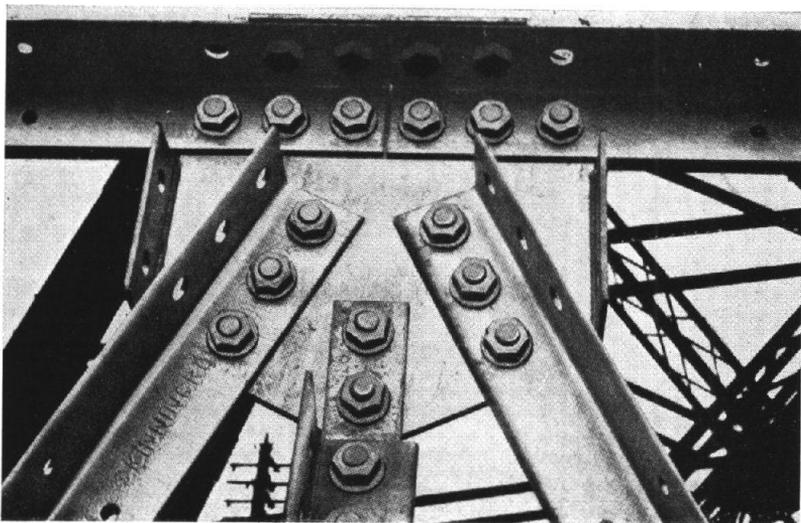


FIG. 11. — Assemblage par boulons d'un nœud du pont Callender-Hamilton.
(Cliché CALLENDER-HAMILTON.)

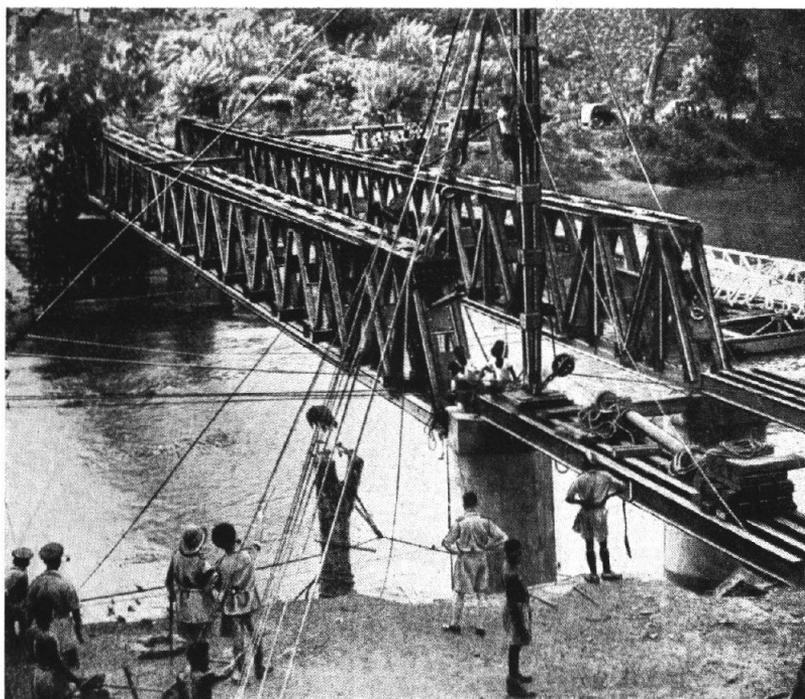


FIG. 12.
Mise en place d'une travée Callender-Hamilton de 40 m de portée,
à Ceylan.

(Cliché CALLENDER-HAMILTON.)

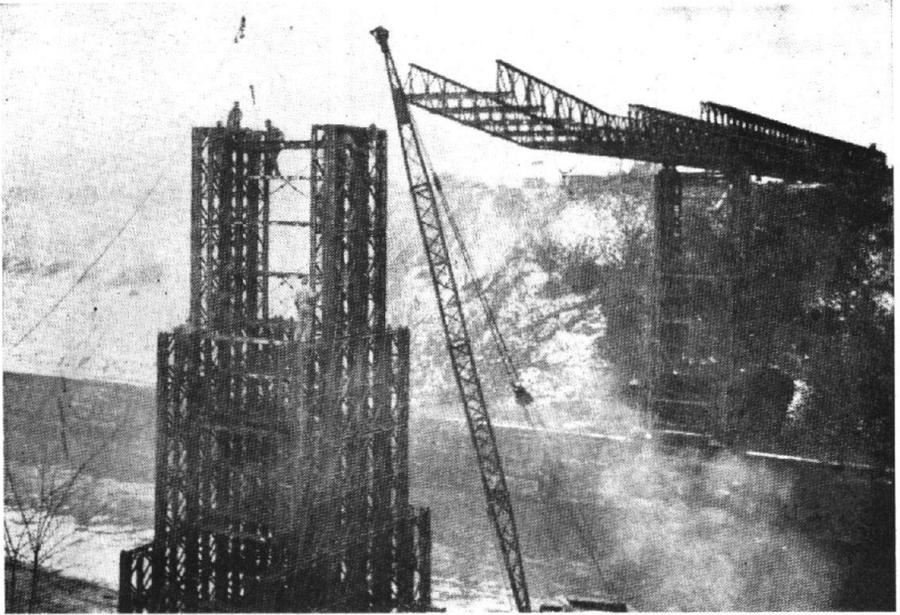


FIG. 13. — Franchissement du canal Albert, le 29 décembre 1944, par les pontonniers de la IX^e armée britannique. L'avant-bec du pont Bailey arrive sur une des piles intermédiaires, également en éléments Bailey.

(Photo *Engineering News Record.*)

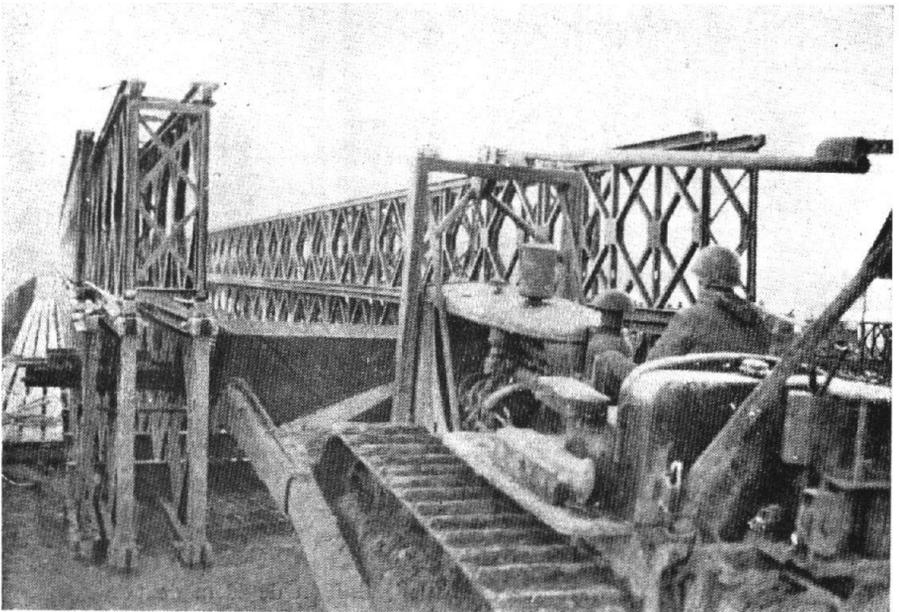


FIG. 14. — Lancement d'une travée de pont Bailey sur le canal Albert, le 29 décembre 1944, au moyen d'un bulldozer.

(Photo *Engineering News Record.*)



FIG. 15.

Poutre maitresse (double double) et trottoir du pont Bailey de Houyet-sur-Lesse.
(Photo R. KEYSER.)



FIG. 16. — Pont Bailey à Anvers (Luchtbal) pour le passage du train électrique sur le canal Albert. — Remarquer la forme spéciale des montants d'extrémité en vue de répartir les sollicitations dues à l'effort tranchant.
(Photo SERGYSELS.)

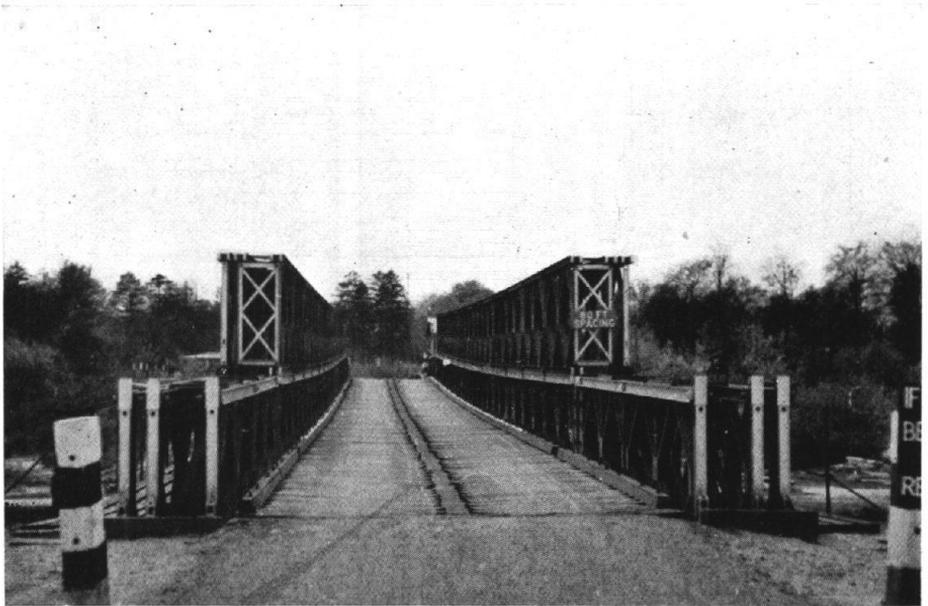


FIG. 17. — Pont Bailey (triple double) à Kaulille.
Remarquer la signalisation : véhicules à 80 pieds (24 m) d'intervalle.
(Photo R. KEYSER.)

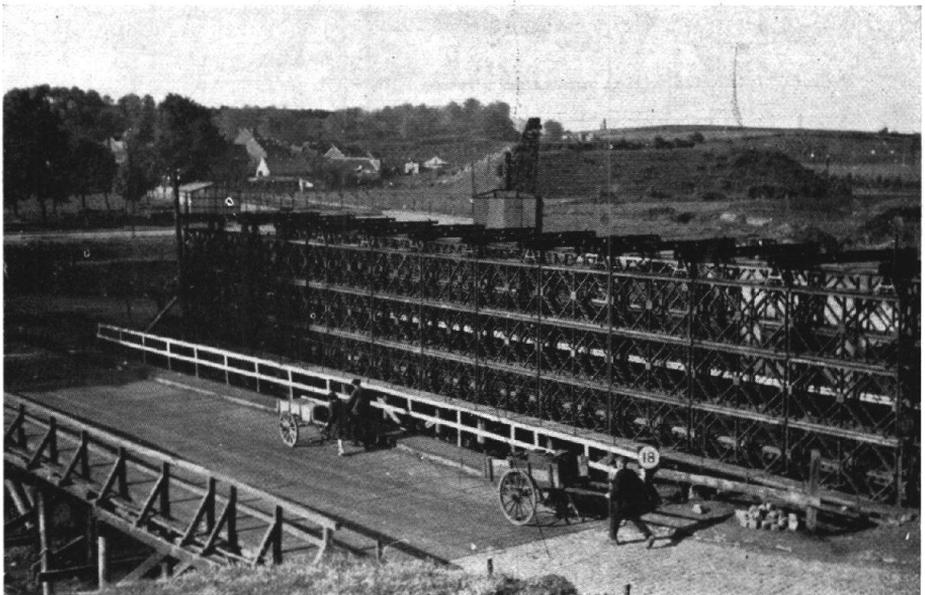


FIG. 18. — Pont Bailey (double triple) pour voie vicinale, à Diest.
(Photo R. KEYSER.)

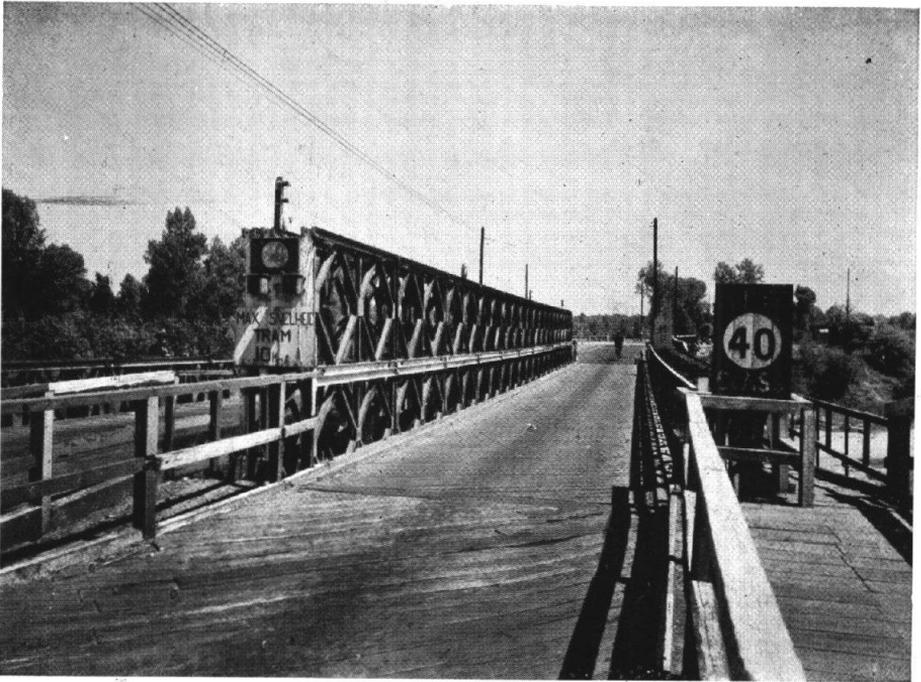


FIG. 19. — Pont Bailey sur le canal Albert, à Wynegem.
Platelage en double rangée de madriers croisés.

(Photo SERGYSELS.)

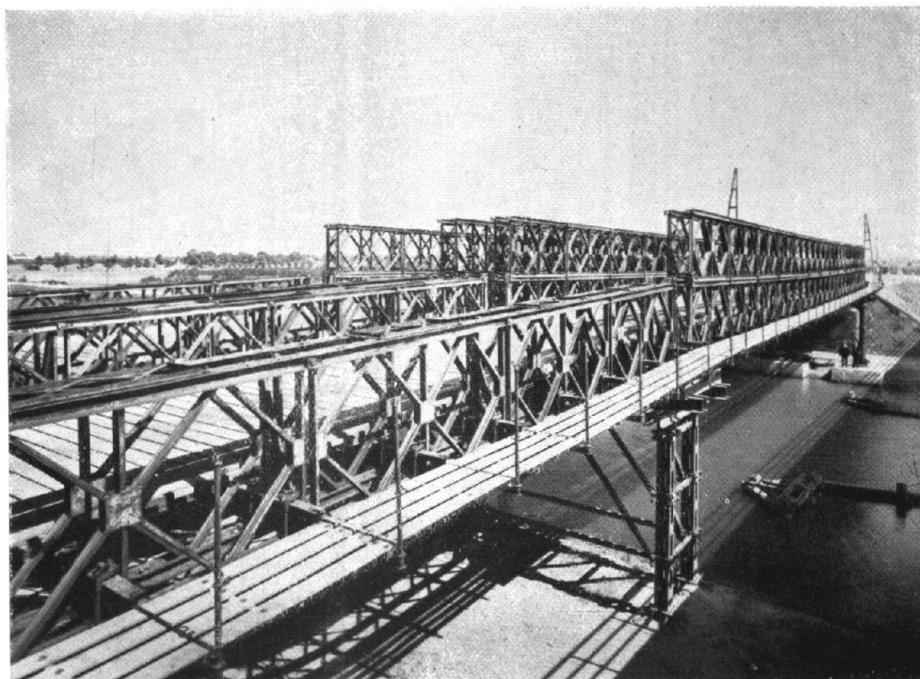


FIG. 20. — Ponts Bailey sur le canal Albert à Hérenthals (route d'Oolen).
(Photo SERGYSELS.)

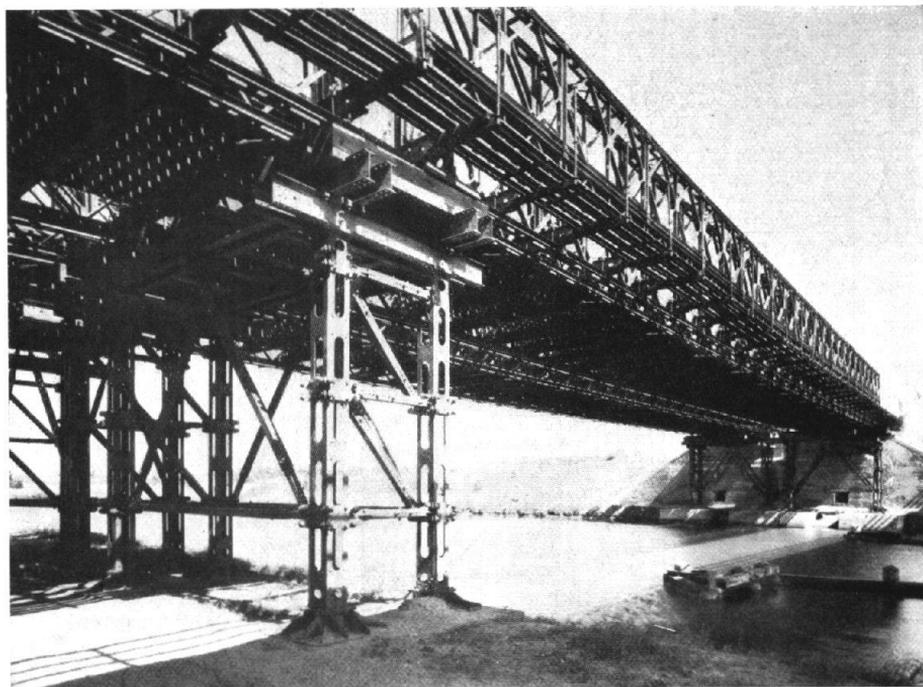


FIG. 21. — Les mêmes ponts vus de dessous.
(Photo SERGYSELS.)

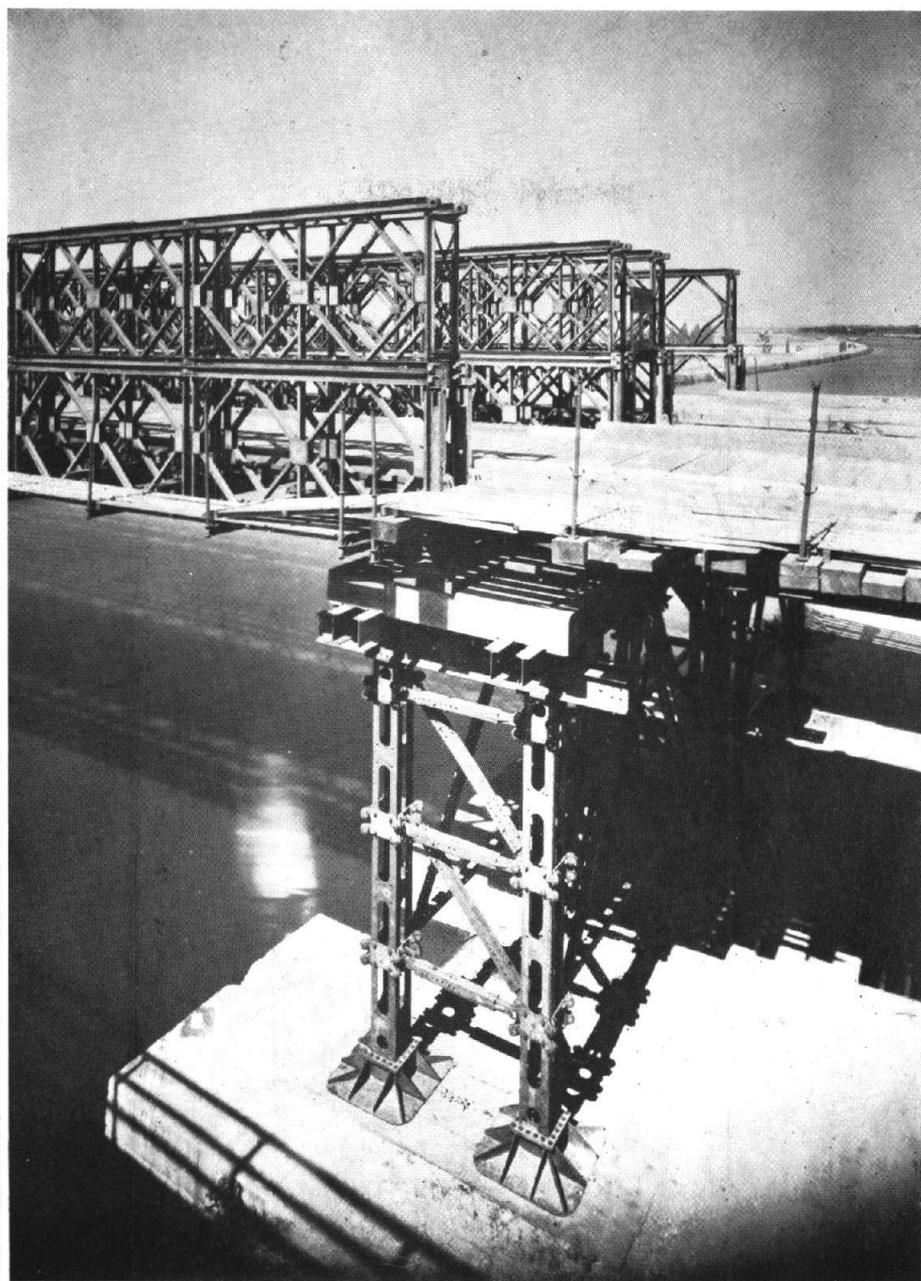


FIG. 22. — Les mêmes ponts. Détail du support intermédiaire (chevalet)
en éléments E.S.T.B. (Everall Sectionnal Truss Bridge).

(Photo SERGYSELS.)

les plus lourds pèsent 45 kg (fig. 8) : plaques de jonction, angles, poutres de platelage et longerons.

Enfin, dès leur débarquement en Normandie, les Américains firent un grand usage de *poutrelles Grey* que les Allemands avaient dû abandonner et qui provenaient des laminoirs de Differdange (G.-D. de Luxembourg). Ces poutrelles, à larges ailes (fig. 9), d'un mètre de hauteur d'âme — d'où leur nom de « meter beams » — et en longueur pouvant atteindre 29 m (310 kg par mètre courant), rendirent les plus grands services pour le rétablissement des ouvrages d'art démolis par les bombardements ou détruits par les Allemands en retraite. Le génie américain acquit en très peu de temps une extrême ingéniosité, alliée à une rapidité d'exécution peu commune pour la mise en place de ces éléments.

La plus remarquable réalisation de ce genre a été le premier pont de chemin de fer lancé le 9 avril 1945 sur le Rhin, à Wesel. La longueur totale est de 790 m et le poids de 2.140 tonnes (fig. 10). La construction dura 10 jours; plus de 3.000 pontonniers y avaient participé. Disons encore que, depuis le 6 juin 1944, date du débarquement en Normandie, jusqu'au jour V, le 8 mai 1945, les usines de Differdange, malgré des difficultés de toute espèce, avaient livré aux armées de la libération plus de 70.000 tonnes de grosses poutrelles.

Les Alliés utilisèrent quelques autres dispositifs pour le franchissement des cours d'eau ou obstacles artificiels, et notamment les ponts du type « Ciseaux » et les ponts mobiles type « Arche », ainsi que les tanks-pontonniers permettant aux blindés de ne pas ralentir leur avance devant des tranchées et ravins de l'ordre de 10 m.

Nous mentionnerons encore le pont *Callender-Hamilton*, conçu par un ingénieur de la Nouvelle-Zélande, M. A. M. Hamilton, et construit par la grande firme anglaise *Callender's Cables Limited*.

Les poutres maîtresses sont du système Warren.

Les éléments standardisés sont constitués en profilés ordinaires, assemblés par boulons (fig. 11), et permettent de construire des ouvrages très variés, depuis la passerelle pour piétons jusqu'aux ponts lourds de chemins de fer pour des portées de plus de 100 m.

Un grand usage de ces ponts fut fait pendant la guerre et la production en a été assurée notamment par des usines sud-africaines et indiennes.

Le tableau suivant résume les possibilités de ces types d'ouvrages, et la figure 12 représente le lancement d'un pont de 48 m de portée érigé pendant la guerre dans l'île de Ceylan, mais qui a été conservé pour le trafic commercial.

Les ponts-routes se limitent aux types A et B.

Caractéristiques des types de ponts Callender-Hamilton.

Type	A	B	C	D
Longueur des panneaux, en pieds.	5	10	10-4"	12-11"
Hauteur des poutres maîtresses, en pieds :				
simple	5	10	12 ½"	14 3 ½"
double	—	20	24 1"	28 7
Semelle-cornière standard, en pouces	3×3×¼	6×6×¾	8×8×½	8×8×¾
Diagonales id.	3×3×¼	6×6×¾	8×8×½	8×8×½
Portée maximum, en pieds	80	200	250	350

Nous arrivons maintenant au *pont Bailey* ⁽¹⁾, que les armées alliées utilisèrent pour la première fois en campagne en 1944, sa construction, en quantités considéra-

(1) *Donald Coleman Bailey* est né dans le Yorkshire le 15 septembre 1901. Il fit ses premières études techniques à Cambridge et manifesta très tôt ce que les Anglais appellent le « water complex », s'intéressant à tout ce qui se rattache à l'eau : bateaux, ponts... Il prit son diplôme d'ingénieur à l'Université de Sheffield et, en 1929, il entra au service expérimental des ponts du Ministère des Approvisionnements. Après la bataille de Dunkerque, il se rendit compte de la nécessité, pour l'armée britannique, de disposer d'un pont démontable permettant le passage.

bles, ayant été tenue secrète jusqu'alors. Ce pont, d'invention anglaise, a constitué l'un des éléments de succès de l'offensive de 1944. Une utilisation spectaculaire en fut faite par les Américains le 29 décembre 1944, au-dessus du canal Albert, à un endroit où les rives, très élevées, exigèrent la construction de piles intermédiaires, également en éléments Bailey, de 15^m80 de hauteur (fig. 13). Les travées avaient respectivement 46, 46 et 37 m, et toute l'opération fut menée à bien en 24 heures (fig. 14). Plusieurs autres ponts Bailey furent construits en Belgique (fig. 15 à 22).

Le pont Bailey est du type à tablier inférieur, les maîtresses poutres étant constituées de panneaux de 10 pieds (3^m048) assemblés par broches les uns aux autres. Tous les éléments constitutifs sont construits par soudure, les membrures inférieures et supérieures étant des fers U jumelés, les éléments du treillis en K, des poutrelles double T.

La résistance de la maîtresse poutre peut être augmentée par l'addition de panneaux, soit juxtaposés, soit superposés au-dessus de la première série. Le renforcement s'effectue très aisément après coup, c'est-à-dire que l'on passe, sans démontage préalable, d'un pont existant en une série, en un pont d'une classe supérieure. On réalise ainsi des maîtresses poutres « simples », « doubles » ou « triples », à simple, double ou triple étage,

sur de grandes portées, de charges très lourdes comme les chars Churchill (40 tonnes) et Matilda (50 tonnes).

Les plans du type de pont qui allait recevoir son nom furent entamés en février 1941 et, trois mois plus tard, les premières expériences purent avoir lieu, mais le pont s'effondra à la suite d'une fausse manœuvre de l'un des tanks servant aux essais... Ainsi que nous le rappellerons plus loin, la production massive du matériel Bailey débuta en automne 1941.

En reconnaissance de sa contribution à la victoire, l'ingénieur Bailey fut nommé officier de l'Ordre de l'Empire britannique et créé Chevalier.

Sir Donald Coleman Bailey habite à Southborne, en vue de la Manche. Son habileté à assembler des jouets en Meccano lui a valu l'admiration toute particulière de son jeune fils Peter (*Current Biography*, 1945, H. W. Wilson Cy, New York, 1945, pp. 26-28).

qu'on appelle plus communément « simple-simple » (SS) pour le système minimum, jusqu'à « triple-triple » (TT) pour le système maximum. Les combinaisons SD et ST ne sont pas employées, en raison du manque de résistance transversale.

La distance entre faces internes des maîtresses poutres est de 3^m76 correspondant à une seule zone de trafic. Le platelage est en bois et constitué de madriers de 5 × 27 cm. Ajoutons que les boulons d'assemblage de ce pont sont en acier inoxydable. Deux trottoirs en porte-à-faux, de 0^m76 de largeur, sont ménagés à l'extérieur des maîtresses poutres pour la circulation des piétons (fig. 15, 19 et 20).

Les éléments constitutifs les plus lourds de ce matériel pèsent environ 200 kg et un panneau monté en pèse 258.

Les génies américain et anglais prévoient une gamme étendue de ponts d'après les différents trains de charges auxquels ils doivent faire face, et désignés par un numéro de classe qui correspond *grosso modo* au poids en tonnes des véhicules autorisés à circuler sur une travée.

Les ponts Bailey peuvent ainsi se ranger depuis la classe 9 (tanks de 7,5 tonnes ou camions de 10 tonnes), pour des portées variant de 27^m43 (SS) à 73^m15 (TT), jusqu'à la classe 70 (tanks de 70 tonnes sur chenilles de 3^m60 de longueur portante), pour des portées variant de 12^m19 (DS) jusqu'à 45^m72 (TT).

Moyennant certains renforcements, les Américains étendent même l'utilisation du pont Bailey à la classe 100 pour des portées de 42^m67 (TT) et à la classe 120 pour des portées de 39^m62 (TT).

Nous n'avons trouvé nulle part de renseignements définitifs sur la *classification* adoptée par les Anglais et les Américains pour les ponts militaires, ou plutôt, les diverses définitions que nous avons pu recueillir ne sont pas concordantes.

D'après les uns, une travée de pont est dite de la classe X

si, sur cette travée, peut circuler un seul et unique tank d'un poids total de X tonnes, ou des charges équivalentes. Le tank est supposé se mouvoir sur des chenilles dont la longueur d'appui sur le sol est de 12 pieds au maximum.

Pour d'autres, la travée doit pouvoir livrer passage, non pas à un tank de X tonnes, mais à une file de tanks semblables, distants de 80 pieds (24 m).

D'autres encore considèrent que les tanks doivent être distants d'au moins 30 yards (27 m) et que la longueur portante des chenilles est respectivement de 80 pouces (2 m) pour les tanks de 9 et 12 tonnes, 105 pouces (2^m70) pour les tanks de 16 à 25 tonnes, 132 pouces (3^m35) pour le tank de 35 tonnes et 168 pouces (4^m25) pour le tank de 56 tonnes (24, e, 15).

D'après les avis autorisés qui nous ont été donnés à l'O.M.A., la seconde définition serait la bonne. C'est d'après cette définition qu'a été établi le tableau suivant.

Ce tableau peut se traduire graphiquement en indiquant les portées en abscisses et les capacités portantes en ordonnées et en délimitant par des bandes différemment hachurées les zones correspondant à chaque type de pont (fig. 23).

On constate que les limites d'utilisation des divers ponts, telles qu'elles résultent du tableau, présentent des irrégularités de tracé. Il est probable qu'une étude plus poussée donnerait des lignes régulières, du genre de celles que nous avons mentionnées en traits minces sur la figure 23.

Quoi qu'il en soit, dans l'assimilation que nous avons faite entre la classification des ponts Bailey d'après le système britannique et les trains de charges en usage au Congo et au Ruanda-Urundi, nous avons adopté la première hypothèse : un seul tank par travée. Ce choix est le plus « sûr », car, pour les grandes portées, il introduit

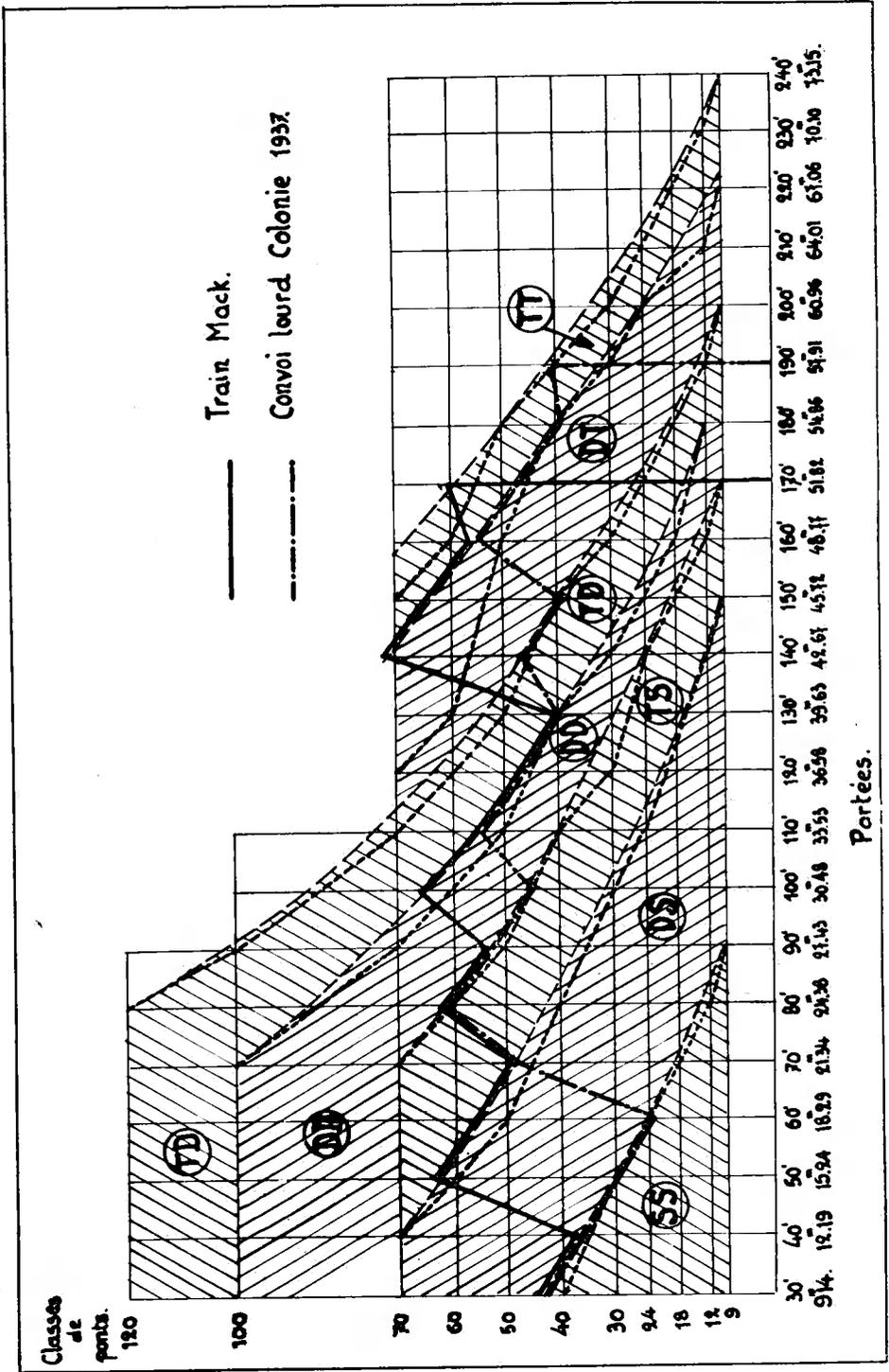


FIG. 23. — Capacité portante des différents types de ponts Bailey.

Capacité portante des ponts Bailey (classe) en tonnes.

Portée		Type de pont						
pieds	mètres	SS	DS	TS	DD	TD	DT	TT
30	9,14	40	—	—	—	—	—	—
40	12,19	—	70	—	—	—	—	—
50	15,24	30	60	—	—	—	—	—
60	18,29	24	50	—	—	—	—	—
70	21,34	—	—	70	100	—	—	—
80	24,38	12	40	60	—	120	—	—
90	27,43	9	—	50	70	100	—	—
100	30,48	—	30	—	60	—	—	—
110	33,53	—	24	40	50	70	—	—
120	36,58	—	—	30	—	60	70	—
130	39,63	—	—	—	40	50	60	—
140	42,67	—	12	24	30	—	—	—
150	45,72	—	9	—	24	40	—	70
160	48,77	—	—	12	18	30	50	60
170	51,82	—	—	9	—	24	—	—
180	54,86	—	—	—	12	18	40	50
190	57,91	—	—	—	—	12	30	40
200	60,96	—	—	—	—	9	24	30
210	64,01	—	—	—	—	—	—	24
220	67,06	—	—	—	—	—	12	—
230	70,10	—	—	—	—	—	9	12
240	73,15	—	—	—	—	—	—	9

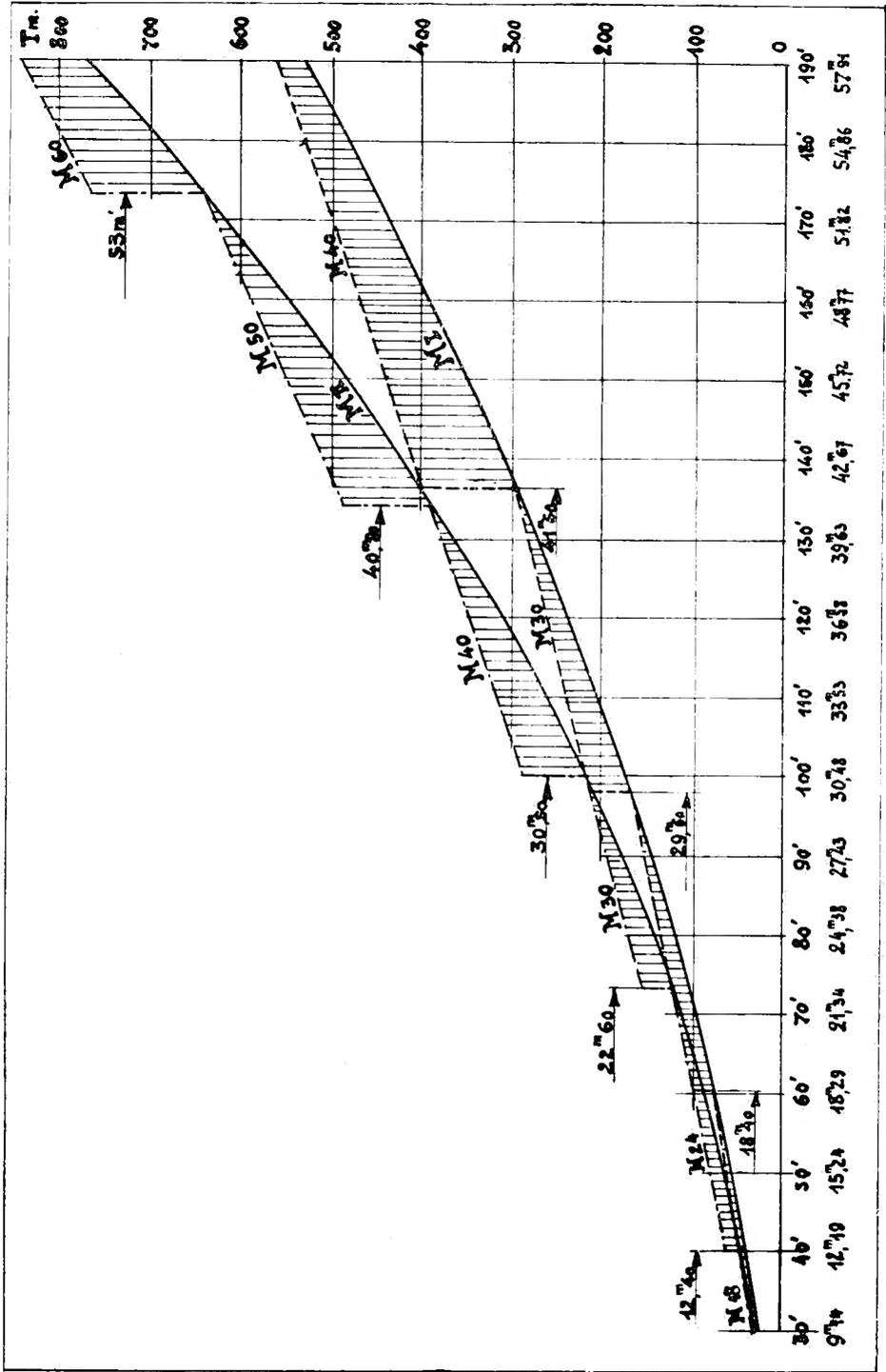


Fig. 24. — Moments fléchissants maxima dus au passage du train convoi lourd colonie 1937, du train Mack et des tanks de 24 à 60 tonnes.

à partir de 48^m77 un nouveau coefficient de sécurité, pouvant aller jusqu'à 1,13 pour la travée de 57^m91, par rapport à la seconde hypothèse : une file de tanks espacés de 24 m.

En ce qui concerne le *platelage*, nous considérons que le matériel jusqu'à la classe 40 (deux pièces de pont par panneau) est suffisant, puisque les essieux des trains de charges coloniaux (8 tonnes et 7,7 tonnes) donnent des réactions moins importantes que les deux essieux de 12,5 tonnes chacun, distants de 4 pieds ou 1^m22 seulement, de l'ensemble tracteur-remorque pesant au total 40 tonnes et qui est équivalent au tank de la classe 40.

Quant aux *poutres maîtresses*, nous en avons déterminé la capacité portante pour des portées variant par panneau de 10 pieds (3^m04), de 30 à 190 pieds (9^m14 à 57^m91).

Pour chacune des portées considérées, nous avons recherché le moment fléchissant maximum dû aux sollicitations suivantes :

- 1° Train type convoi lourd colonie (1937), M I;
- 2° train Mack, M II;
- 3° tank de 18, 24, 30, ... 60 tonnes : M 18, M 24, M 30, ... M 60.

Les résultats en tonnes-mètres peuvent se résumer sous la forme du tableau suivant (p. 58).

Ces résultats peuvent également se traduire graphiquement (fig. 24).

On en déduit, par comparaison avec le tableau donnant la capacité portante des ponts Bailey en général, que, pour les convois coloniaux, les travées doivent être constituées conformément au tableau de la page 59.

Moments fléchissants maxima en tonnes-mètres.

Portée		M _I	M _{II}	M 18	M 24	M 30	M 40	M 50	M 60
pieds	mètres								
30	9,14	25	30	35	—	—	—	—	—
40	12,19	39	46	48,5	66	—	—	—	—
50	15,24	56	68	62	83	—	—	—	—
60	18,29	75	90	75,5	100	—	—	—	—
70	21,34	96	115	—	117	—	—	—	—
80	24,38	120	144	—	135	169	—	—	—
90	27,43	146	177	—	153	192	—	—	—
100	30,48	175	215	—	—	215	287	—	—
110	33,53	206	264	—	—	238	317	—	—
120	36,58	240	315	—	—	261	348	435	—
130	39,63	276	370	—	—	284	378	473	—
140	42,67	312	426	—	—	—	409	511	—
150	45,72	351	485	—	—	—	439	549	—
160	48,77	393	549	—	—	—	470	587	—
170	51,82	440	615	—	—	—	500	625	751
180	54,86	485	690	—	—	—	531	663	796
190	57,91	534	775	—	—	—	562	701	842

Types de ponts Bailey pour convois coloniaux (*)

Portée		Convoi lourd 1937	Train Mack	Portée		Convoi lourd 1937	Train Mack
pieds	mètres			pieds	mètres		
30	9,14	SS	SS	120	36,58	(TS) DD	DD
40	12,19	SS	SS	130	39,63	DD	DD
50	15,24	SS	DS	140	42,67	TD	DT
60	18,29	SS	DS	150	45,72	TD	DT
70	21,34	DS	DS	160	48,77	DT	DT
80	24,38	(DS) TS	(DS) TS	170	51,82	DT	TT
90	27,43	(DS) TS	(DS) TS	180	54,86	DT	—
100	30,48	(DS) TS	(TS) DD	190	57,91	TT	—
110	33,53	(TS) DD	(TS) DD				

(*) Pour les portées de 80 à 120 pieds, nous avons jugé nécessaire de remplacer les types DS et TS, suffisants comme résistance, par des types TS et DD, plus rigides, afin de limiter à 1 : 700 de la portée les flèches dues à la surcharge.

Les indications du tableau précédent se trouvent reportées sur le graphique de la figure 23.

Ayant choisi le type de pont à adopter pour une portée et un convoi déterminés, on en calcule le poids, par tronçons de 10 pieds (3^m048) correspondant à la longueur d'un panneau, au moyen du tableau suivant :

Poids en kilogrammes par tronçon de 10 pieds (3^m048) des différents types de ponts Bailey (*).

Type de pont	Poids par tronçon	Avant-bec	Poids par tronçon
	En kg		En kg
SS	1.960	SS	765
DS	2.540	DS	1.360
TS	3.060	TS	1.880
DD	3.660	DD	2.480
TD	4.750		
DT (contreventement supérieur).	5.180		
TT (contreventement supérieur).	6.820		
DT (étage inférieur)	4.830		
TT (étage inférieur)	6.480		
Platelage en bois (chasse-roues, madriers, trottoirs) (**).			530

(*) Les poids de ce tableau se rapportent à des tronçons courants: les poids des tronçons d'extrémité sont à majorer quelque peu.

(**) Le poids du platelage est compris dans les poids totaux mentionnés dans la deuxième colonne.

Ces ponts prennent une flèche importante, due au jeu laissé par les trous de broches en vue de faciliter le montage. Par exemple, un pont triple simple, de 30^m48 de portée, classe 40, accusera au lancement une flèche de 0^m60 à l'extrémité de l'avant-bec.

Les manuels militaires ne manquent pas d'attirer l'attention sur l'importance de la flèche; ils insistent sur le fait que cette circonstance ne doit inspirer aucune inquiétude. Nous aurons toutefois l'occasion de revenir sur ce point.

Des instructions détaillées ont été rédigées pour l'utilisation rationnelle du matériel de pont Bailey (24). Elles comportent une section consacrée à l'appréciation des dégâts survenus à un pont, en vue d'en déduire le pourcentage de réduction de la force portante.

A cause de leur emploi simple et pratique, des instructions de ce genre rendraient les plus grands services au Congo.

Comme nous l'avons déjà signalé, le matériel Bailey se prête à la construction de piles intermédiaires ou chevaux. Son emploi peut alors se combiner avec un dispositif de support en rivière fort ingénieux, connu sous le nom de « Camel's foot self adjusting base ». Il s'agit d'une large cuvette circulaire de 3 ou 4 pieds de diamètre, pouvant épouser l'inclinaison du fond, et dont la forme évasée remplace les pilots battus et rend inutile le recours aux scaphandriers (fig. 25).

Le pont Bailey est également prévu pour être utilisé sur supports flottants (fig. 26) et même comme bac de passage (train de navigation) (fig. 27).

Enfin, tout le matériel est conçu pour être transporté dans des camions standard de 3 tonnes, les éléments étant groupés en vue de constituer des ensembles et certains véhicules étant équipés tout spécialement dans le but de faciliter le montage à pied d'œuvre (fig. 28).

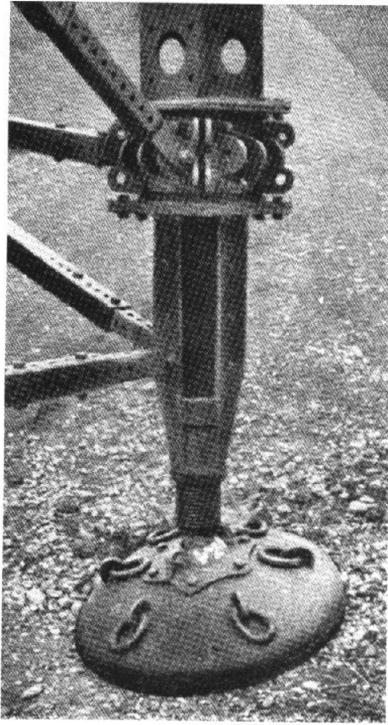


FIG. 25. — Base de chevalet en pied de chameau.
(Cliché *The Railway Gazette*.)



FIG. 26. — Pont Bailey sur supports flottants.
(Cliché *The Welder*.)



FIG. 27. — Bac de passage (train de navigation)
en éléments Bailey.

(Cliché *Ossature Métallique.*)

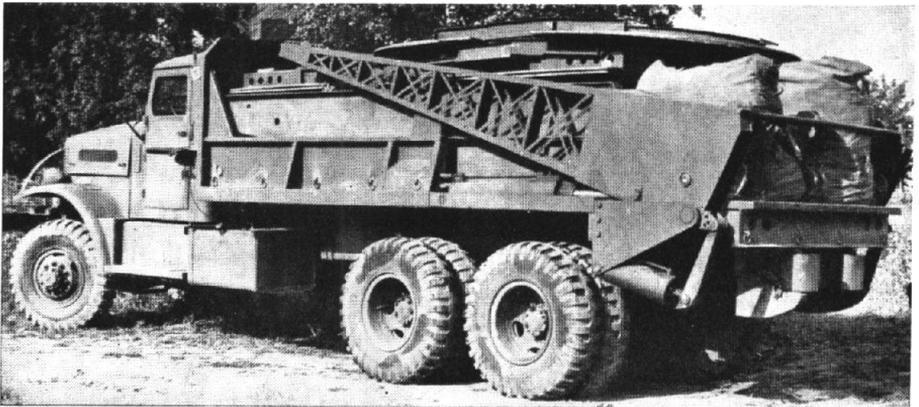


FIG. 28. — Véhicule muni d'un derrick hydraulique pour faciliter le chargement,
déchargement et montage à pied d'œuvre des ponts militaires (Erecting bridge
truck with hydraulic boom).

(Cliché *BROCKWAY.*)

Les prototypes du pont Bailey n'ont été achevés qu'en automne 1941. La fabrication commença aussitôt et la production atteignit 6.000 panneaux par semaine au milieu de 1943. Jusqu'au mois d'août 1945, près de 700.000 panneaux, avec tous les autres éléments constitutifs nécessaires, étaient sortis des usines. Les tolérances de fabrication furent extrêmement sévères, afin d'assurer une interchangeabilité rigoureuse. C'est ainsi que pour les centres des trous d'assemblages des panneaux les tolérances ont été fixées à $\pm \frac{1}{16}$ in. dans le sens horizontal et à $\pm \frac{1}{40}$ in. dans le sens vertical. Pour le trou lui-même, la tolérance est de $\pm 0,005$ in. (0,12 mm).

A la demande de M. Henri J. Putman, professeur à l'Université de Québec et ingénieur-conseil à l'O.M.A., des essais sur poutres Bailey ont été effectués en mai 1947 par M.G. Magnel, professeur à l'Université de Gand, en son laboratoire.

L'essai a été réalisé sur un ensemble composé de 3 panneaux standard, de façon à constituer une poutre d'environ 9^m20 de portée et 1^m55 de haut.

La charge a été appliquée à deux nœuds situés à 1^m50 de distance, par l'intermédiaire d'une poutrelle Grey D.I.R. 340. A 38 tonnes, la poutre a pris une flèche de 4 mm.

La rupture a été obtenue à 50 tonnes, par flambement de la membrure supérieure.

L'analyse du métal a révélé les teneurs suivantes :

	Carbone	Manganèse	Silicium	Phosphore	Soufre
Membrures . . .	0,27	1,60	1,14	0,029	0,022
Diagonales . . .	0,23	1,67	0,04	0,042	0,027
Traverses . . .	0,29	1,66	0,06	0,031	0,025

Le métal a, d'autre part, été soumis à des essais de traction, qui ont confirmé les qualités remarquables de

la matière employée : de 36 à 45 kg par mm² comme limite d'élasticité; 53 à 67 kg par mm² comme limite de rupture, et de 20 à 25 % d'allongement.

Ces hautes qualités de résistance, qui posèrent aux métallurgistes des problèmes délicats au point de vue soudabilité (33), et les soins apportés dans l'usinage du matériel Bailey se sont d'ailleurs traduits par un prix unitaire élevé. Ce prix atteignit, en effet, 80 livres à la tonne, soit 14 francs le kg, malgré les tonnages considérables mis en œuvre.

Les tables donnant la capacité portante des ponts Bailey montrent que, pour une portée de 30 pieds, soit 9^m20, égale à celle de la poutre soumise à essai par M. le professeur Magnel, la charge isolée peut atteindre 40 tonnes, pour un pont du type SS, comprenant donc 2 poutres maîtresses. Il en résulte que le coefficient de sécurité avec lequel ces tables ont été calculées est, dans le cas considéré, de

$$\frac{50}{40 : 2} = 2,5.$$

En réalité, la sécurité est plus grande, car, en pratique, la réaction exercée par un véhicule est moins défavorable que celle résultant de la charge de 50 tonnes répartie à l'essai sur une distance de 1^m50 seulement.

Afin d'avoir une idée précise des conditions d'emploi des ponts Bailey au Congo belge, nous avons demandé à M. Gaëtan Duwez, qui fit de nombreux séjours dans la Colonie, d'abord comme officier du Génie depuis 1905, et ensuite comme ingénieur des Travaux publics jusqu'en 1927, et qui est actuellement attaché à la direction générale de l'O.M.A. à Bruxelles, de faire de son côté une étude concrète pour chacun des cas suivants :

1° *Travée de 24 m, train type convoi lourd 1937.*

La charge de ce train type sur l'ensemble de la travée est de 42 tonnes.

La charge créée par le passage du bétail, sur 12 m de longueur et une voie charretière de 3 m, plus deux trottoirs pour piétons, soit au total 4^m50 de largeur, totalise $12 \times 4,50 \times 0,600 = 32,4$ tonnes. C'est donc la charge roulante de 42 tonnes qui est à considérer; elle correspond à une charge isolée de ± 21 tonnes, c'est-à-dire à la classe 24. La table de la page 55 montre que le type SS ne peut franchir que 18^m29 pour cette classe. Le type DS doit donc être employé.

Le poids, pour une travée de 8 panneaux, est de

$$8 \times 2.540 = 20.320 \text{ kg,}$$

dont $8 \times 530 = 4.250 \text{ kg}$

pour les poutres de guindage et madriers en bois.

2° Travée de 27 mètres, train de charges Mack.

Deux convois Mack ne peuvent se trouver ensemble sur la travée, puisque les essieux extrêmes de chacun d'eux sont distants de 12^m19 et qu'un espace de 3 m est admis entre deux camions consécutifs.

La charge roulante répartie sur 27 m est ainsi de 51,4 tonnes; elle correspond à une charge isolée de ± 26 tonnes, c'est-à-dire à la classe 30, laquelle, en type DS, permet des travées de 30^m48.

Le poids, pour une travée de 9 panneaux, est de

$$9 \times 2.540 = 22.860 \text{ kg,}$$

dont $9 \times 530 = 4.700 \text{ kg}$

pour les poutres de guindage et madriers en bois.

Comparé avec d'autres systèmes, le pont Bailey est donc très léger, grâce aux qualités de haute résistance de l'acier qui le constitue.

Nous concluons en disant que la Colonie serait bien inspirée en acquérant — sans qu'il en résulte une opération de trésorerie réelle — un lot important du matériel

Bailey entreposé dans les dépôts de l'O.M.A. en Belgique, matériel qui, sans cela, risque de « tourner en mitraille ».

Les négociations devraient être menées directement par les deux ministres intéressés : celui des Colonies et celui des Finances.

Au Congo, la mise en œuvre de ce matériel se concevrait très bien avec le concours des unités techniques de la Force publique, ce qui constituerait un avantage supplémentaire, bien qu'indirect, et non à dédaigner.

Pour rester dans notre rôle d'informateur impartial, nous nous devons cependant de signaler ici trois inconvénients que présente, à notre avis, pour le Congo, le matériel Bailey. D'abord, le platelage est en bois. On pourra facilement obtenir les madriers au Congo, mais, pour assurer une meilleure viabilité aux ouvrages et en même temps économiser la main-d'œuvre pour l'entretien, on pourra également étudier une couverture en béton armé, ou commander un platelage métallique *ad hoc* à notre industrie nationale.

Il y a ensuite la question des déformations pour toutes les travées Bailey de grande portée et de très faible hauteur relative.

Pour des portées de 36^m58 (TS), 45^m72 (TD) et 57^m91 (TF), le rapport d'élancement (hauteur : longueur) est respectivement de 1 : 24, 1 : 15 et 1 : 12,6, alors qu'on recommande généralement de ne pas descendre au-dessous de 1 : 10, avec les aciers ordinaires, pour éviter des poutres trop déformables.

Dans le cas des ponts Bailey de grande portée, les vibrations engendrées au passage des véhicules provoqueront sans doute à la longue une certaine ovalisation des trous d'assemblages. Il en résultera peut-être une mise hors service plus rapide que pour les ponts à assemblages rigides, bien entendu après un nombre d'années beaucoup plus grand que la durée d'amortissement d'un pont provisoire en bois.

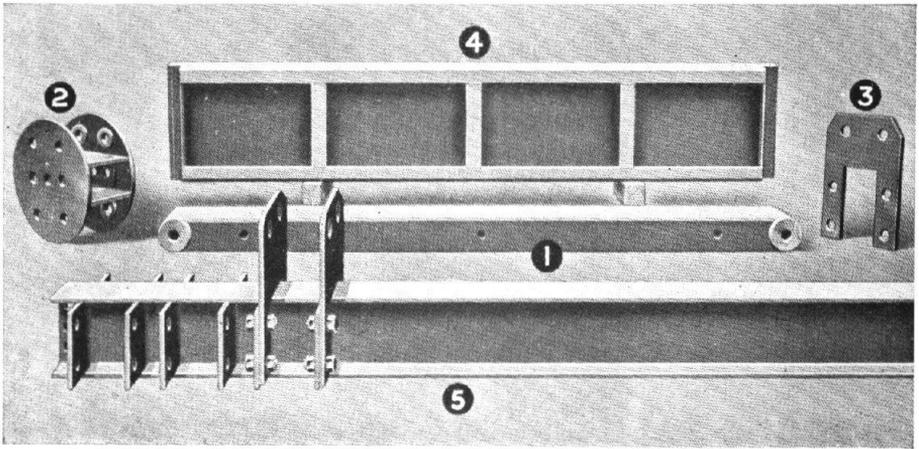


FIG. 29. — Éléments constitutifs du pont Butterley.

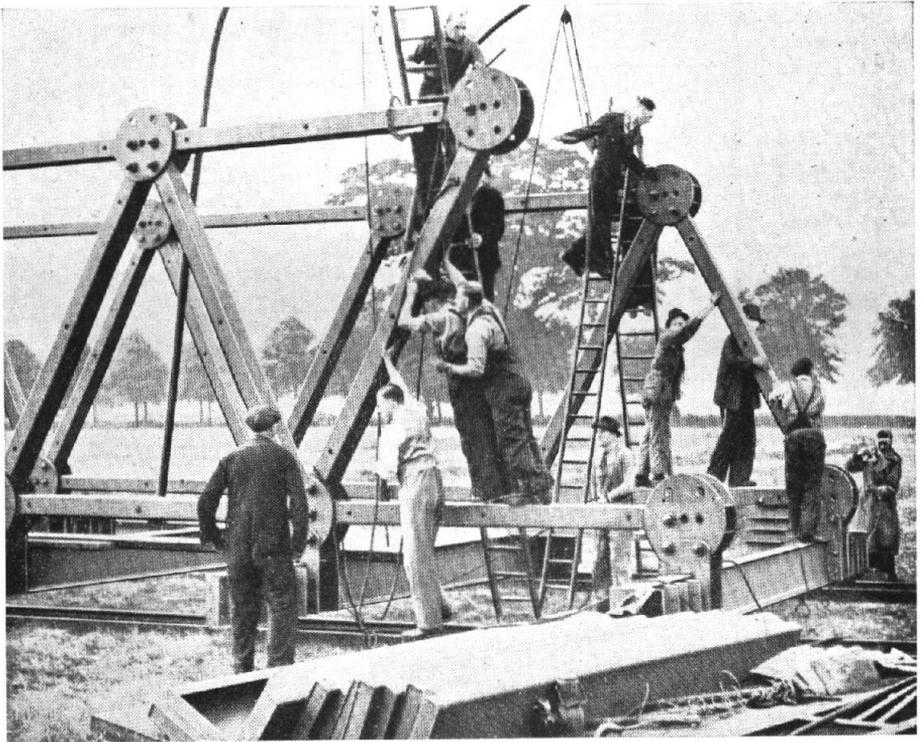


FIG. 30. — Assemblage du pont Butterley.

Dans les tableaux que nous avons dressés pour l'utilisation du matériel Bailey au Congo belge (voir page 59), nous avons jugé nécessaire de limiter les déformations dues aux charges roulantes au 1 : 700 de la portée, chiffre admis par les normes allemandes DIN pour les ponts de chemin de fer en aciers spéciaux à haute résistance.

De cette façon la sujétion que nous signalons sera réduite au minimum.

Mais le dernier inconvénient pourrait être plus sérieux, parce que ses conséquences possibles sont à moins longue échéance; il s'agit de la facilité même de montage et de démontage des éléments, qui risque de tenter... l'ingéniosité des indigènes en quête de matières premières pour fers de lances, couteaux, haches, etc... Nous avons connu les vols d'éclisses de chemins de fer dans le même but, et des cales de fixation des rails sur les traverses métalliques. Il faudra donc rechercher un moyen pour s'opposer aux tentations trop facilement satisfaites des indigènes : soudure, ou renforcement de la goupille de sûreté des broches, par exemple, car, à défaut de précautions, ces broches risquent de connaître un succès d'autant plus vif que les indigènes ne tarderont pas à se rendre compte qu'elles sont en acier spécial inoxydable.

2. *Pont Butterley*. — Ce pont, de conception et de production anglaises, est caractérisé par le petit nombre de pièces constitutives dans la fabrication desquelles la tôle pliée, assemblée par soudure, intervient largement : pièces tubulaires pour diagonales ou semelles; boîtes ou bobines de jonction; plaques de suspension des pièces de pont; tôles de platelage; enfin, pièces de pont (fig. 29).

Les membrures sont composées de triangles équilatéraux dont tous les côtés sont formés de pièces tubulaires en tôle de 6 mm ($\frac{1}{4}$ de pouce), de section rectangulaire (15 × 20 cm) et ayant 10 pieds de longueur de nœud à nœud. Les pièces tubulaires sont fixées aux boîtes de jonction par des broches de 5 cm de diamètre (fig. 30).

Les pièces de pont, en poutrelles laminées de 375×150 , ont 6 mètres de long et prennent appui en chaque nœud par l'intermédiaire des plaques de suspension.

Les tôles de platelage sont striées, en 6 mm d'épaisseur, et raidies par des entretoises soudées.

Leur largeur est d'environ 60 cm. Les ponts peuvent être montés, soit à tablier supérieur, soit à tablier inférieur. Le lancement s'effectue par les méthodes classiques et notamment par porte-à-faux. Comme pour les ponts Bailey, la capacité portante des ponts lourds est obtenue par la juxtaposition et la superposition de deux ou trois rangées de membrures. Les portées peuvent varier de 12 à 45 mètres pour le train de charges autorisé par la police du roulage (M.O.T. = Ministry of Transport Loading); elles peuvent aller jusqu'à 48 m pour une charge isolée de 60 tonnes et jusqu'à 57 m pour une charge isolée de 24 tonnes. Rappelons que le train de charges autorisé par la police du roulage anglaise (M.O.T. Loading) est défini par la figure 6.

A titre documentaire, nous avons demandé à la Compagnie Butterley une proposition concrète pour une travée de 24 m devant livrer passage au train type convoi lourd de la Colonie (1937) : tracteur de 12 tonnes et suite ininterrompue de remorques de 10 tonnes,

La solution se présente comme suit :

Membrures simples, du type représenté par la fig. 30. Largeur entre poutres maîtresses : 3^m60; largeur entre chasse-roues : 3^m20. Poids total, y compris platelage métallique : environ 28.500 kg.

Il est à remarquer que, comme pour le pont Bailey, le matériel Butterley permet de construire rampes d'accès et piles intermédiaires sur chevalets.

3. *Système Multifer Grisard.* — Ce système de constructions métalliques a été mis au point en Belgique, sous

l'occupation nazie et à l'insu de l'envahisseur. Le principe consiste à généraliser l'emploi d'éléments légers en tôle emboutie ou pliée mécaniquement.

Les profils standard utilisés sont d'une extrême légèreté; à égalité de module de flexion, ils pèsent beaucoup moins que les laminés classiques. En les combinant par soudure électrique au point, ou par boulonnage, on réalise aisément toutes les sections désirées, ce qui permet d'étendre l'emploi des éléments Multifer à la construction des ouvrages métalliques permanents ou démontables constitués auparavant par une très grande variété de profilés du commerce.

La fabrication des éléments Multifer s'effectue à partir de bandes plates, dites feuillards, produites au train de laminoir continu. A la suite du laminoir, les bandes sont décapées à chaud et enroulées aussitôt en bobines à spires jointives. Après refroidissement, toutes les surfaces apparentes de la bobine sont recouvertes d'un enduit, afin que le métal se trouve complètement protégé contre toute possibilité de corrosion au cours du stockage. Le faible encombrement des bobines facilite les manutentions et permet l'emmagasinage en locaux fermés à l'abri des intempéries.

Au moment de la fabrication des profilés, la bande est déroulée pour passer aussitôt dans la machine plieuse, et le métal, qui était resté parfaitement propre, grâce au mode de stockage, n'a pas le temps de s'oxyder en cours de pliage, lequel s'effectue à froid et à grande vitesse. Au sortir de la plieuse, les surfaces sont ainsi exemptes de toute trace de calamine, ce qui facilite la soudure au point pour l'exécution des assemblages et en augmente la rapidité. Si on les recouvre à ce moment d'un antirouille, les pièces seront définitivement à l'abri de la corrosion et l'entretien des ouvrages s'en trouvera grandement simplifié.

D'après leur promoteur, les procédés Multifer jouiraient d'un autre avantage essentiel pour la sidérurgie belge, en

PONTES MÉTALLIQUES DÉMONTABLES À TABLIER INFÉRIEUR ET POUTRES-MAÎTRESSES EN N DE 3 M. DE HAUTEUR	
PORTÉE POIDS	CONVOI - TYPE COLONIAL AVEC PLATELAGE MÉTALLIQUE SCHEMAS DES POUTRES MAÎTRESSES
45 M 47.820 kg	
42 M 44.380 kg	
39 M 40.940 kg	
36 M 37.500 kg	
33 M ET MOINS 33,350 kg	

FIG. 31. — Caractéristiques des ponts Multiflex démontables à tablier inférieur et poutres maîtresses en N de 3 m de hauteur (train type convoi lourd colonie 1937).

ce sens qu'ils ne soumettent pas le métal aux sollicitations polyaxées se produisant dans certains ouvrages soudés. Ces ouvrages nécessitent un métal doué de propriétés particulières — on les nomme aciers à haute soudabilité — que ne possède pas l'acier Thomas courant. Dans les procédés *Multifer*, au contraire, le métal travaille dans des conditions analogues à celles que l'on rencontre dans les constructions rivées; comme elles, ils s'accommodent donc parfaitement des aciers Thomas belges ordinaires.

La conception des ouvrages à l'aide des anciens profilés de dimensions et de types très divers entraîne pour le lamineur et le constructeur l'obligation de créer et d'entretenir des approvisionnements importants. C'est pour remédier aux inconvénients de ces procédés traditionnels que *Multifer* a élaboré toute une série de programmes réduisant à l'extrême le nombre des profilés, et en créant des éléments préfabriqués dont l'interchangeabilité et la combinaison sont favorables à une standardisation très poussée (halls d'usines, coffrages pour béton, carcasses et panneaux d'habitations, ponts, etc.).

Le recours à ces méthodes s'indique tout naturellement pour les colonies et les régions éloignées des grands centres métallurgiques et industriels, car l'approvisionnement des bandes en bobines est aisé et leur mise en œuvre pour la fabrication des profils peut s'effectuer au fur et à mesure des besoins avec un matériel peu coûteux.

Les profilés *Multifer* ont permis de concevoir plusieurs séries de ponts démontables à caractère provisoire, semi-permanent ou définitif, couvrant une gamme étendue de besoins. Les éléments constitutifs, en nombre restreint, sont, bien entendu, interchangeables et peuvent être utilisés pour renforcer ou allonger des ponts préétablis.

Le platelage peut être réalisé en madriers de bois ou en éléments métalliques en forme de caisson (tôle laminée de 4 mm d'épaisseur en acier mi-dur).

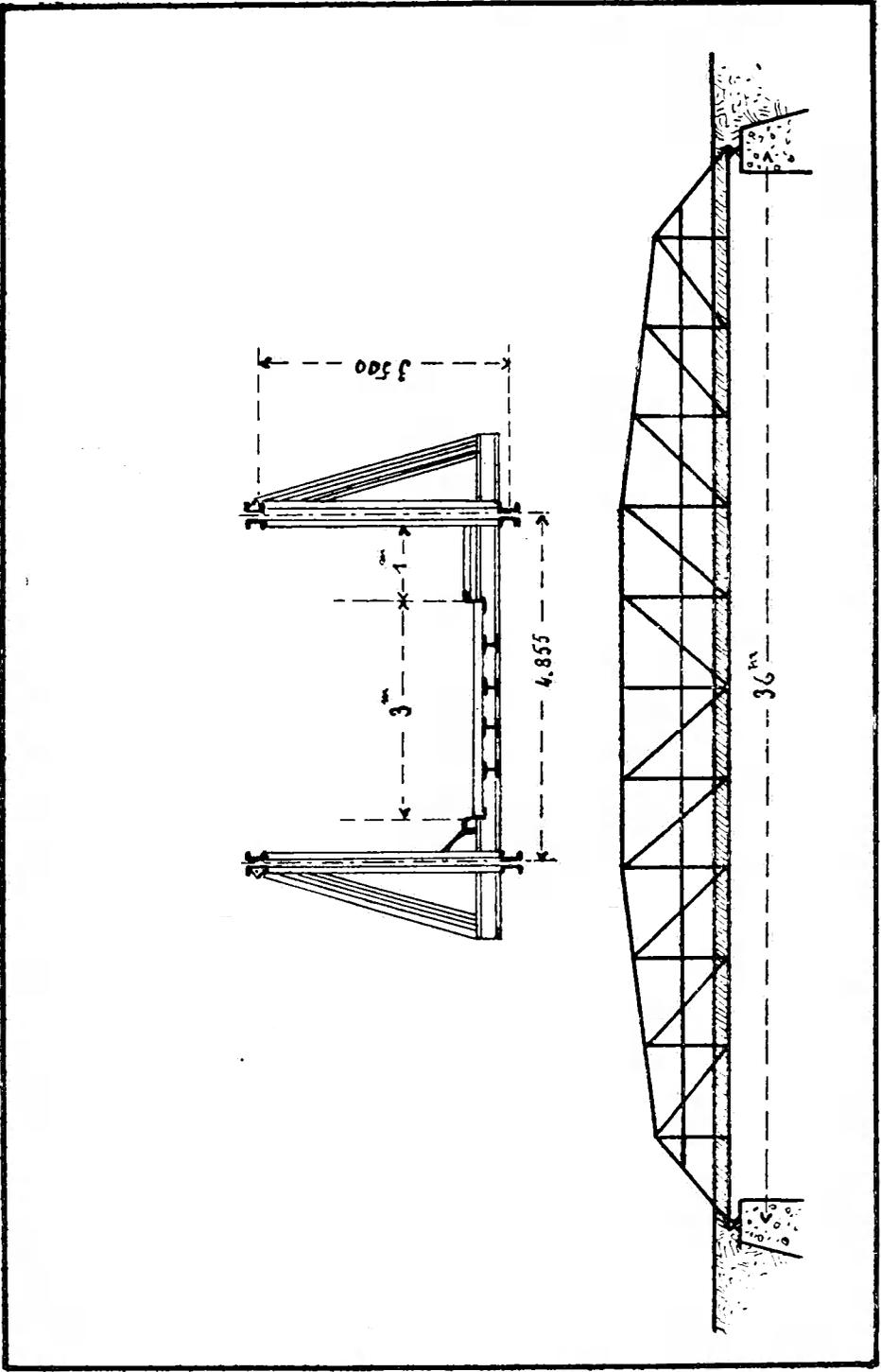


FIG. 32. — Pont Algrain modèle 1947. Vue schématique de la travée de 36 m.

Deux séries de ponts ont été étudiées :

1° Passage supérieur sur poutres-longerons en treillis en V, simple, double, triple ou quadruple;

2° Passage inférieur sur poutres maîtresses en treillis en N.

Les précisions suivantes se rapportent plus spécialement à cette dernière série, avec poutres maîtresses de 3 m de hauteur.

Le profil de base de cette série est le fer U de $210 \times 70 \times 5,25$ mm, obtenu par pliage d'un feuillard de 350 mm. Les limites de portée varient avec le train de charges imposé.

La figure 31 résume les caractéristiques des ponts de cette série calculés pour le train type convoi lourd de la Colonie (1937) avec platelage métallique.

La largeur totale du tablier est de 4^m06 avec chaussée de 2^m85 et deux trottoirs d'environ 0^m61.

Le montage de ces ponts ne comporte aucune sujétion particulière. L'assemblage se fait à rive, en entier ou partiellement, suivant l'espace disponible et en tenant compte du procédé de mise en place que l'on adopte : bigue, support flottant, pont de service.

Le pont, monté avec ses entretoises, admet un porte-à-faux de 36 m dans le cas du type considéré (pont colonial).

Après mise sur appui, on procède à la pose des longrines et du platelage.

A noter que les poutres-longerons de ce pont peuvent être utilisées pour le passage de la voie vicinale.

4. *Ponts Algrain modèle 1947.* — Pour répondre aux conditions nouvelles imposées par le Gouvernement de la Colonie pour assurer le passage des trains Mack, M.P. Algrain — actuellement général — a réétudié son matériel de ponts démontables.

Il en est résulté ce qu'il a appelé le « matériel unifié de ponts-routes modèle 1947 », pour portée maximum de 48 m. Les poids en sont donnés dans le tableau suivant :

Portée en m.	Poids en Kg.			Avant-bec	
	Char- pente	Platelage	Total	Longueur en m.	Poids en Kg
24	19.020	4.840	23.860	15	3.775
27	25.350	7.130	32.480	17	4.340
36	41.502	9.474	50.976	23	6.500
48	70.000	14.740	84.740	29	8.500

La fig. 32 donne une vue schématique de la travée de 36 m de portée. La plus grande hauteur des poutres maîtresses au milieu de la travée est de 3^m50 et la distance d'axe en axe des poutres maîtresses, de 4^m855, ménageant une chaussée de 3 m entre chasse-roues et un trottoir d'un mètre de largeur pour la circulation des piétons.

Le procédé de mise en place est resté par lancement en porte-à-faux, au moyen d'un avant-bec dont la longueur varie avec la portée. Ce procédé supprime la nécessité d'un pont de service et le recours à toute main-d'œuvre spécialisée.

A titre d'information, nous donnons ci-après quelques renseignements sur les *renforcements* qui furent exécutés aux anciens types de ponts Algrain, pour leur permettre de livrer passage, pendant la guerre, aux trains routiers Mack.

La méthode de ces renforcements est due au lieutenant-colonel du Génie R. Hins et a fait l'objet d'un article paru dans le *Courrier d'Afrique*, de Léopoldville, en date du 1^{er} septembre 1944.

Le calcul montre que les maîtresses poutres, les diagonales et les montants peuvent convenir aux convois Mack.

Quant aux pièces de pont, elles furent renforcées en leur donnant un point d'appui supplémentaire au milieu de leur portée. Ce point d'appui fut constitué par une poutrelle de 500 mm de hauteur (P.N. 50) placée dans l'axe du pont et soutenue à une de ses extrémités par la pile ou la culée existante, et, à l'autre extrémité, par un support supplémentaire en rivière (châssis ou pile).

Pour les longerons, les réactions dues au passage des roues des véhicules furent réduites par l'adjonction au-dessous du platelage, au droit des bandes de roulement, de plateaux en bois de 70 × 15 cm de section et de 3 m de longueur, c'est-à-dire prenant appui à leurs extrémités sur les pièces de pont successives.

On établit en même temps de nouveaux chasse-roues en madriers de 15 × 30 cm.

Ce système simple et d'exécution rapide, avec des moyens dont on disposait (poutrelles de 12 m de longueur) et sans avoir à interrompre la circulation sur les ponts, donna entière satisfaction.

Pour l'avenir, une surveillance devra naturellement être exercée afin de s'assurer que les pièces de renfort, et notamment la poutrelle axiale, ne subissent pas de déplacements sous l'action des vibrations.

Une autre solution avait été préconisée; elle consistait à souder électriquement les éléments de renforcement aux profilés existants des ponts Algrain. Elle fut écartée en raison des aléas qu'elle présentait à l'époque.

5. *Ponts sur poutrelles Grey.* — S'inspirant des réalisations obtenues par les armées américaines et britanniques au cours de l'offensive libératrice de 1944-1945, et dont nous avons rendu compte précédemment, on

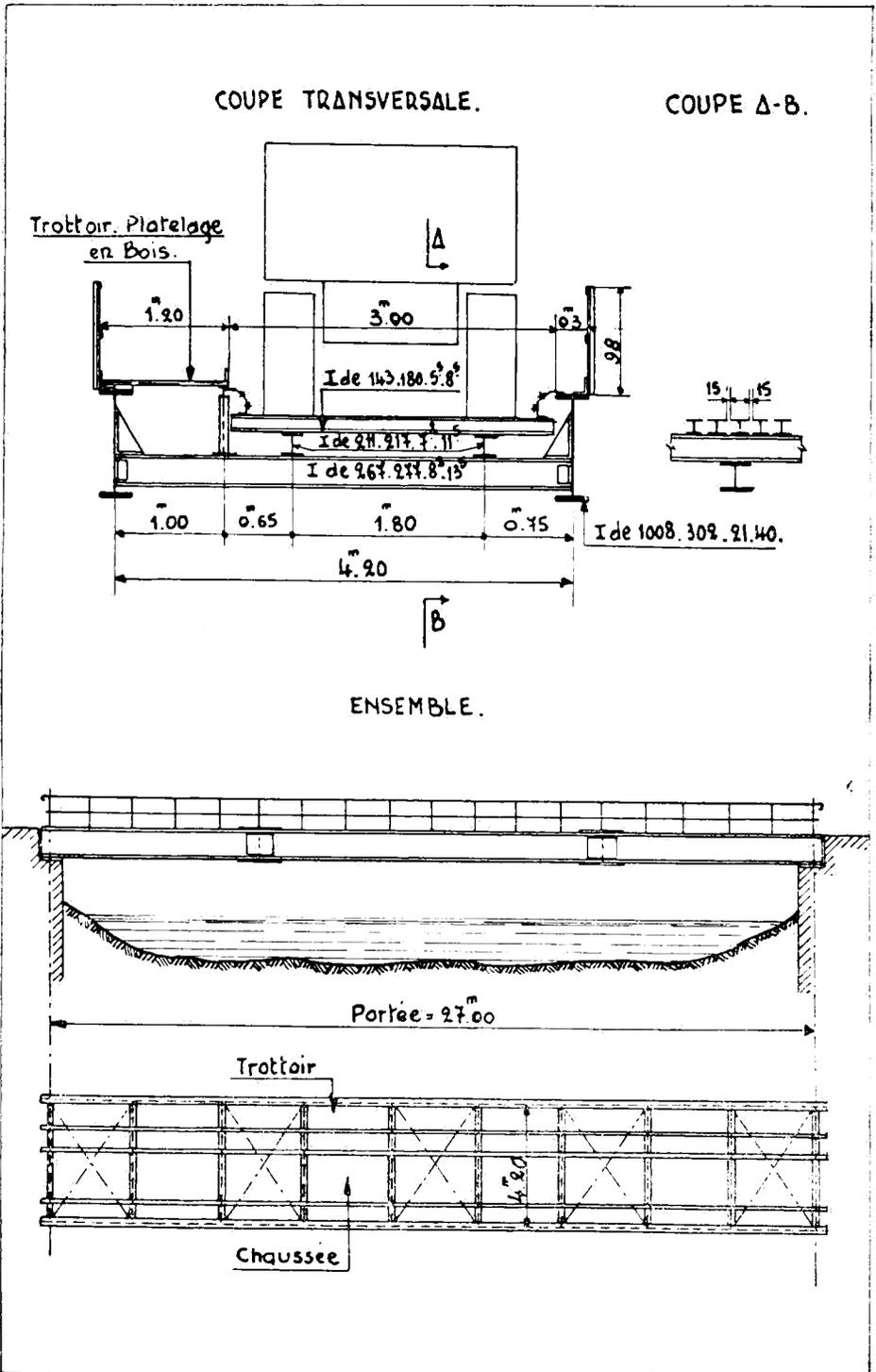


FIG. 33. — Pont colonial standardisé de 27 m de portée en poutrelles Grey, pour trains routiers Mack de 27,7 tonnes.

songea à utiliser également les poutrelles à larges ailes pour l'exécution des ponts-routes coloniaux. Il en est résulté un type colonial standardisé étudié pour supporter en toute sécurité le passage des trains routiers Mack avec remorque, de 10 T. + 6 T. de charge utile.

Le platelage, entièrement métallique, sauf pour les trottoirs, est composé de poutrelles Grey spéciales à larges ailes, de 143×180 , posées transversalement et séparées les unes des autres par des interstices de 15 mm de largeur destinés à augmenter l'adhérence lors du freinage des véhicules. Ce type de platelage est à conseiller dans les régions où l'on ne pourrait exécuter aisément un platelage en béton armé. Mais les ponts coloniaux standardisés en poutrelles Grey ont été étudiés également pour un tel platelage en béton vibré.

Pour les portées de 9 m, 12 m et 15 m, il n'est pas prévu de trottoir, les piétons ayant le temps de sortir de l'ouvrage lorsqu'ils aperçoivent un véhicule.

Pour les ponts de 18 m, 21 m, 24 m et 27 m de portée, un trottoir en bois est prévu; le bois est en effet à préférer, afin d'éviter la circulation des indigènes, pieds nus, sur des tôles surchauffées par le soleil.

L'assemblage sur place est assuré par simple boulonnage.

Le montage des ouvrages de petite ou de moyenne portée s'effectue le plus aisément à l'aide d'avant-becs, éléments que l'on fixe provisoirement à l'extrémité de l'ouvrage préalablement assemblé sur la rive : les ponts de 27 m et 24 m sont montés à l'aide du même type, les ponts de 21 m et 18 m à l'aide d'un deuxième type, et les ponts de 15 m, 12 m et 9 m à l'aide d'un troisième type d'avant-bec.

Pour permettre l'avancement aisé de l'ensemble avant-bec plus pont, il a été prévu des châssis à galets dont le nombre, par type de pont, est fixé dans les ins-

tructions de montage. La figure 33 montre le dispositif d'un pont de ce type pour travée de 27 m.

Les poids indiqués au tableau suivant comportent la totalité des parties métalliques figurant aux plans des ouvrages complets, y compris le platelage :

**Pont colonial standardisé en poutrelles Grey
pour train routier Mack de 27,7 tonnes.**

Portée en mètres	Poids total des charpentes métalliques en kg.	Avant-bec de montage. Poids total en kg.	Châssis à galets.	
			Nombre de pièces	Poids total en kg.
9	7.258	1.150	8	2.000
12	10.400	1.150	8	2.000
15	14.300	1.150	8	2.000
18	24.500	2.700	12	3.000
21	30.900	2.700	12	3.000
24	37.950	4.300	12	3.000
27	44.200	4.300	12	3.000

Les auteurs du système font valoir que les délais de fourniture ainsi que les prix unitaires de ce matériel sont actuellement parmi les plus avantageux du marché, étant donné que les éléments constitutifs sont strictement de série et fabriqués par des laminoirs à très grande capacité.

Ils soulignent également le fait que l'âme et les ailes sont de forte épaisseur et capables, par conséquent, de résister efficacement aux corrosions du climat humide de la cuvette centrale africaine et aux nombreuses manipulations que les pièces doivent supporter avant d'être rendues à destination. Enfin, le supplément de poids par rapport à des systèmes plus légers, nécessitant un usinage beaucoup plus poussé, ne doit pas être considéré comme rédhibitoire, ainsi qu'en fait foi la comparaison suivante, basée sur des adjudications récentes et des prix actuels de transport. On a supposé que les deux matériels en pré-

sence devaient être livrés au Ruanda-Urundi, à 200 km au delà d'Usumbura, afin de mettre l'accent sur le facteur relatif au transport Anvers - destination, avec les nombreux transbordements et ruptures de charges à Matadi, Léopoldville, Stanleyville, Ponthierville, Kindu, Albertville et Usumbura.

Les prix unitaires, fob. Anvers, sont respectivement de 8 et 15 fr./kg pour un pont en poutrelles Grey et pour un pont de même portée et de mêmes caractéristiques, en matériel demandant un ajustage plus poussé en usine, et que nous désignerons par « pont usiné ».

Le fret Anvers-Matadi est de 110 shillings moins 10 % la tonne, soit fr. 0,90 le kg; le tarif interréseaux Matadi-Usumbura est de 12 fr les 10 kg indivisibles, soit fr. 1,20 le kg; enfin, le transport par camion automobile Usumbura-destination est compté à 6 fr la T/km, soit fr. 1,20 sur 200 km.

Dans ces conditions, la comparaison s'établit comme suit, pour un pont de 27 m destiné à livrer passage au train Mack.

	Poids en Kg	Prix fob Anvers		Transport			Prix total	Rapport
		uni-taire	total	Mari-time	Matadi Usum-bura	Usumbu-ra-desti-nation		
Pont Grey (*)	42.500	8	340.000	38.000	51.000	51.000	480.000	100
Pont usiné .	32.500	15	490.000	29.500	39.000	39.000	597.500	124

(*) Il s'agit d'un type de pont différent de celui représenté par la figure 33 : la largeur est de 4^m70, contre 4^m20 pour le type standardisé; de plus, les poutres maîtresses sont en poutrelles Grey DIE, acier S. T. 52.

b) Ponts fixes.

Les types de ponts démontables que nous venons de passer en revue sont basés sur une série de considérations qu'il n'est pas inutile de rappeler :

1° Pour beaucoup de ces ponts, le matériel doit per-

mettre la construction de travées capables d'être posées tant sur des appuis fixes que sur des appuis flottants et, en ce dernier cas, il faut prévoir l'usage de travées portières, afin de ne pas supprimer la navigation sur certains cours d'eau;

2° Le matériel doit permettre la construction de plusieurs espèces d'ouvrages de puissance différente et de portée variable;

3° Le fractionnement du matériel doit conduire à un nombre aussi restreint que possible d'éléments constructifs différents, lesquels doivent être légers, peu encombrants, rigoureusement interchangeables, pour assurer un montage aisé et rapide par une main-d'œuvre non qualifiée;

4° Dans beaucoup de cas, le même matériel doit pouvoir servir non seulement pour les travées, mais encore pour les accès et les appuis (chevalets);

5° Pour les besoins militaires, de même que pour pouvoir récupérer les ponts coloniaux devenus inutiles par suite de modifications dans le tracé des routes, le matériel doit être démontable, les assemblages ne pouvant être réalisés que par broches, agrafes ou boulons, à l'exclusion des rivets et soudures.

Ces conditions ont conduit à des réalisations qui font honneur à l'ingéniosité de leurs auteurs et qui ont rendu et continueront à rendre des services considérables. Mais, malgré des avantages compensateurs, les solutions présentées ne se concilient que rarement avec l'économie que confère à une construction le principe de l'égalité de résistance, et cela est vrai chaque fois qu'une même section transversale de poutre est utilisée en deçà des portées limites pour lesquelles elle a été établie.

Il faut bien reconnaître aussi que certains des principes qui ont guidé les inventeurs des ponts démontables n'offrent plus guère d'intérêt lorsque les conditions d'évolution de la région et de ses habitants les ont rendus super-

fétatoires. Il en est ainsi pour notre Congo, où la plupart des ponts ont leur emplacement définitif et ne doivent par conséquent plus être démontés, et où la population indigène est arrivée à un stade de perfectionnement avancé qui a donné naissance à une main-d'œuvre locale abondante parmi laquelle les éléments de qualité ne constituent plus de rares exceptions. Enfin l'outillage mécanique dont on dispose actuellement en Afrique centrale a rendu parfaitement illusoire le désir de limiter le poids et les dimensions des éléments constructifs dans les limites compatibles avec le portage à dos d'homme...

On ne doit donc pas hésiter à adapter les modes de construction des ouvrages d'art à ces nouvelles possibilités, c'est-à-dire que, par exemple, il ne faudrait pas rejeter à priori l'introduction au Congo de ponts-routes métalliques, comme ceux que l'on voit dans nos pays d'Europe, et qui nécessitent, sur place même, certains tours de mains ou dispositifs de mise en œuvre moins rudimentaires que le simple serrage d'un boulon.

NOUVEAU SYSTÈME BELGE DE POUTRES R-M. — Pour montrer l'économie de matière qu'on peut réaliser dans ce domaine, nous nous proposons d'exposer à l'usage des coloniaux un nouveau type de poutre de pont qui est en ce moment très apprécié des spécialistes et qui a valu récemment à ses auteurs, MM. E. Robert et L. Musette, une haute distinction scientifique.

La poutre de pont R-M est caractérisée par deux innovations essentielles :

1° La suppression des goussets par le décentrement des diagonales (sauf ceux des nœuds d'appuis);

2° L'application à certaines barres, de contraintes initiales (mises en tension) créant dans les membrures un diagramme de moments fléchissants égaux et de signes contraires à celui des moments secondaires maxima dus à la surcharge de service, et dont le résultat est en conséquence de ramener la sollicitation la plus défavorable des

membrures aux seuls efforts normaux maxima qui se produiraient dans le système articulé de même schéma.

Ce nouveau système de poutre a pu être conçu grâce aux méthodes générales de calcul mises au point par les inventeurs. Ces méthodes font l'objet d'un traité (28) pour lequel MM. Robert et Musette se sont vu attribuer le prix Charles Lemaire 1944, décerné par la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique.

Grâce à ces méthodes originales de calcul, les conclusions suivantes ont pu être mises en lumière de la manière la plus formelle :

Dans le cas d'une poutre bowstring, le décentrement nécessaire à l'attache directe des diagonales sur les membrures n'entraîne aucune aggravation appréciable des « moments secondaires » auxquels donnerait lieu le même schéma à diagonales centrées. Dans un cas comme dans l'autre, les moments secondaires sont tels qu'ils aggravent approximativement de 20 % les tensions calculées en tenant compte seulement des efforts normaux du treillis supposé articulé.

Les auteurs ont longuement justifié cette conclusion dans tous les détails d'une analyse complète du système soumis aux diverses sollicitations de service. Mais ils nous permettent de nous en rendre compte sans calculs, en observant ce qui suit :

1° Dans un pont triangulé du type bowstring, les barres de remplissage (diagonales et montants) ont une raideur très nettement inférieure à celle des membrures et très faible en valeur absolue. Pour fixer les idées, dans les systèmes étudiés par les auteurs, la raideur des diagonales et montants est d'environ trente fois moindre que celle des membrures.

2° Il résulte de cette énorme souplesse relative des barres de remplissage, que celles-ci ne sont pratiquement soumises qu'à des efforts longitudinaux purs de tous moments de flexion.

3° En conséquence, dans un bowstring à diagonales et montants, les barres de remplissage se comportent, au point de vue calcul, comme si elles étaient articulées aux extrémités, étant important toutefois de souligner que ce comportement n'implique d'aucune façon que ces barres présentent l'inconvénient qu'on pouvait reprocher aux articulations réelles des anciens ponts.

4° Le décentrement des diagonales revient uniquement à remplacer chaque appui intermédiaire unique d'une poutre continue par trois appuis extrêmement rapprochés.

Les conséquences de ce qu'on vient d'exposer sont les suivantes :

Calculer un bowstring triangulé (à diagonales décentrées ou non) par la méthode simpliste du Crémone et dimensionner les barres pour l'effort normal seulement avec un taux de travail limite R revient au même que de calculer l'ouvrage par une méthode rigoureuse tenant compte des moments « secondaires » et pour un taux de travail de 20 % plus élevé : 1,2 R.

En ce qui concerne plus spécialement le nouveau type de poutre, les auteurs ont développé ce qui vient d'être dit dans une étude complète parue dans le n° 7-8 (juillet-août 1946) de *l'Ossature métallique*.

M. le Prof^r G. Magnel, agissant en qualité d'administrateur-délégué du Bureau Seco (Société Coopérative pour le Contrôle des Constructions), a longuement analysé et commenté les principes et caractéristiques du nouveau système dans un rapport que la revue *l'Ossature métallique* a publié, avec son autorisation, dans le numéro 3-4 (mars-avril 1946).

Les conclusions de ce rapport disent notamment :

« 1° Le système de poutre R-M est calculé selon les hypothèses classiques de la résistance des matériaux et de la stabilité des constructions, sans aucune innovation hasardeuse qui reposerait sur des théories contestables.

» 2° Il est calculé en outre dans le respect de toutes les prescriptions administratives régissant la matière. Les sections sont notamment déterminées de manière que leur taux de travail réel ne dépasse pas le taux réel auquel travaillent en fait les ponts classiques lorsqu'on les calcule par une méthode rigoureuse prenant en compte les moments fléchissants.

En outre, en donnant aux poutres une hauteur suffisante, les auteurs peuvent ne pas dépasser les flèches admises par les règlements usuels.

» 3° Le système est exécuté en profilés traditionnels, assemblés selon la pratique courante de la rivure (ou de la soudure), et dont la mise en œuvre ne comporte aucune sujétion hasardeuse. L'attache directe des diagonales aux membrures et la suppression conséquente des goussets donnent lieu à une sérieuse économie de tonnage, de rivets et de trous de rivets, d'opérations de traçage, etc.

» 4° Les opérations de mise en tension, tout en constituant une nouveauté dans le domaine de la pratique de la construction métallique, se présentent comme parfaitement réalisables avec une précision largement suffisante.

» 5° Ainsi qu'il résulte de métrés établis d'une manière complètement détaillée sur la base de plans d'exécution et vérifiés par le Bureau Seco, l'économie réalisée est la suivante vis-à-vis du système en treillis le plus économique mis en œuvre à ce jour par l'Administration des Ponts et Chaussées de Belgique :

» 23 % sur le poids des maîtresses poutres du type de comparaison, ou encore : les maîtresses poutres du type de comparaison pèsent 30 % de plus que celles du système R-M.

» En valeur absolue, le poids des poutres R-M relatives à un pont de 48^m75 s'élève à 97 tonnes (rivets compris), alors que le poids des mêmes éléments du type de comparaison s'établit à 128 tonnes.

» En conclusion des considérations et résultats qui viennent d'être exposés, et moyennant le respect des conditions stipulées, le Bureau Seco se déclare disposé à patronner de son concours un essai du nouveau système qui consisterait, par exemple, en la reconstruction, selon le type R-M, de l'un de nos ponts détruits.

» Il considère, en effet, que cet essai présente des chances parfaitement normales de succès. En conséquence, il en estime souhaitable la prompte réalisation, étant évident que la consécration définitive du système R-M par un essai concluant se traduirait par la possibilité d'une économie massive dans le programme de reconstruction des ponts belges détruits au cours de la guerre.

» En accordant son patronage à l'essai visé, le Bureau Seco est, une fois de plus, heureux de pouvoir contribuer à promouvoir le progrès dans l'art de construire ».

(s.) G. MAGNEL

Professeur à l'Université de Gand,
Administrateur-délégué du Bureau
« Seco ».

Après avoir pris connaissance, avec la sanction que nous venons de citer, des économies du nouveau système comparativement aux ponts en treillis mis en œuvre en Belgique, nous avons voulu nous rendre compte du bénéfice à escompter dans la Colonie par l'application des procédés de MM. Robert et Musette, et, à cette fin, nous leur avons recommandé, comme type de comparaison, l'important pont-rail de Bukama, exécuté en 1924-1926, sur la voie ferrée de la Compagnie du Chemin de fer du Bas-Congo au Katanga (B.C.K.).

Conçu selon le type Vierendeel, ce pont a pu être, à l'époque susdite, considéré à juste titre comme la solution la plus économique du problème posé à la Compagnie B.C.K. pour le franchissement du Lualaba.

Il se compose de quatre travées de 61^m82 pesant chacune 195 tonnes (tablier compris).

Les conditions du calcul étaient les suivantes :

Taux de travail : **12 kg/mm²** pour les efforts principaux; **14 kg/mm²** pour les efforts secondaires (vent, freinage, température).

Coefficients dynamiques : **1,9** pour longrines et entretoises; **1,14** pour maîtresses poutres.

Train de charges B.C.K.

Dix avant-projets avaient été établis pour comparer les principaux types de poutres. Les deux meilleurs projets furent étudiés complètement, mais les préférences allèrent immédiatement au projet de M. Vierendeel, lequel, proposant des pièces constitutives robustes, simples et peu nombreuses, surclassait nettement l'autre projet : poutre triangulée en V avec triangulation secondaire. Pour les poids et avec des prescriptions de calculs identiques, le projet Vierendeel l'emportait également de loin sur le projet en triangulé : **195 tonnes** contre **205** (avec appareils d'appui, mais sans platelage).

Le pont R-M à diagonales décentrées et moments maxima compensés, dont les auteurs ont bien voulu nous faire l'étude, comporte le tonnage suivant, dans les mêmes conditions de surcharge et de taux de fatigue réels :

	En kg
1. Poutres principales	105.700
2. Tablier : entretoises	16.800
longrines	20.100
3. Contreventement inférieur	5.450
4. Traverses de contreventement supérieur	4.950
5. Appareils d'appui	6.000
	<hr/>
Total.	159.000

Dans ce total, les poutres principales (poste 1) interviennent pour **105,7 tonnes**, les autres éléments pour **53,3 tonnes** (postes 2 à 5).

A supposer que les éléments 2 à 5 du pont Vierendeel

de Bukama donnent lieu au même tonnage que ci-dessus, soit 53,3 tonnes, il en résulte que les poutres principales du type Vierendeel pèsent $192 - 53,3 = 141,7$ tonnes, contre 105,7 tonnes pour les poutres R-M.

En conclusion, les poutres Vierendeel montées à Bukama en 1924 pèsent 34 % de plus que les poutres R-M calculées dans les mêmes conditions. Cette économie considérable mesure le progrès que la technique des ponts a pu accomplir en vingt ans.

Pour devancer une objection qu'on pourrait faire au système R-M quant aux difficultés de réalisation au Congo belge de la mise en tension des diagonales, les auteurs ont calculé un contre-projet limité au seul décentrement des diagonales, sans mise en tension. Dans ces conditions, qui ramènent l'exécution de la poutre R-M à celle d'un treillis ordinaire sans aucune sujétion, les résultats sont les suivants :

	En kg
1. Poutres principales	116.500
2. Tablier : entretoises	16.800
longrines	20.100
3. Contreventement inférieur	5.450
4. Traverses de contreventement supérieur	4.950
5. Appareils d'appui	6.000
Total.	169.800

On vérifie aisément que dans ce cas l'économie reste de 21 % par rapport à la solution Vierendeel de 1924.

Dans ce contre-projet avec diagonales décentrées, mais sans intervention de tensions initiales, les taux de travail B.C.K. ont effectivement été adoptés. Par contre, dans le premier projet faisant intervenir la mise en tension préalable, les taux adoptés ont été de 13,2 et 15,4 kg/mm², soit une majoration de 10 %, justifiée par le fait que dans le calcul du système R-M il est tenu compte des déformations dues aux efforts normaux.

2 MONTANTS EXTREMES 7 MONTANTS MILIEU MEMBRE SUPERIEURE. 4 DIAGONALES MILIEU 3 DIAGONALES EXTRÊMES.



Ame : 300x10
Brides : L 100.100.10
Semelles 230x14



Ame : 300x10
Brides : L 100.100.10



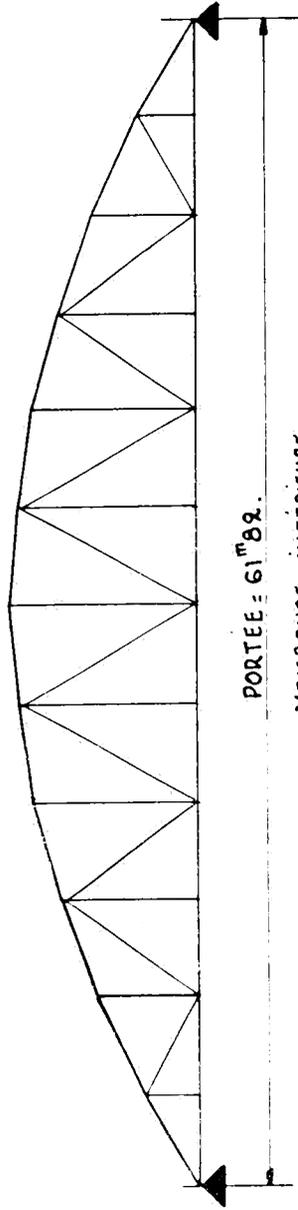
Ame : 500x12
Brides : L 100.100.10
Semelle : 560x10



ε 260.90.10

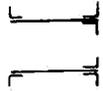


ε 290.80.9.



PORTEE = 61^m82.

MEMBRE INFÉRIEURE



Ame : 600x12
Brides : L 100.100.14.

Fig. 34. — Pont-rail de Bukama. Contre-projet d'une maîtresse poutre R-M. avec décentrement des diagonales, mais sans mise en tension initiale.

La figure 34 représente schématiquement les dimensions d'une maîtresse poutre R-M deuxième méthode : décentrement des diagonales seul, sans mise en tension initiale.

Il semble donc que la poutre R-M puisse être avantageusement utilisée au Congo belge, étant à noter que l'économie de tonnage mise en évidence ci-avant est accrue dans une large mesure par un abaissement notable du prix au kilo résultant de ce qu'une poutre R-M est moins coûteuse d'exécution qu'une poutre Vierendeel.

Il nous est agréable de rappeler ici que nous avons eu l'honneur, les 4 et 5 octobre 1926, étant alors ingénieur-chef du Service des Travaux Publics du Katanga, de procéder pour compte du Gouvernement au contrôle des essais du pont de Bukama. En envoyant au Gouverneur de la Province les procès-verbaux de ceux-ci, nous commentons les résultats dans une note se terminant comme suit :

« Le bel aspect du pont de Bukama et l'impression de robustesse et de légèreté à la fois qui s'en dégage font l'admiration des visiteurs.

» J'ajouterai que le montage, exécuté de façon parfaite, fait honneur au personnel B.C.K.

» Notre pays peut s'enorgueillir d'avoir pu doter sa Colonie d'un ouvrage d'art de cette importance, de conception et de réalisation nationales. »

MM. E. Robert et L. Musette nous ont montré que, depuis 1926, les techniciens belges ne se sont pas montrés indignes de leurs aînés.

III. — CONCLUSIONS.

L'économie congolaise dépend, pour une part importante, d'une politique de transports à bas prix, afin de pouvoir s'accommoder d'un acheminement massif, sur des distances considérables, de produits de faible valeur.

Au cours de la présente étude, nous avons voulu montrer que, pour ce qui concerne le réseau routier, les transports ne peuvent être économiques qu'au moyen de véhicules de grande capacité. De tels véhicules ne sont avantageux que sur des routes où le passage des cours d'eau s'effectue avec sécurité sur des ouvrages fixes et où les bacs et pontons sont réduits au minimum, car leur débit est faible et leur usage non exempt d'aléas.

Nous avons rappelé aussi le magnifique effort de guerre réalisé par nos Congolais en matière de transports, cet effort de guerre moins spectaculaire que la présence sur les champs de bataille et que l'appoint fourni aux Alliés en caoutchouc, copal et oléagineux, en cuivre, étain et minerais stratégiques, mais sans lequel tous les autres efforts n'auraient même pas pu être tentés.

Ce que nous n'avons pas dit, parce que cela tombe sous le sens, c'est que cet effort admirable, généreux et désintéressé — on ne le répétera jamais assez — a dû s'accomplir avec les ressources propres de la Colonie et souvent avec des moyens de fortune et que, pour un certain nombre de réalisations, le bénéfice de cet effort de guerre risque de devenir un handicap pour la période de paix si les mesures indispensables ne sont pas prises en temps opportun pour en conserver le fruit.

Tel est le cas des ponts provisoires établis sous la pression de nécessités immédiates et en ne se montrant pas

trop regardant quant au nombre d'indigènes que l'on devait y affecter.

De ces ponts provisoires, il y en a des centaines et des centaines sur le réseau routier du Congo et du Ruanda-Urundi, et le chiffre de 15.000 m que représenterait leur longueur cumulée a été avancé récemment.

L'entretien de ces ouvrages en bois et leur renouvellement complet à intervalles rapprochés, à cause des termites et de la « pourriture sèche », constituent un fardeau écrasant pour les populations, une charge considérable pour les budgets ordinaires, un souci de tous les jours pour le personnel territorial et celui des Travaux Publics, et... une appréhension continuelle pour tous les usagers.

Le remplacement progressif des ouvrages provisoires sur les routes congolaises et le renforcement des ponts insuffisants sur les axes principaux constituent la tâche gigantesque qui harcèle l'Administration coloniale.

Il appert de la présente communication que les procédés techniques sont nombreux pour obtenir les travées métalliques nécessaires au remplacement des superstructures existantes, en madriers ou en rondins.

Si l'on veut aller vite, nous avons montré qu'on doit tirer parti des stocks américains de l'O.M.A., où des milliers de tonnes de matériel Bailey se déprécient chaque jour un peu plus, alors que leur remise dans le circuit productif de l'outillage économique de la Colonie pourrait s'effectuer sans aucun décaissement pour la Trésorerie Belgique-Congo.

Il faudra, bien entendu, édifier en même temps, en matériaux définitifs, les culées et éventuellement les piles ou supports intermédiaires. Mais dans ce domaine également, la standardisation peut utilement être mise à profit, et nous en avons donné des exemples dans notre étude de 1939 sur le *Réseau routier* (14, a, 137-141).

Pour cela, des crédits « réels » — et non plus « fictifs » — comme pour l'acquisition du matériel Bailey — sont

nécessaires, de même qu'il en faudra pour renforcer les ponts Algrain existants et approvisionner les travées que l'on commandera à l'industrie nationale pour répondre à des besoins particuliers qui ne manqueront pas de surgir dans l'avenir.

A ce point de vue, il conviendra de se mettre d'accord sur la composition du train type des charges roulantes à considérer pendant une période donnée. Le nombre d'années à assigner à cette période doit être suffisant pour qu'on n'ait pas trop rapidement à « renforcer » à nouveau; il ne doit pas être trop long, pour qu'on n'ait pas à immobiliser dès à présent des capitaux dont la rentabilité ne sera assurée que plus tard.

Nous proposons un délai de 15 à 20 ans.

L'avis des transporteurs locaux pourra être recueilli par une Commission à instituer à cet effet et dont les conclusions serviront de base aux commandes futures de matériel. Il va de soi que ces commandes devront être groupées en lots importants, afin d'y intéresser nos grands ateliers de ponts et charpentes et de bénéficier ainsi de prix unitaires réduits en fonction d'une fabrication en série.

En résumé, et par ordre d'urgence, il faut :

1° remplacer le plus grand nombre possible d'ouvrages d'art provisoires par des ponts Bailey « excédentaires », afin de libérer une main-d'œuvre indigène importante employée actuellement en pure perte;

2° remédier progressivement aux inconvénients des bacs et pontons par la construction de ponts définitifs;

3° renforcer sur les axes routiers principaux les ponts existants, pour permettre immédiatement le passage de trains Mack.

4° définir la composition du train de charges type à considérer pendant une période raisonnable. Il est bien entendu que les ponts de l'avenir ne se limiteront pas

à des ouvrages métalliques et que d'autres modes de construction (maçonnerie, béton, béton précontraint, ...) seront appelés en concurrence.

De même, et parallèlement au problème des ponts, il faudra se préoccuper de la route proprement dite et notamment de son revêtement. Nous comptons consacrer une communication ultérieure à cette question.

Mais on peut affirmer dès à présent que pour mener à bonne fin ce vaste programme de mise en valeur du réseau routier congolais on doit envisager des méthodes modernes, qui ne s'accommodent pas du cadre routinier et rigide de l'Administration.

On prête à de hautes personnalités coloniales l'intention d'établir un plan quinquennal pour la mise en valeur de notre domaine africain.

Nous espérons que les considérations émises au cours de la présente communication pourront contribuer à l'élaboration du programme d'un tel plan.

Bruxelles, le 30 mai 1947.

BIBLIOGRAPHIE.

1. L'Acier au service des armées (*L'Ossature Métallique*, Bruxelles, juillet-août 1945, 132).
2. Agenda Dunod (*Travaux publics*, éd. Dunod, Paris, 1945).
3. Aide-Mémoire des Travaux publics, édité par le Service des Travaux publics du Gouvernement général, Impr. « Le Courrier d'Afrique », Léopoldville, 1936.
4. P. ALGRAIN, Monographie des matériels Algrain de ponts, de ponceaux et de platelages métalliques des types militaires et coloniaux (*Mém. I.R.C.B.*, in-8°, Bruxelles, 1944).
5. Bailey Bridge keeps Army rolling over Rivers (*Popular Mechanics*, juillet 1945, 40-41).
6. F. S. BOND, Standard Military Railway Bridges (*The Railway Gazette*, 2 mars, 6 et 20 avril, 18 mai et 8 juin 1945). — Existe en tiré-à-part, *The Railway Gazette*, London, 1946.
7. G. BOUSIN, Les transports congolais pendant la guerre (*Bull. I.R.C.B.*, 1946, 712-729).
8. a. W. G. BOWMAN, American Military Engineering in Europe (extraits de *Engineering News Record*, New-York, décembre 1944 à avril 1945).
b. W. G. BOWMAN, Ninth Army Bridged Albert Canal with spectacular Bailey (*Engineering News Record*, New-York, 24 mai 1945).
9. C. O. BOYSE, The Callender-Hamilton Unit Construction Bridge (*The Institution of Highway Engineers Bulletin*, Londres, mai 1940).
10. Bridging Normandy to Berlin, Printing and Stationary Service, B.A.O.R., London, 1946.
11. a. Butterley Standard-Unit Bridge, The Butterley Company Ltd, Ripley, Derby (Angleterre).
b. Butterley Standard-Unit Bridge (*Mining Journal*, London, 29 juillet 1944, 455-458).
12. a. Callender-Hamilton Bridges, publication n° 206, juillet 1946.
b. Callender-Hamilton Bridges, Repairs to war-damaged bridges in Holland (*Engineering*, Londres, 3 janvier 1947).
13. R. CALMEYER, High level reinforced Bailey Bridge over River Po (*The Journal of the South African Institution of Engineers*, Johannesburg, janvier 1947, 146-163).
14. a. E. DEVROEY, Le Réseau routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi (*Mém. I.R.C.B.*, in-8°, Bruxelles, 1939).
b. E. DEVROEY, Les ponts métalliques, système Algrain (*Bull. I.R.C.B.*, 1943, 507-513).

- c. F. DEVROEY, Le Béton précontraint aux Colonies: Présentation d'un projet de pont démontable en éléments de série préfabriqués (*Mém. I.R.C.B.*, in-8°, Bruxelles, 1944).
15. DORMAN, LONG AND CO LTD, Handbook for Constructional Engineers, Middlesborough (Angleterre), 1924.
16. Encyclopaedia Britannica, 1946.
17. Fabrication of Bailey Bridge Components [*The Welder*, Herts (Angleterre), octobre-décembre 1946, 92-97].
- 17^{bis}. D. A. FIRMAGE, Testing Bailey Bridges to Failure (*Civil Engineering*, New York, avril 1946, 154-156).
18. E. GABER, Sparsame Brückenfahrbahnen aus Holz (*Die Bautechnik*, Berlin, 25 juin 1943, 180-188).
19. a. P. GILLET, Pont sur le fleuve Congo à Bukama (*Bull. techn. de l'Union des Ing. sortis des Ec. spéc. de Louvain*, 15 juin 1927).
b. P. GILLET, Les transports au Congo belge (*Bull. I.R.C.B.*, 1936, 338-362).
20. O. JADOT, Transports sur route au Congo belge (*Bull. I.R.C.B.*, 1938, 153-180).
21. G. JOHANSSON, Soudure des ponts militaires, Svetsaren de Goteborg (Suède), juillet-septembre 1946, 53-63.
22. H. LANG, Étude sur les voûtes de pont (*Annales des Ponts et Chaussées*, Paris, novembre-décembre 1945, 589-627).
23. G. LUMAY, Les Transports routiers et le Ravitaillement en carburant (*Bull. Assoc. pour le Perfectionnement du Matériel colonial*, novembre 1939, 30-35).
24. Manuels militaires :
- a. Operator's and Maintenance Manual Brockway Bridge Pontoon Truck (*War Department Technical Manual*, T.M. 10-1529, Washington, 29 septembre 1942).
- b. Bailey Bridge (*Engineer field notes*, Headquarters European Theatre of operations, Office of the Chief Engineer, E.F.N. 5-277, Londres, 1^{er} décembre 1943).
- c. The Bailey Bridge (*Normal Uses. Military Engineering*, vol. III, part III, The War Office, publication 1123, Londres, 18 mars 1944).
- d. Semi-permanent Highway steel Bridges 30-90 ft spans (*War Department Technical Manual*, T.M. 5-285, Washington, 27 juin 1944).
- e. Highway semi-permanent and Railway Trestle Bridges (*War Department Technical Manual*, T.M. 5-286, Washington, avril 1945).
- f. Light standard and standard Unit steel Trestles (*War Department Technical Manual*, T.M. 5-374, Washington, avril 1945).
- g. Le Pont Bailey (*Manuel du Pontonnier*, t. II, Bruxelles, I.C.M., 1946).
25. Pickaback Bridges, Bridges tank Twaby Ark (*Popular Mechanics*, octobre 1945, 28-29).
26. Les Ponts Bailey (*L'Ossature Métallique*, Bruxelles, janvier-février 1945, p. 30).

27. Les Poutrelles Grey de Differdange au service des Armées alliées, 1944-1945, Hadir, Luxembourg.
 28. E. ROBERT et L. MUSETTE, Le calcul des systèmes hyperstatiques, éd. Desoer, Liège, 1945.
 29. P. RYCKMANS, Messages de guerre, Bruxelles, Larcier, 1945.
 30. E. H. SALMON, Materials and Structures, 2 vol., Longmans, Green and Co. Londres, 1944.
 31. K. SCHAECHTERLE, Vereinheitlichung in Brückenbau. O.T. Brückengeräte (*Die Bautechnik*, Berlin, 24 mars 1944, 41-46).
 32. SOCIÉTÉ DES CHEMINS DE FER VICINAUX DU CONGO, Règlement général et Tarifs des transports, 3 fascicules, Bruxelles, 1947.
 33. A. W. SPOULL, Inspection of Bailey Bridges (*Civil Engineering*, Londres, mars 1947, 130).
 34. a. Standard Specifications for Highway Bridges (adopted by the American Association of the Highway Officials), 4^e édition, Washington, 1944.
b. Standard (British...) Unit Loadings for Railway and Highway Girder Bridges, Londres, 1944.
 35. L. STROUWENS et P. PIROX, Codes et lois au Congo belge, édit. de guerre, Léopoldville, 1945.
 36. FR. STÜSSI, C. F. KOLLBRUNNER et M. MEISTER, Ein neues Kriegsbrückensystem (*Mitt. über Forschung und Konstr. im Stahlbau*, Zürich, mai 1945).
 37. Tank Bridges speeded Victory (*Popular Science*, août 1945, 67).
 38. R. VANDERLINDE, Possibilités de développement des industries secondaires au Congo (*Bull. I.R.C.B.*, 1946, 416-429).
 39. F. VISART DE BOCARMÉ, Étude graphique du prix de revient des transports automobiles (*Annales des Travaux publics de Belgique*, Bruxelles, décembre 1933).
-

LISTE DES FIGURES.

	Pages
FIG. 1. — Trains de charges types définis au Congo belge avant 1937	28
FIG. 2. — Trains de charges types définis au Congo depuis 1937.	30
FIG. 3. — Trains de charges types de la circulaire belge n° 558 des Ponts et Chaussées, en date du 20 mai 1946	36
FIG. 4. — Trains de charges types en usage aux États-Unis (camions)	38
FIG. 5. — Trains de charges types en usage aux États-Unis (tracteurs et semi-tracteurs)	40
FIG. 6. — Trains de charges types en usage en France et en Grande-Bretagne	42
FIG. 7. — Construction, par porte-à-faux, de la travée médiane de 77 m de portée, pour voie ferrée, sur l'IJssel, à Deventer (Hollande) Face	48
FIG. 8. — Pont démontable américain type V, pour trafic routier ou ferroviaire Face	48
FIG. 9. — Une poutre formée de deux poutrelles Grey soudées à larges ailes, pour la reconstruction du pont de Malmédy Face	48
FIG. 10. — Le 9 avril 1945, le premier train traverse le Rhin, sur le pont de Wesel, en poutrelles Grey Face	48
FIG. 11. — Assemblage par boulons d'un nœud du pont Callender-Hamilton Face	48
FIG. 12. — Mise en place d'une travée Callender-Hamilton de 40 m de portée, à Ceylan Face	48
FIG. 13. — Franchissement du canal Albert, le 29 décembre 1944, par les pontonniers de la IX ^e Armée britannique. L'avant-bec du pont Bailey arrive sur une des piles intermédiaires, également en éléments Bailey Face	48
FIG. 14. — Lancement d'une travée de pont Bailey sur le canal Albert, le 29 décembre 1944, au moyen d'un bulldozer Face	48
FIG. 15. — Poutre maîtresse (double double) et trottoir du pont Bailey de Houyet-sur-Lesse Face	48
FIG. 16. — Pont Bailey à Anvers (Luchtbal) pour le passage du train électrique sur le canal Albert. Remarquer la forme spéciale des montants d'extrémité en vue de répartir les sollicitations dues à l'effort tranchant Face	48

	Pages.
FIG. 17. — Pont Bailey (triple double), à Kaulille. Remarquer la signalisation : véhicules à 80 pieds (24 m) d'inter- valle	Face 48
FIG. 18. — Pont Bailey (double triple) pour voie vicinale, à Diest	Face 48
FIG. 19. — Pont Bailey sur le canal Albert, à Wynegem. Platelage en double rangée de madriers croisés	Face 48
FIG. 20. — Ponts Bailey sur le canal Albert à Hérenthals (route d'Oolen)	Face 48
FIG. 21. — Les mêmes ponts Bailey vus de dessous	Face 48
FIG. 22. — Les mêmes ponts. Détail du support intermédiaire (che- valet) en éléments E.S.T.B. (Everall Sectionnal Truss Bridge)	Face 48
FIG. 23. — Capacité portante des différents types de ponts Bailey.	54
FIG. 24. — Moments fléchissants maxima dus au passage du train convoi lourd Colonie 1937, du train Mack et des tanks de 24 à 60 tonnes	56
FIG. 25. — Base de chevalet en pied de chameau	Face 60
FIG. 26. — Pont Bailey sur supports flottants	Face 60
FIG. 27. — Bac de passage (train de navigation) en éléments Bailey	Face 61
FIG. 28. — Véhicule muni d'un derrick hydraulique pour faciliter le chargement, déchargement et montage à pied d'œu- vre des ponts militaires (Erecting bridge truck with hydraulic boom)	Face 61
FIG. 29. — Éléments constitutifs du pont Butterley	65
FIG. 30. — Assemblage du pont Butterley	65
FIG. 31. — Caractéristiques des ponts Multifor démontables à tablier inférieur et poutres-maitresses en X de 3 m de hauteur (train type convoi lourd de la Colonie 1937)	68
FIG. 32. — Pont Algrain modèle 1947. Vue schématique de la travée de 36 m	70
FIG. 33. — Pont colonial standardisé de 27 m de portée en poutrelles Grey, pour trains routiers Mack de 27,7 tonnes	74
FIG. 34. — Pont-rail de Bukama. Contre-projet d'une maitresse poutre R-M, avec décentrement des diagonales, mais sans mise en tension initiale	86

TABLE DES MATIERES.

	Pages.
AVANT-PROPOS	3
I. — <i>Le trafic routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi</i> ...	5
A. Développement et caractéristiques du réseau	5
B. Intensité du trafic et tarifs de transports	8
C. Charges autorisées et taxes	12
D. Le poids lourd, solution de l'avenir	17
E. L'effort de guerre des transports routiers au Congo belge.	23
II. — <i>Les ouvrages d'art</i>	27
A. Trains de charges types	27
B. Types de ponts métalliques	47
a) Ponts démontables	47
1. Ponts militaires	47
2. Ponts Butterley	65
3. Le système Multifer Grisard	66
4. Ponts Algrain modèle 1947	71
5. Ponts sur poutrelles Grey	73
b) Ponts fixes	77
Nouveau système belge de poutres R-M	79
III. — <i>Conclusions</i>	88
BIBLIOGRAPHIE	92
LISTE DES FIGURES	95
TABLE DES MATIÈRES	97

Tome VIII.

HULSTAERT, le R. P. G., *Le mariage des Nkundó* (520 pages, 1 carte, 1938) . . . fr. 200 »

Tome IX.

1. VAN WING, le R. P. J., *Études Bakongo. — II. Religion et Magie* (301 pages, 2 figures, 1 carte, 8 planches, 1938) . . . fr. 120 »
2. TIARKO FOURCHE, J. A. et MORLIGHEM, H., *Les communications des indigènes du Kasai avec les âmes des morts* (78 pages, 1939) . . . fr. 25 »
3. LOTAR, le R. P. L., *La grande Chronique du Bomu* (163 pages, 3 cartes, 1940). fr. 90 »
4. GELDERS, V., *Quelques aspects de l'évolution des Colonies en 1938* (82 pages, 1941) . . . fr. 60 »

Tome X.

1. VANHOVE, J., *Essai de droit coutumier du Ruanda* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1940) (125 pages, 1 carte, 13 planches, 1941) . . . fr. 65 »
2. OLBRECHTS, F. M., *Bijdrage tot de kennis van de Chronologie der Afrikaansche plastiek* (38 blz., X pl., 1941) . . . fr. 30 »
3. DE BEAUCORPS, le R. P. R., *Les Basongo de la Luningu et de la Gobari* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1940) (172 p., 15 pl., 1 carte, 1941) . . . fr. 100 »
4. VAN DER KERKEN, G., *Le Mésolithique et le Néolithique dans le bassin de l'Uele* (118 pages, 5 fig., 1942) . . . fr. 40 »
5. DE BOECK, le R. P. L.-B., *Premières applications de la Géographie linguistique aux langues bantoues* (219 pages, 75 figures, 1 carte hors-texte, 1942) . . . fr. 105 »

Tome XI.

1. MERTENS, le R. P. J., *Les chefs couronnés chez les Ba Kongo orientaux. Etude de régime successoral* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1938) (455 pages, 8 planches, 1942) . . . fr. 200 »
2. GELDERS, V., *Le clan dans la Société indigène. Etude de politique sociale, belge et comparée* (72 pages, 1943) . . . fr. 25 »
3. SOHIER, A., *Le mariage en droit coutumier congolais* (248 pages, 1943). . . fr. 100 »

Tome XII.

1. LAUDE, N., *La Compagnie d'Ostende et son activité coloniale au Bengale* (260 pages, 7 planches et 1 carte hors-texte, 1944) . . . fr. 110 »
2. WAUTERS, A., *La nouvelle politique coloniale* (108 pages, 1945) . . . fr. 65 »
3. JENTGEN, J., *Études sur le droit cambiaire préliminaires à l'introduction au Congo belge d'une législation relative au chèque. — 1^{re} partie : Définition et nature juridique du chèque envisagé dans le cadre de la Loi uniforme issue de la Conférence de Genève de 1931* (200 pages, 1945) . . . fr. 85 »

Tome XIII.

- VAN DER KERKEN, G., *L'Ethnie Mongo :*
1. Vol. I. Première partie : *Histoire, groupements et sous-groupements, origines.* Livre I (XII-504 pages, 1 carte, 3 croquis hors-texte, 1944) . . . fr. 260 »
 2. Vol. I. Première partie. Livres II et III (x-639 pages, 1 carte, 3 croquis et 64 planches hors-texte, 1944) . . . fr. 400 »

Tome XIV.

1. LOTAR, le R. P. L., *La Grande Chronique de l'Uele* (363 pages, 4 cartes, 4 planches hors-texte, 1946) . . . fr. 200 »
2. DE CLEENE, N., *Le Clan matrilineal dans la société indigène. Hier, Aujourd'hui, Demain* (100 pages, 1946) . . . fr. 60 »
3. MOTTOULLE, le Dr L., *Politique sociale de l'Union Minière du Haut-Katanga pour sa main-d'œuvre indigène et ses résultats au cours de vingt années d'application* (68 pages, 1946) . . . fr. 50 »
4. JENTGEN, P., *Les Pouvoirs des Secrétaires Généraux ff. du Ministère des Colonies pendant l'occupation.* (Loi du 10 mai 1940) (82 pages, 1946) . . . fr. 45 »

Tome XV.

1. HEYSE, TH., *Grandes lignes du Régime des terres du Congo belge et du Ruanda-Urundi et leurs applications (1940-1946)* (191 pages, 1947) . . . fr. 110 »

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

Tome I.

1. ROBYS, W., *La colonisation végétale des laves récentes du volcan Rumoka (laves de Kateruzi)* (33 pages, 10 planches, 1 carte, 1932). fr. 30 »
2. DUBOIS, le Dr A., *La lèpre dans la région de Wamba-Pawa (Uele-Nepoko)* (87 pages, 1932) fr. 25 »
3. I.EPLAE, E., *La crise agricole coloniale et les phases du développement de l'agriculture dans le Congo central* (31 pages, 1932) fr. 10 »
4. DE WILDEMAN, E., *Le port suffrutescens de certains végétaux tropicaux dépend de facteurs de l'ambiance!* (51 pages, 2 planches, 1933) fr. 20 »
5. ADRIAENS, L., CASTAGNE, E. et VLASSOV, S., *Contribution à l'étude histologique et chimique du Sterculia Bequaerti De Wild.* (112 p., 2 pl., 28 fig., 1933) fr. 50 »
6. VAN NITSEN, le Dr R., *L'hygiène des travailleurs noirs dans les camps industriels du Haut-Katanga* (248 pages, 4 planches, carte et diagrammes, 1933) fr. 135 »
7. STEYAERT, R. et VRYDAGH, J., *Etude sur une maladie grave du colombier provoquée par les piqûres d'Helopeltis* (55 pages, 32 figures, 1933) fr. 40 »
8. DELEVOY, G., *Contribution à l'étude de la végétation forestière de la vallée de la Lukuga (Katanga septentrional)* (124 p., 5 pl., 2 diagr., 1 carte, 1933) fr. 80 »

Tome II.

1. HAUMAN, L., *Les Lobelia géants des montagnes du Congo belge* (52 pages, 6 figures, 7 planches, 1934) fr. 30 »
2. DE WILDEMAN, E., *Remarques à propos de la forêt équatoriale congolaise* (120 p., 3 cartes hors-texte, 1934) fr. 50 »
3. HENRY, J., *Etude géologique et recherches minières dans la contrée située entre Ponthierville et le lac Kiru* (51 pages, 6 figures, 3 planches, 1934) fr. 35 »
4. DE WILDEMAN, E., *Documents pour l'étude de l'alimentation végétale de l'indigène du Congo belge* (264 pages, 1934) fr. 70 »
5. POLINARD, E., *Constitution géologique de l'Entre-Lulua-Bushimate, du 7^e au 8^e parallèle* (74 pages, 6 planches, 2 cartes, 1934) fr. 45 »

Tome III.

1. LEBRUN, J., *Les espèces congolaises du genre Ficus L.* (79 p., 4 fig., 1934) fr. 24 »
2. SCHWEITZ, le Dr J., *Contribution à l'étude endémologique de la malaria dans la forêt et dans la savane du Congo oriental* (45 pages, 1 carte, 1934) fr. 20 »
3. DE WILDEMAN, E., TROLLI, GRÉGOIRE et OROLOVITCH, *A propos de médicaments indigènes congolais* (127 pages, 1935) fr. 35 »
4. DELEVOY, G. et ROBERT, M., *Le milieu physique du Centre africain méridional et la phytogéographie* (104 pages, 2 cartes, 1935) fr. 35 »
5. I.EPLAE, E., *Les plantations de café au Congo belge. — Leur histoire (1881-1935). — Leur importance actuelle* (248 pages, 12 planches, 1936) fr. 80 »

Tome IV.

1. JADIN, le Dr J., *Les groupes sanguins des Pygmées* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1935) (26 pages, 1935) fr. 15 »
2. JULIEN le Dr P., *Bloedgroeponderzoek der Efé-pygmeeën en der omwonende Negerstammen* (Verhandeling welke in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935 eene eervolle vermelding verwierf) (32 bl., 1935) fr. 15 »
3. VLASSOV, S., *Espèces alimentaires du genre Artocarpus. — 1. L'Artocarpus integrifolia L. ou le Jacquier* (80 pages, 10 planches, 1936) fr. 35 »
4. DE WILDEMAN, E., *Remarques à propos de formes du genre Urugoga L. (Rubiacees). — Afrique occidentale et centrale* (188 pages, 1936) fr. 60 »
5. DE WILDEMAN, E., *Contributions à l'étude des espèces du genre Uapaga BAILL. (Euphorbiacées)* (192 pages, 43 figures, 5 planches, 1936) fr. 70 »

Tome V.

1. DE WILDEMAN, E., *Sur la distribution des saponines dans le règne végétal* (94 pages, 1936) fr. 35 »
2. ZAHLBRUCKNER, A. et HAUMAN, L., *Les lichens des hautes altitudes au Ruwenzori* (31 pages, 5 planches, 1936) fr. 20 »
3. DE WILDEMAN, E., *A propos de plantes contre la lèpre (Crinum sp. Amaryllidacées)* (58 pages, 1937) fr. 20 »
4. HISSETTE, le Dr J., *Onchocercose oculaire* (120 pages, 5 planches, 1937) fr. 50 »
5. DUREN, le Dr A., *Un essai d'étude d'ensemble du paludisme au Congo belge* (86 pages, 4 figures, 2 planches, 1937) fr. 35 »
6. STANER, P. et BOUTIQUE, R., *Matériaux pour les plantes médicinales indigènes du Congo belge* (228 pages, 17 figures, 1937) fr. 80 »

Tome VI.

1. BURGEON, L., *Liste des Coléoptères récoltés au cours de la mission belge au Ruwenzori* (140 pages, 1937) fr. 50 »
2. LEPERSONNE, J., *Les terrasses du fleuve Congo au Stanley-Pool et leurs relations avec celles d'autres régions de la cuvette congolaise* (68 p., 6 fig., 1937) fr. 25 »
3. CASTAGNE, E., *Contribution à l'étude chimique des légumineuses insecticides du Congo belge* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1937) (102 pages, 2 figures, 9 planches, 1938) fr. 90 »
4. DE WILDEMAN, E., *Sur des plantes médicinales ou utiles du Mayumbe (Congo belge), d'après des notes du R. P. Wellens † (1891-1924)* (97 pages, 1938) fr. 35 »
5. ADRIAENS, L., *Le Ricin au Congo belge. — Etude chimique des graines, des huiles et des sous-produits* (206 pages, 11 diagrammes, 12 planches, 1 carte, 1938). fr. 120 »

Tome VII.

1. SCHWETZ, le Dr J., *Recherches sur le paludisme endémique du Bas-Congo et du Kwango* (164 pages, 1 croquis, 1938) fr. 60 »
2. DE WILDEMAN, E., *Dioscorea alimentaires et toxiques* (morphologie et biologie) (262 pages, 1938) fr. 90 »
3. LEMAE, E., *Le palmier à huile en Afrique, son exploitation au Congo belge et en Extrême-Orient* (108 pages, 11 planches, 1939) fr. 60 »

Tome VIII.

1. MICHOT, P., *Etude pétrographique et géologique du Ruwenzori septentrional* (271 pages, 17 figures, 48 planches, 2 cartes, 1938). fr. 170 »
2. BOUCKAERT, J., CASIER, H., et JADIN, J., *Contribution à l'étude du métabolisme du calcium et du phosphore chez les indigènes de l'Afrique centrale* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1938) (25 pages, 1938) fr. 15 »
3. VAN DEN BERGHE, L., *Les schistosomes et les schistosomoses au Congo belge et dans les territoires du Ruanda-Urundi* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1939) (154 pages, 14 figures, 27 planches, 1939) fr. 90 »
4. ADRIAENS, L., *Contribution à l'étude chimique de quelques gommés du Congo belge* (100 pages, 9 figures, 1939) fr. 45 »

Tome IX.

1. POLINARD, E., *La bordure nord du socle granitique dans la région de la Lubi et de la Bushimai* (56 pages, 2 figures, 4 planches, 1939) fr. 35 »
2. VAN RIEL, le Dr J., *Le Service médical de la Compagnie Minière des Grands Lacs Africains et la situation sanitaire de la main-d'œuvre* (58 pages, 5 planches, 1 carte, 1939). fr. 30 »
3. DE WILDEMAN, E., D^{rs} TROLLI, DRICOT, TESSITORE et M. MORTIAUX, *Notes sur des plantes médicinales et alimentaires du Congo belge* (Missions du « Foréami ») (VI-356 pages, 1939) fr. 120 »
4. POLINARD, E., *Les roches alcalines de Chianga (Angola) et les tufs associés* (32 pages, 2 figures, 3 planches, 1939) fr. 25 »
5. ROBERT, M., *Contribution à la morphologie du Katanga; les cycles géographiques et les pénéplaines* (59 pages, 1939). fr. 20 »

Tome X.

1. DE WILDEMAN, E., *De l'origine de certains éléments de la flore du Congo belge et des transformations de cette flore sous l'action de facteurs physiques et biologiques* (365 pages, 1940) fr. 120 »
2. DUBOIS, le Dr A., *La lèpre au Congo belge en 1938* (60 pages 1 carte, 1940). fr. 25 »
3. JADIN, le Dr J., *Les groupes sanguins des Pygmoides et des nègres de la province équatoriale (Congo belge)* (42 pages, 1 diagramme, 3 cartes, 2 pl., 1940). fr. 20 »
4. POLINARD, E., *Het doleriet van den samenloop Sankuru-Bushimai* (42 pages, 3 figures, 1 carte, 5 planches, 1941) fr. 35 »
5. BURGEON, L., *Les Colasposoma et les Euryope du Congo belge* (43 pages, 7 figures, 1941) fr. 20 »
6. PASSAU, G., *Découverte d'un Céphalopode et d'autres traces fossiles dans les terrains anciens de la Province orientale* (14 pages, 2 planches, 1941) fr. 15 »

Tome XI.

1. VAN NITSEN, le Dr R., *Contribution à l'étude de l'enfance noire au Congo belge* (82 pages, 2 diagrammes, 1941) fr. 35 »
2. SCHWETZ, le Dr J., *Recherches sur le Paludisme dans les villages et les camps de la division de Mongwalu des Mines d'or de Kilo (Congo belge)* (75 pages, 1 croquis, 1941) fr. 35 »
3. LEBRUN, J., *Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1937) (184 p., 19 pl., 1941) fr. 160 »
4. RODHAIN, le Dr J., *Étude d'une souche de Trypanosoma Cazalbouii (Vivax)* (38 pages, 1941) fr. 20 »
5. VAN DEN ABEELE, M., *L'Érosion. Problème africain* (30 pages, 2 planches, 1941) fr. 15 »
6. STANER, P., *Les Maladies de l'Hevea au Congo belge* (42 p., 4 pl., 1941) fr. 20 »
7. RESSELER, R., *Recherches sur la calcémie chez les indigènes de l'Afrique centrale* (54 pages, 1941) fr. 30 »
8. VAN DEN BRANDEN, le Dr J.-F., *Le contrôle biologique des Néoarsphénamines (Néo-salvarsan et produits similaires)* (71 pages, 5 planches, 1942) fr. 35 »
9. VAN DEN BRANDEN, le Dr J.-F., *Le contrôle biologique des Glyphénarsines (Tryparsamide, Tryponarsyl, Novatoxyl, Trypotane)* (75 pages, 1942) fr. 35 »

Tome XII.

1. DE WILDEMAN, E., *Le Congo belge possède-t-il des ressources en matières premières pour de la pâte à papier?* (1v-156 pages, 1942) fr. 60 »
2. BASTIN, R., *La biochimie des moisissures (Vue d'ensemble. Application à des souches congolaises d'Aspergillus du groupe « Niger » THOM. et CHURCH.)* (125 pages, 2 diagrammes, 1942) fr. 60 »
3. ADRIAENS, I. et WAGEMANS, G., *Contribution à l'étude chimique des sols salins et de leur végétation au Ruanda-Urundi* (186 pages, 1 figure, 7 pl., 1943) fr. 80 »
4. DE WILDEMAN, E., *Les latex des Euphorbiacées. 1. Considérations générales* (68 pages, 1944) fr. 35 »

Tome XIII.

1. VAN NITSEN, R., *Le pian* (128 pages, 6 planches, 1944) fr. 60 »
2. FALLON, F., *L'éléphant africain* (51 pages, 7 planches, 1944) fr. 35 »
3. DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale. II. Les plantes utiles des genres Aconitum et Hydrocotyle* (86 pages, 1944) fr. 40 »
4. ADRIAENS, L., *Contribution à l'étude de la toxicité du manioc au Congo belge* (mémoire qui a obtenu une mention honorable au concours annuel de 1940) (140 pages, 1945) fr. 80 »
5. DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale. III. Les plantes utiles du genre Strychnos* (105 pages, 1946) fr. 65 »

Tome XIV.

1. SCHWETZ, le Dr J., *Recherches sur les Moustiques dans la Bordure orientale du Congo belge (lac Kivu-lac Albert)* (94 pages, 1 carte hors-texte, 6 croquis, 7 photographies, 1944) fr. 50 »
2. SCHWETZ, le Dr J. et DARTEVELLE, E., *Recherches sur les Mollusques de la Bordure orientale du Congo et sur la Bilharziose intestinale de la plaine de Kasenyi, lac Albert* (77 pages, 1 carte hors-texte, 7 planches, 1944) fr. 40 »
3. SCHWETZ, le Dr J., *Recherches sur le paludisme dans la bordure orientale du Congo belge* (216 pages, 1 carte, 8 croquis et photographies, 1944) fr. 105 »

Tome XV.

1. ADRIAENS, L., *Recherches sur la composition chimique des flacourtiacées à huile chaulmoogrique du Congo belge* (87 pages, 1946) fr. 60 »
2. RESSELER, R., *Het droog-bewaren van microbiologische wezens en hun reactie-producten. De droogtechniek* (63 blz., 1946) fr. 40 »
3. DE WILDEMAN, E., J. Gillet, S. J., et le Jardin d'essais de Kisantu (120 pages, 2 planches, 1946) fr. 75 »
4. DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale. IV. Des Strophanthus et de leur utilisation en médecine* (70 pages, 1946) fr. 45 »
5. DUREN, A., *Les serpents venimeux au Congo belge* (45 pages, 5 planches, 1946) fr. 50 »
6. PASSAU, G., *Gisements sous basalte au Kivu (Congo belge)* (24 pages, 2 croquis, 2 planches hors-texte, 1946) fr. 30 »
7. DUBOIS, le Dr A., *Chimiothérapie des Trypanosomiasés* (169 pages, 1946) fr. 100 »

Tome XVI.

1. POLINARD, E., *Le minéral de manganèse à polianite et hollandite de la haute Lubua* (41 pages, 5 figures, 4 planches hors-texte, 1946) fr. 50 »
2. SCHWETZ, le Dr J., *Sur la classification et la nomenclature des Planorbidae (Planorbinae et Bulminae) de l'Afrique centrale et surtout du Congo belge* (91 pages, 1947) fr. 60 »

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Tome I.

1. FONTAINAS, P., *La force motrice pour les petites entreprises coloniales* (188 pages, 1935) fr. 40 »
2. HELLINCKX, L., *Études sur le Copal-Congo* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1935) (64 pages, 7 figures, 1935) fr. 25 »
3. DEVROEY, E., *Le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganika* (130 pages, 14 figures, 1 planche, 1938) fr. 60 »
4. FONTAINAS, P., *Les exploitations minières de haute montagne au Ruanda-Urundi* (59 pages, 31 figures, 1938) fr. 40 »
5. DEVROEY, E., *Installations sanitaires et épuration des eaux résiduaires au Congo belge* (56 pages, 13 figures, 3 planches, 1939) fr. 40 »
6. DEVROEY, E., et VANDERLINDEN, R., *Le lac Kivu* (76 pages, 51 figures, 1939) fr. 60 »

Tome II.

1. DEVROEY, E., *Le réseau routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi* (218 pages, 62 figures, 2 cartes, 1939) fr. 130 »
2. DEVROEY, E., *Habitations coloniales et conditionnement d'air sous les tropiques* (228 pages, 94 figures, 33 planches, 1940) fr. 200 »
3. LECRAYE, M., *Grands traits de la Géologie et de la Minéralisation aurifère des régions de Kilo et de Moto (Congo belge)* (135 pages, 25 figures, 13 planches, 1940) fr. 70 »

Tome III.

1. SPRONCK, R., *Mesures hydrographiques effectuées dans la région divagante du bief maritime du fleuve Congo. Observation des mouvements des alluvions. Essai de détermination des débits solides* (56 pages, 1941) fr. 35 »
2. BETTE, R., *Aménagement hydro-électrique complet de la Lufira à « Chutes Cornet » par régularisation de la rivière* (33 pages, 10 planches, 1941) fr. 60 »
3. DEVROEY, E., *Le bassin hydrographique congolais, spécialement celui du bief maritime* (172 pages, 6 planches, 4 cartes, 1941) fr. 100 »
4. DEVROEY, E. (avec la collaboration de DE BACKER, E.), *La réglementation sur les constructions au Congo belge* (290 pages, 1942) fr. 90 »

Tome IV.

1. DEVROEY, E., *Le béton précontraint aux Colonies. (Présentation d'un projet de pont démontable en éléments de série préfabriqués* (48 pages, 9 planches hors-texte, 1944) fr. 30 »
2. ALGRAIN, P., *Monographie des Matériels Algrain* (148 pages, 92 figures, 25 planches, 4 diagrammes et 3 tableaux hors-texte, 1944) fr. 130 »
3. ROGER, E., *La pratique du traitement électrochimique des minerais de cuivre du Katanga* (68 pages, 10 planches, 1946) fr. 70 »
4. VAN DE PUTTE, M., *Le Congo belge et la politique de conjoncture* (129 pages, 9 diagrammes, 1946) fr. 80 »
5. DEVROEY, E., *Nouveaux systèmes de ponts métalliques pour les Colonies et leur influence possible sur l'évolution des transports routiers au Congo belge et au Ruanda-Urundi* (97 pages, 12 figures, 12 planches hors-texte, 1947) fr. 100 »

COLLECTION IN-4°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

1. SCHEBESTA, le R. P. P., *Die Bambuti-Pygmäen vom Ituri* (tome I) (1 frontispice, XVIII-440 pages, 16 figures, 11 diagrammes, 32 planches, 1 carte, 1938) fr. 500 »

Tome II.

1. SCHEBESTA, le R. P. P., *Die Bambuti-Pygmäen vom Ituri* (tome II) (XII-284 pages, 189 figures, 5 diagrammes, 25 planches, 1941) fr. 270 »

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MEDICALES

Tome I.

1. ROBYNS, W., <i>Les espèces congolaises du genre Digitaria Hall</i> (52 pages, 6 planches, 1931)	fr. 40 »
2. VANDERYST, le R. P. H., <i>Les roches oolithiques du système schisto-calcaireux dans le Congo occidental</i> (70 pages, 10 figures, 1932)	fr. 40 »
3. VANDERYST, le R. P. H., <i>Introduction à la phytogéographie agrostologique de la province Congo-Kasai. (Les formations et associations)</i> (154 pages, 1932). fr.	65 »
4. SCAËTTA, H., <i>Les famines périodiques dans le Ruanda. — Contribution à l'étude des aspects biologiques du phénomène</i> (42 pages, 1 carte, 12 diagrammes, 10 planches, 1932)	fr. 50 »
5. FONTAINAS, P. et ANSOTTE, M., <i>Perspectives minières de la région comprise entre le Nil, le lac Victoria et la frontière orientale du Congo belge</i> (27 pages, 2 cartes, 1932)	fr. 20 »
6. ROBYNS, W., <i>Les espèces congolaises du genre Panicum L.</i> (80 pages, 5 planches, 1932)	fr. 50 »
7. VANDERYST, le R. P. H., <i>Introduction générale à l'étude agronomique du Haut-Kasai. Les domaines, districts, régions et sous-régions géo-agronomiques du Vicariat apostolique du Haut-Kasai</i> (82 pages, 12 figures 1933)	fr. 50 »

Tome II.

1. THOREAU, J., et DU TRIEU DE TERDONCK, R., <i>Le gîte d'aurantum de Shinkolobwe-Kasoto (Katanga)</i> (70 pages 17 planches, 1933)	fr. 100 »
2. SCAËTTA, H., <i>Les précipitations dans le bassin du Kivu et dans les zones limitrophes du fossé tectonique (Afrique centrale équatoriale). — Communication préliminaire</i> (108 pages, 28 figures, cartes, plans et croquis, 16 diagrammes, 10 planches, 1933)	fr. 120 »
3. VANDERYST le R. P. H., <i>L'élevage extensif du gros bétail par les Banpombos et Baholos du Congo portugais</i> (50 pages, 5 figures, 1933)	fr. 30 »
4. POLINARD, E., <i>Le socle ancien inférieur à la série schisto-calcaire du Bas-Congo. Son étude le long du chemin de fer de Matadi à Léopoldville</i> (116 pages, 7 figures, 8 planches, 1 carte, 1934)	fr. 80 »

Tome III.

SCAËTTA, H., <i>Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil</i> (335 pages, 61 diagrammes, 20 planches, 1 carte, 1934)	fr. 200 »
---	-----------

Tome IV.

1. POLINARD, E., <i>La géographie physique de la région du Lubilash, de la Bushmate et de la Lubi vers le 6^e parallèle Sud</i> (38 pages, 9 figures, 4 planches, 2 cartes, 1935)	fr. 50 »
2. POLINARD, E., <i>Contribution à l'étude des roches éruptives et des schistes cristallins de la région de Bongo</i> (42 pages, 1 carte, 2 planches, 1935)	fr. 30 »
3. POLINARD, E., <i>Constitution géologique et pétrographique des bassins de la Kotto et du M'Bari, dans la région de Bria-Yalinga (Oubangui-Char)</i> (160 pages, 21 figures, 3 cartes, 13 planches, 1935)	fr. 120 »

Tome V.

1. ROBYNS, W., <i>Contribution à l'étude des formations herbeuses du district forestier central du Congo belge</i> (151 pages, 3 figures, 2 cartes, 13 planches, 1936) . fr.	120 »
2. SCAËTTA, H., <i>La genèse climatique des sols montagnards de l'Afrique centrale. — Les formations végétales qui en caractérisent les stades de dégradation</i> (351 pages, 10 planches, 1937)	fr. 225 »

Tome VI.

1. GYSIN, M., <i>Recherches géologiques et pétrographiques dans le Katanga méridional</i> (259 pages, 4 figures, 1 carte, 4 planches, 1937)	fr. 130 »
2. ROBERT, M., <i>Le système du Kundelungu et le système schisto-dolomitique (Première partie)</i> (108 pages, 1940)	fr. 60 »
3. ROBERT, M., <i>Le système du Kundelungu et le système schisto-dolomitique (Deuxième partie)</i> (35 pages, 1 tableau hors-texte, 1941)	fr. 25 »
4. PASSAU, G., <i>La vallée du Lualaba dans la région des Portes d'Enfer</i> (66 pages, 1 figure, 1 planche, 1943)	fr. 50 »

Tome VII.

1. POLINARD, E., *Etude pétrographique de l'entre-Lutua-Lubilash, du parallèle 7°30' S. à la frontière de l'Angola* (120 pages, 1 figure, 2 cartes hors-texte, 1944) . . . fr. 90 »
2. ROBERT, M., *Contribution à la géologie du Katanga. — Le système des Kibaras et le complexe de base* (91 pages, 1 planche, 1 tableau hors-texte, 1944) . . . fr. 65 »
3. PASSAU, G., *Les plus belles pépites extraites des gisements aurifères de la Compagnie minière des Grands Lacs Africains (Province Orientale — Congo belge)* (32 pages, 20 planches hors-texte, 1945) . . . fr. 200 »

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Tome I.

1. MAURY, J., *Triangulation du Katanga* (140 pages, figure, 1930) . . . fr. 50 »
2. ANTHOINE, R., *Traitement des minerais aurifères d'origine filonienne aux mines d'or de Kilo-Moto* (163 pages, 63 croquis, 12 planches, 1933) . . . fr. 150 »
3. MAURY, J., *Triangulation du Congo oriental* (177 pages, 4 fig., 3 pl., 1934) . . . fr. 100 »

Tome II.

1. ANTHOINE, R., *L'amalgamation des minerais à or libre à basse teneur de la mine du mont Tsi* (29 pages, 2 figures, 2 planches, 1936) . . . fr. 30 »
2. MOLLE, A., *Observations magnétiques faites à Elisabethville (Congo belge) pendant l'année internationale polaire* (120 pages, 16 fig., 3 pl., 1936) . . . fr. 90 »
3. DEHALU, M., et PAUWEN, L., *Laboratoire de photogrammétrie de l'Université de Liège. Description, théorie et usage des appareils de prises de vues, du stéréoplanigraphe C₂ et de l'Aéromultiplex Zeiss* (80 pages, 40 fig., 2 planches, 1938) . . . fr. 40 »
4. TONNEAU, R., et CHARPENTIER, J., *Etude de la récupération de l'or et des sables noirs d'un gravier alluvionnaire* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1938) (95 pages, 9 diagrammes, 1 planche, 1939) . . . fr. 70 »
5. MAURY, J., *Triangulation du Bas-Congo* (41 pages, 1 carte, 1939) . . . fr. 30 »

Tome III.

HERMANS, L., *Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la carte magnétique du Congo belge* (avec une introduction par M. Dehalu) :

1. Fascicule préliminaire. — *Aperçu des méthodes et nomenclature des Stations* (88 pages, 9 figures, 15 planches, 1939) . . . fr. 80 »
2. Fascicule I. — *Elisabethville et le Katanga* (15 avril 1934-17 janvier 1935 et 1^{er} octobre 1937-15 janvier 1938) (105 pages, 2 planches, 1941) . . . fr. 100 »
3. Fascicule II. — *Kivu, Ruanda, Région des Parcs Nationaux* (20 janvier 1935-26 avril 1936) (133 pages, 27 figures, 21 planches, 1941) . . . fr. 150 »
4. Fascicule III. — *Région des Mines d'or de Kilo-Moto, Ituri, Haut-Uele* (27 avril-16 octobre 1936) (71 pages, 9 figures, 15 planches, 1939) . . . fr. 80 »
5. HERMANS, L., et MOLLE, A., *Observations magnétiques faites à Elisabethville (Congo belge) pendant les années 1933-1934* (83 pages, 1941) . . . fr. 80 »

Tome IV.

1. ANTHOINE, R., *Les méthodes pratiques d'évaluation des gîtes secondaires aurifères appliquées dans la région de Kilo-Moto (Congo belge)* (218 pages, 56 figures, planches, 1941) . . . fr. 150 »
2. DE GRAND RY, G., *Les graben africains et la recherche du pétrole en Afrique orientale* (77 pages, 4 figures, 1941) . . . fr. 50 »
3. DEHALU, M., *La gravimétrie et les anomalies de la pesanteur en Afrique orientale* (80 pages, 15 figures, 1943) . . . fr. 60 »

Sous presse.

- VAN DER KERKEN, G., *L'Ethnie Mongo* :
Vol. II et III. Deuxième partie : Visions, Représentations et Explications du monde.
- DR PETER SCHUMACHER, M. A., *Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmäen* (in-4°) :
I. Die physische und soziale Umwelt der Kivu-Pygmäen;
II. Die Kivu-Pygmäen.
- DR PETER SCHUMACHER, M. A., *Ruanda-Pygmäen* (in-4°) :
I. *Landeskunde und Geschichte*. — II. *Das Gemeinwesen*. — III. *Das Eingeborenenrecht*. — IV. *Die Wirtschaft*. — V. *Die höhere Welt*.
- SCHWETZ, le Dr J. et DARTEVELLE, E., *Sur l'origine des mollusques thalassoïdes du lac Tanganika* (in-8°).
- SCHWETZ, le Dr J. et DARTEVELLE, E., *Contribution à l'étude de la faune malacologique des grands lacs africains* (1^{re} étude : *Les lacs Albert, Edouard et Kivu*) (in-8°).
- SCHWETZ, le Dr J. et DARTEVELLE, E., *Contribution à l'étude de la faune malacologique des grands lacs africains* (2^e étude : *Le lac Tanganika*) (in-8°).
- SCHWETZ, le Dr J. et DARTEVELLE, E., *Contribution à l'étude de la faune malacologique des grands lacs africains* (3^e étude : *Sur la faune malacologique du lac Moero, principalement d'après les récoltes de L. Stappers et les relations de cette faune avec celle de la rivière Luapula et du lac Bangwelo*) (in-8°).
- † DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. VII. *Sur des espèces du genre Eucalyptus L'HÉRIT.* (en collaboration avec L. PYNAERT) (in-8°).
- † DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. VIII. *Sur des espèces du genre Acacia L.* (en collaboration avec L. PYNAERT) (in-8°).
- † DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. IX. *Sur des espèces du genre Capsicum L. (Solanacées)* (en collaboration avec L. PYNAERT) (in-8°).
- † DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. X. *Quelques espèces des genres Albizzia et Cassia L.* (en collaboration avec L. PYNAERT) (in-8°).
- STAMPERS, L. en WILLEMS, E., de EE. PP., *Tonologische bijdrage tot de studie van het werkwoord in het Tshiluba* (in-8°).
- † DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. XII. *Sur des représentants des genres Dalbergis, Dichrostachys, Dolicos, Flemingia, Loesenera, Lonchocarpus, Mimosa, Parkia, Pentaclethra, Phaseolus, Pongamia, Psoralea, Pterocarpus, Tamarindus, de la famille des Léguminosacées* (en collaboration avec L. PYNAERT) (in-8°).
- † DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. XIII. *Sur des espèces des genres Nerium, Aspidospermum (Apocynacées), Clematis, Lawsonia, Melia, Nymphaea, Plumbago, Smilax, Terminalia, Trichilia, Viola* (en collaboration avec L. PYNAERT) (in-8°).
- † DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. XIV. *Sur des représentants des genres Allangium, Anacardium, Semecarpus, Boerhaavia, Brucea, Bryaphyllum, Caloptropis, Carpolobia, Comméphora, Diospyros, Dipterocarpus, Calophyllum, Clusia, Symphonia, Laphira, Parinarium* (en collaboration avec L. PYNAERT) (in-8°).
- POLINARD, Ed., *Cristaux de cassitérite du Kivu méridional et du Maniema* (in-8°).
- FRASELLE, E., *Introduction à l'étude de l'atmosphère congolaise. La prévision du temps à longue échéance en Afrique équatoriale* (in-8°).
- MALENGREAU, GUY, *Les droits fonciers coutumiers chez les indigènes du Congo belge. Essai d'interprétation juridique* (in-8°).
- DE BOECK, le R. P. L.-B., *Taalkunde en de Talenkwestie in Belgisch-Kongo* (in-8°).
- † DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. XV. *Sur des espèces des genres Adenia, Anagallis, Cedrus, Celastrus, Cyathula, Dieffenbachia, Bambusa, Eleusine, Ica, Leonotis, Abutilon, Hibiscus, Phytolacca, Psorospermum, Rhizophora, Striga et Treculia* (en collaboration avec L. PYNAERT) (in-8°).
- CARRINGTON, le R. P. J. F., *A comparative study of some central african gong-languages* (in-8°).
- SCHIEBESTA, le R. P. P., *Soziologie der Ituri-Bambutu* (in-4°).
- SCHWETZ, le Dr J., *Recherches sur le paludisme endémique et sur le paludisme épidémique dans le Ruanda-Urundi* (in-8°).

BULLETIN DES SÉANCES DE L'INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

	Belgique.	Congo belge.	Union postale universelle.
Abonnement annuel.	fr. 180.—	fr. 210.—	fr. 225.—
Prix par fascicule	fr. 75.—	fr. 90.—	fr. 90.—
Tome I (1929-1930)	608 pages	Tome X (1939)	473 pages
Tome II (1931)	694 »	Tome XI (1940)	598 »
Tome III (1932)	680 »	Tome XII (1941)	592 »
Tome IV (1933)	884 »	Tome XIII (1942)	510 »
Tome V (1934)	733 »	Tome XIV (1943)	632 »
Tome VI (1935)	765 »	Tome XV (1944)	442 »
Tome VII (1936)	626 »	Tome XVI (1945)	708 »
Tome VIII (1937)	895 »	Tome XVII (1946)	1084 »
Tome IX (1938)	871 »		
<i>Table décennale du Bulletin des Séances 1930-1939</i> , par E. DEVROEY			fr. 60 »
<i>Tienjarige inhoudstafel van het Bulletin der Zittingen 1930-1939</i> , door E. DEVROEY			fr. 60 »

M. HAYEZ. Imprimeur de l'Académie royale de Belgique, rue de Louvain, 112, Bruxelles.
(Domicile légal : rue de la Chancellerie, 4)

Made in Belgium