

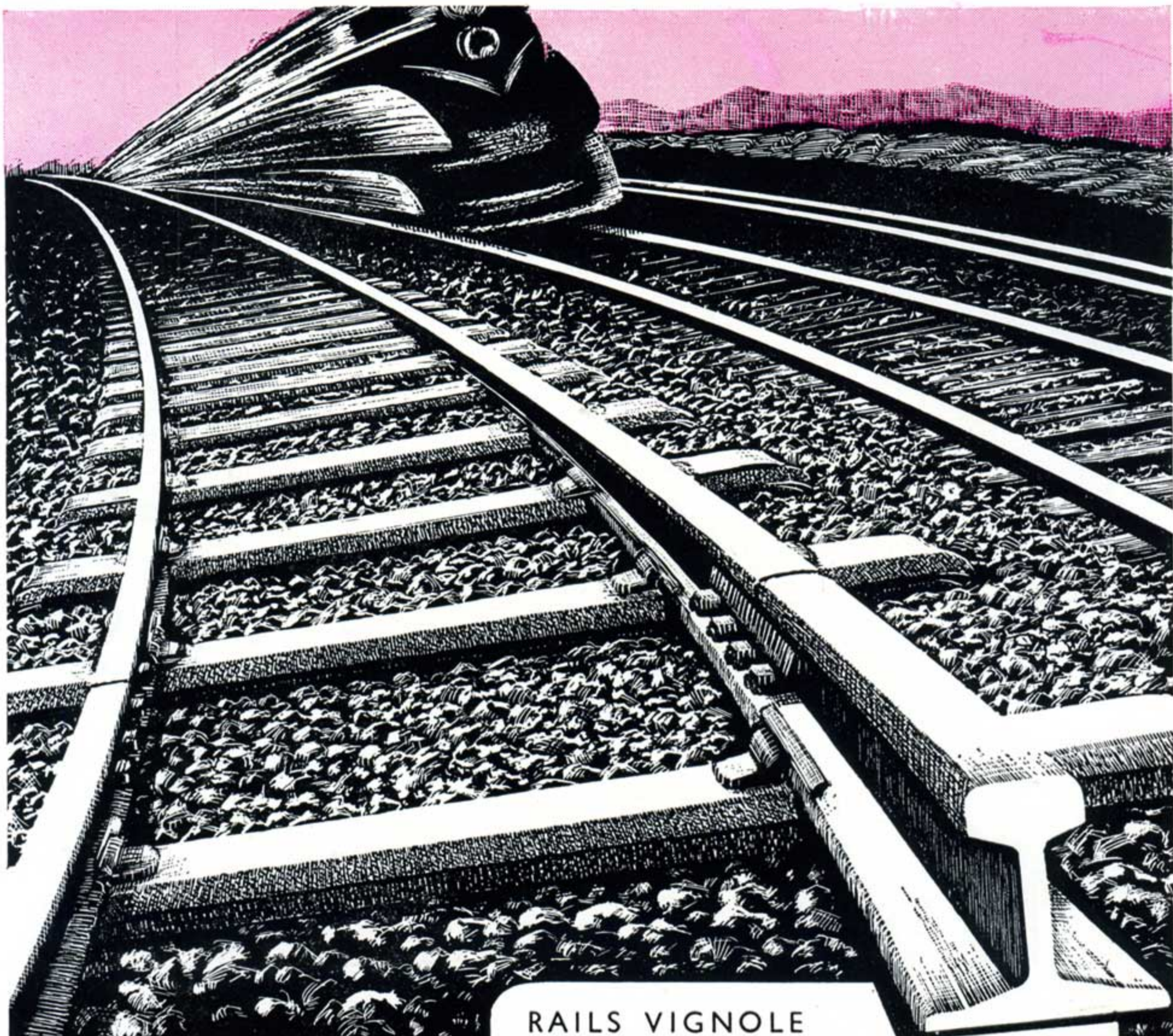


# TRAINS

4<sup>me</sup> ANNÉE  
OCTOBRE 1949

NUMÉRO SPÉCIAL

FRANCS  
BELGES 45,-



**CS**  
**SIDERUR**

RAILS VIGNOLE  
RAILS A GORGE • TRAVERSES  
MÉTALLIQUES • ÉCLISSES • PLAQUES  
D'APPUI • CRAPAUDS • RAILS  
POUR PONTS ROULANTS

SOCIÉTÉ COMMERCIALE  
DE SIDÉRURGIE S. A.

1a, RUE DU BASTION (ELITE HOUSE) BRUXELLES  
TÉLÉPHONES : 12.31.70 (4 lignes) 12.00.53 (3 lignes) C.C.P. 33.79  
TÉLÉGR. : SIDÉRUR-BRUXELLES - REG. COMM. : BRUX. 207.794

ORGANISME DE VENTE DE

SOCIÉTÉ ANONYME D'OUGRÉE-MARIHAYE, à Ougrée  
S. A. MINÈRE ET MÉTALLURGIQUE DE RODANGE, à Rodange (G.-D. LUXEMBOURG)  
S. A. ACIÉRIES ET MINIÈRES DE LA SAMBRE, à Monceau-sur-Sambre  
SOCIÉTÉ ANONYME LAMINOIRS D'ANVERS, à Schoten-lez-Anvers

# SOMMAIRE

## NUMERO SPECIAL

Inauguration de la mise en exploitation électrique  
de la ligne Charleroi-Bruxelles

OCTOBRE 1949

A NOS LECTEURS.

### RAILS DE BELGIQUE :

L'Inauguration de « Bruxelles-Charleroi » . . . . .	1
L'exploitation de la ligne Bruxelles-Charleroi . . . . .	3
Les installations fixes pour l'électrification des lignes de Bruxelles-Midi-Charleroi et de Linkebeek-Anvers-Nord . . . . .	5
Les locomotives électriques BB — 130 Km/h. (3ième série) ou locomotives type 121 . . . . .	25
L'exploitation des lignes électriques . . . . .	30
L'électrification des lignes de Bruxelles-Charleroi et de Linkebeek à Anvers-Nord . . . . .	41



Ce numéro fait partie de la série que nous consacrons en quasi totalité aux grands travaux ferroviaires en cours d'exécution en Belgique, à savoir :

1. L'électrification d'une importante partie du réseau.
2. La Jonction à Bruxelles des stations de Bruxelles-Nord et de Bruxelles-Midi.

# La solution rationnelle...

pour tous vos problèmes de transmissions

Adapter le système de transmission par courroies trapézoïdales aux cas les plus difficiles, constitue une référence...

...et une garantie contre les pannes et arrêts de fabrication, permettant :

Une économie de force Une augmentation de productrice de 15 à 20 % ; production de 10 à 20 % ;

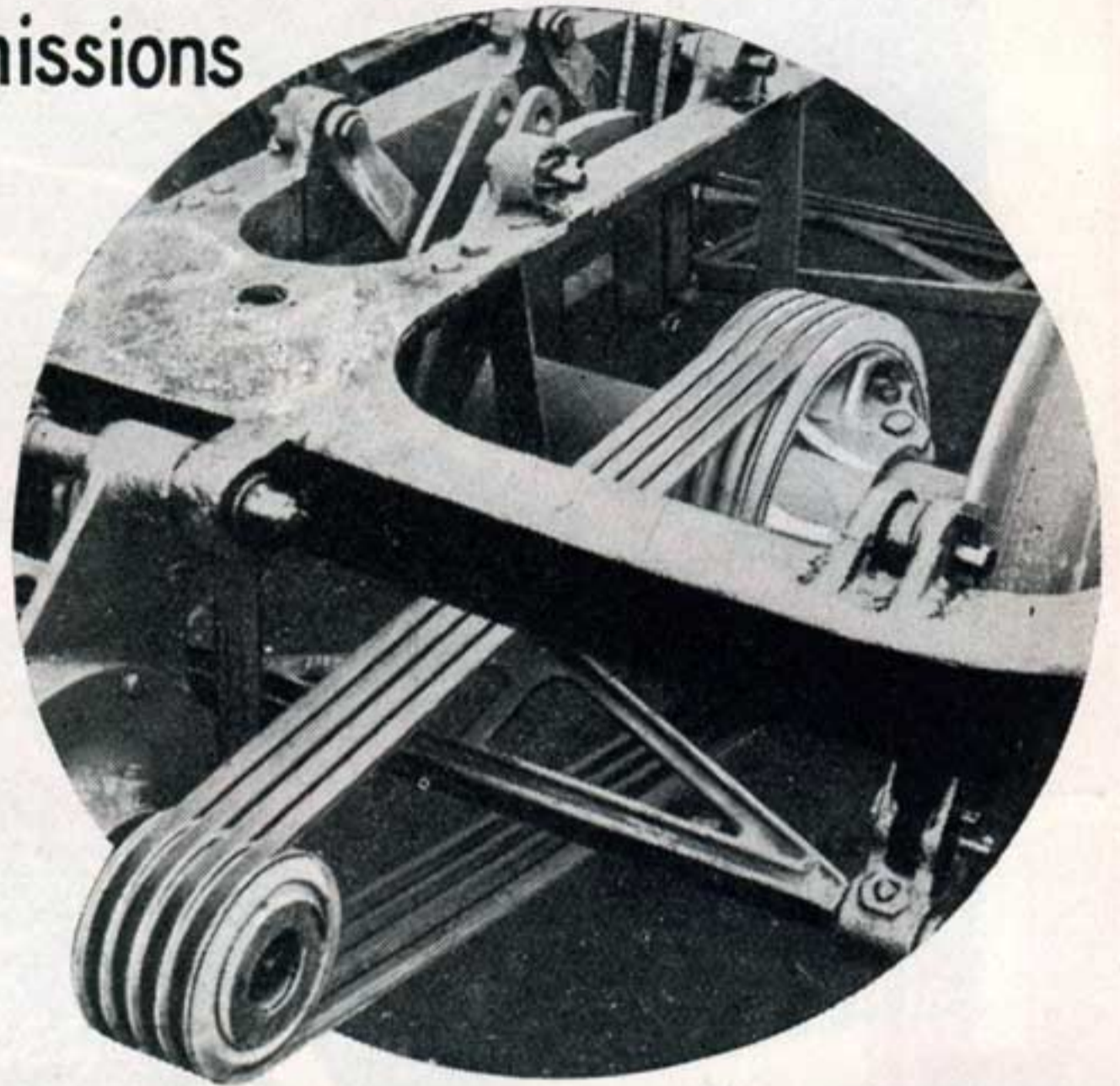
*Agents exclusifs :*

*Etablissements*

**LOUIS REYNEERS**  
**S.A.**

**BRUXELLES**  
**LIEGE**

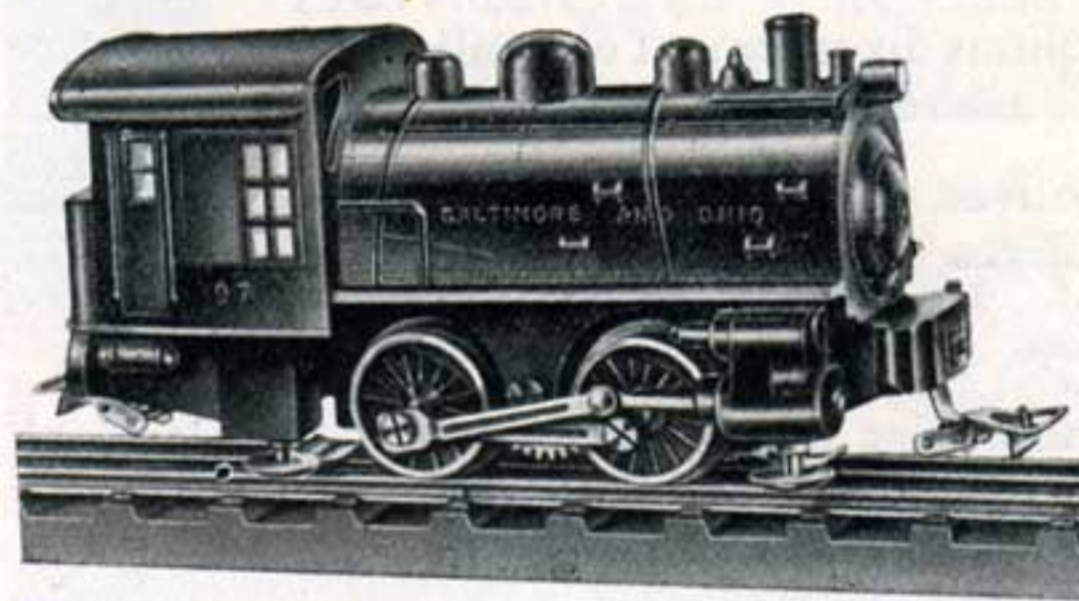
TÉLÉPHONE : 12.66.60 (3 LIGNES)  
: 613.69



**TRANSMISSIONS COLOMBES-TEXROPE**

## « Rivarossi »

Chemin de Fer Miniature à l'Echelle  
Ecart. « 00 » = 16,5 mm.



### TROIS SERIES !

Serie *Normale*      Serie *Standard*  
6-20 V.C. Alternatif      4-12 V.C. Continu

Serie *Constructions ferroviaires*  
4-12 Volts Courant Continu

Modélistes : Devant la forte demande, envoi contre remboursement de toutes pièces séparées et de rechange en écart « 00 » = 16,5 mm.

Roues, bogies, moteurs, carrosseries, châssis, etc.

En vente bientôt chez tous les détaillants spécialisés.

Catalogue de luxe illustré et prix-courant complet 1949 contre 40 fr. en timbres-poste ou au C.C.P. 3744.51 de

*Codaco - Agence Rivarossi*

**CHAUSSÉE DE NINOVE, 1072 - BRUXELLES**

Mettez du bonheur  
dans vos bureaux...



Nous avons spécialement veillé à ce que la nouvelle MARCHANT FIGUREMASTER ne fatigue pas la vue. Les chiffres des viseurs sont 40% plus grands et permettent la lecture facile en alignement pour chacun des trois montants notamment le facteur inscrit au clavier. Signes et chiffres bien dessinés, clairement lisibles, sont moulés dans les touches et ne peuvent être effacés. Aucune zone du clavier ne reste dans l'ombre. MARCHANT est la machine à calculer la plus reposante pour les yeux: elle est aussi la plus productive de

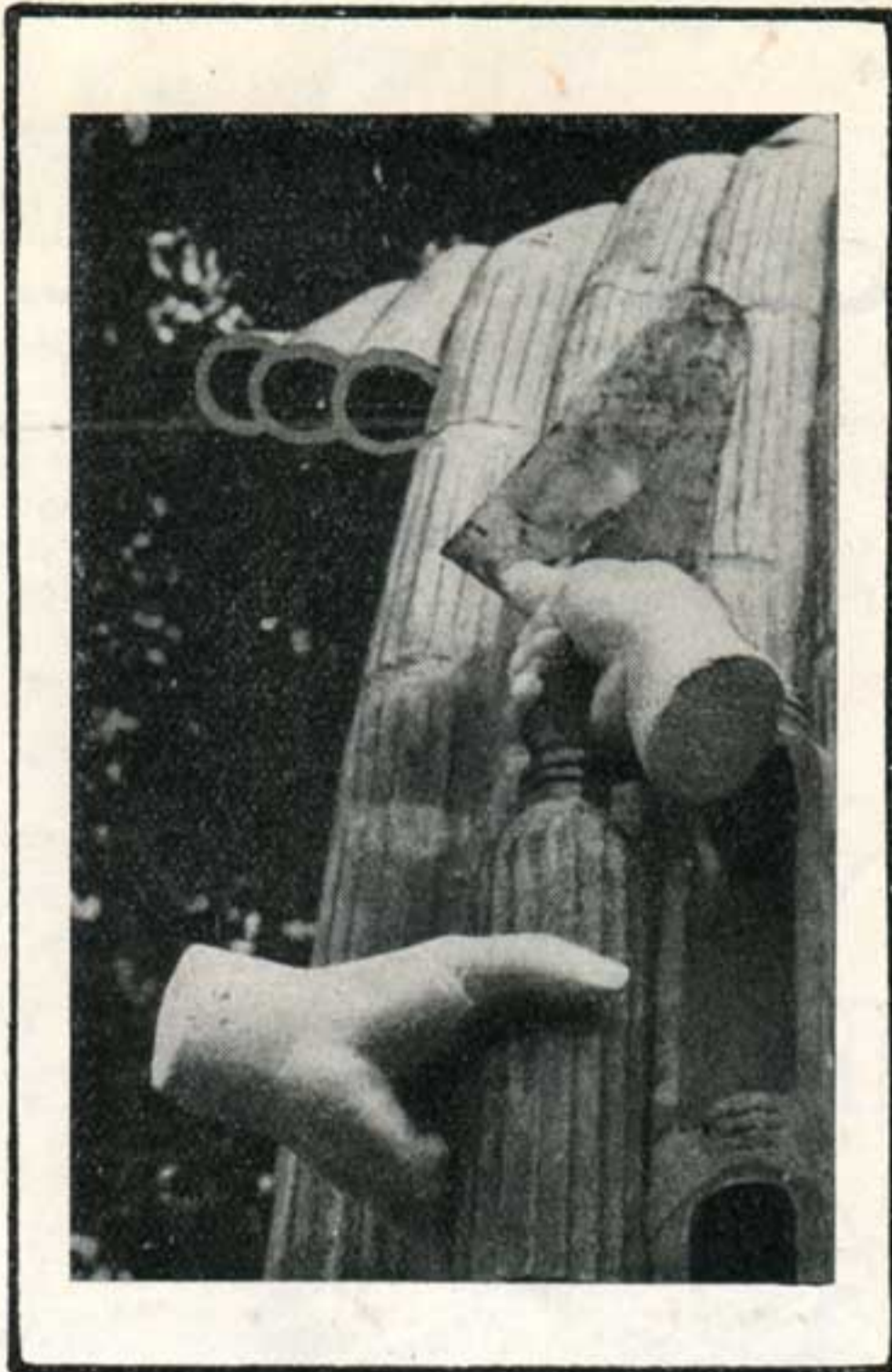
travail rapide, sans effort et rigoureusement exact. La FIGUREMASTER donne d'une manière tangible plus de CPO\* Ceux-ci et 14 autres principaux perfectionnements combinés avec la traditionnelle suprématie de la MARCHANT au point de vue exactitude, contrôle, simplicité, vitesse et silence font de la FIGUREMASTER la machine à calculer la plus appréciée.

\* Calculations par opérateur

MARCHANT  Figuremaster

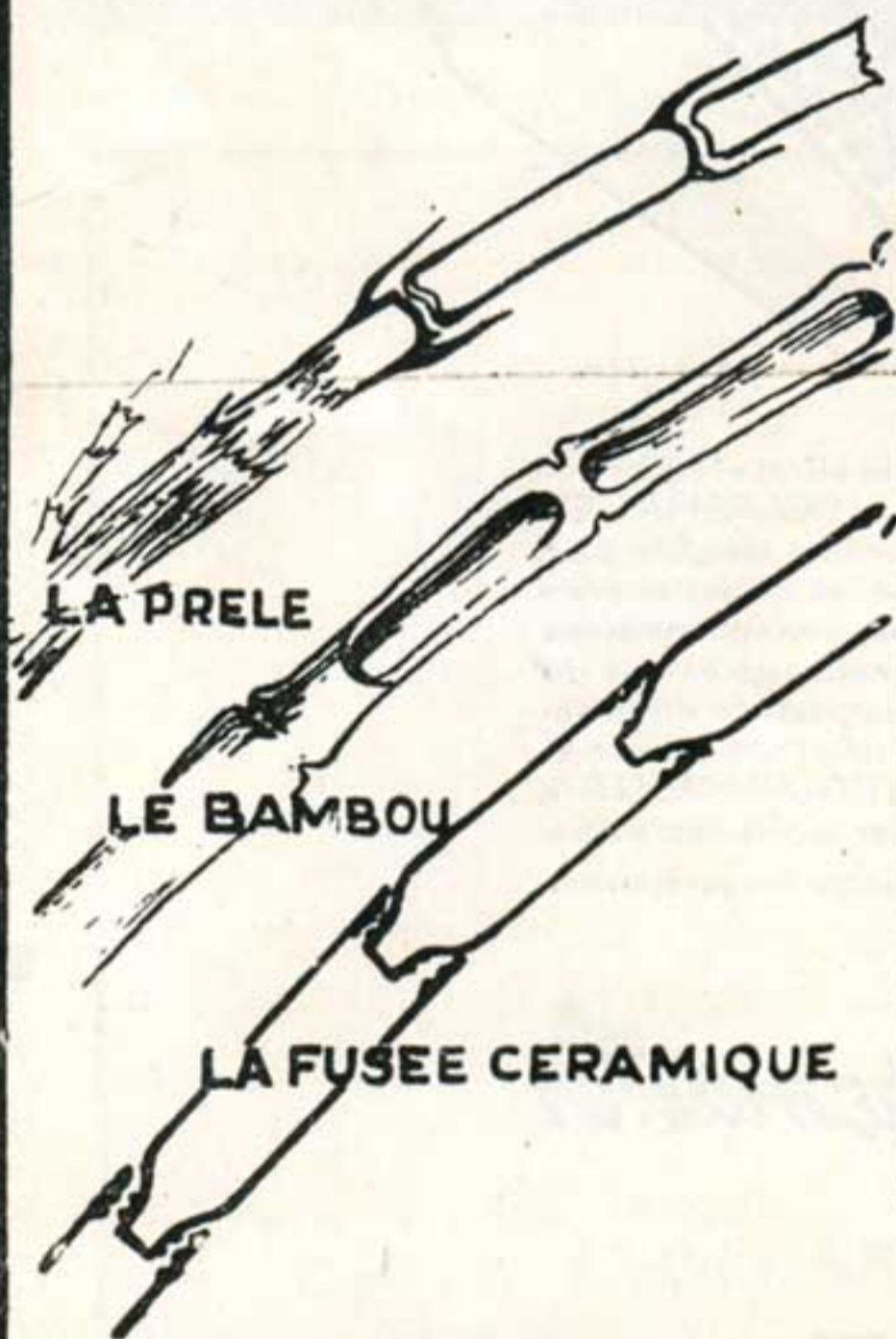
Etablissements **PORTELANGE** S. A.

36, AVENUE DES ARTS - BRUXELLES  
TEL. 125.125  
7, RUE DE L'ACADEMIE - LIEGE  
TEL. 159.00



LA FUSEE CERAMIQUE

Une  
**Technique**  
 nouvelle!



AU SERVICE DES CHEMINS DE FER

## LA FUSÉE CÉRAMIQUE

permettra la construction  
 rapide et économique de :

GARES  
 HANGARS ET HALLES  
 ABRIS DE QUAIS

PONTS et PONCEAUX  
 PASSAGES SOUTERRAINS  
 GALERIES COUVERTES, EGOUTS, etc.

A TEMPS NOUVEAUX  
 TECHNIQUES NOUVELLES!

# LA FUSEE CERAMIQUE BELGE S.A.

33 RUE DE W'JNANTS

BRUXELLES

- Derrière le Palais de Justice -

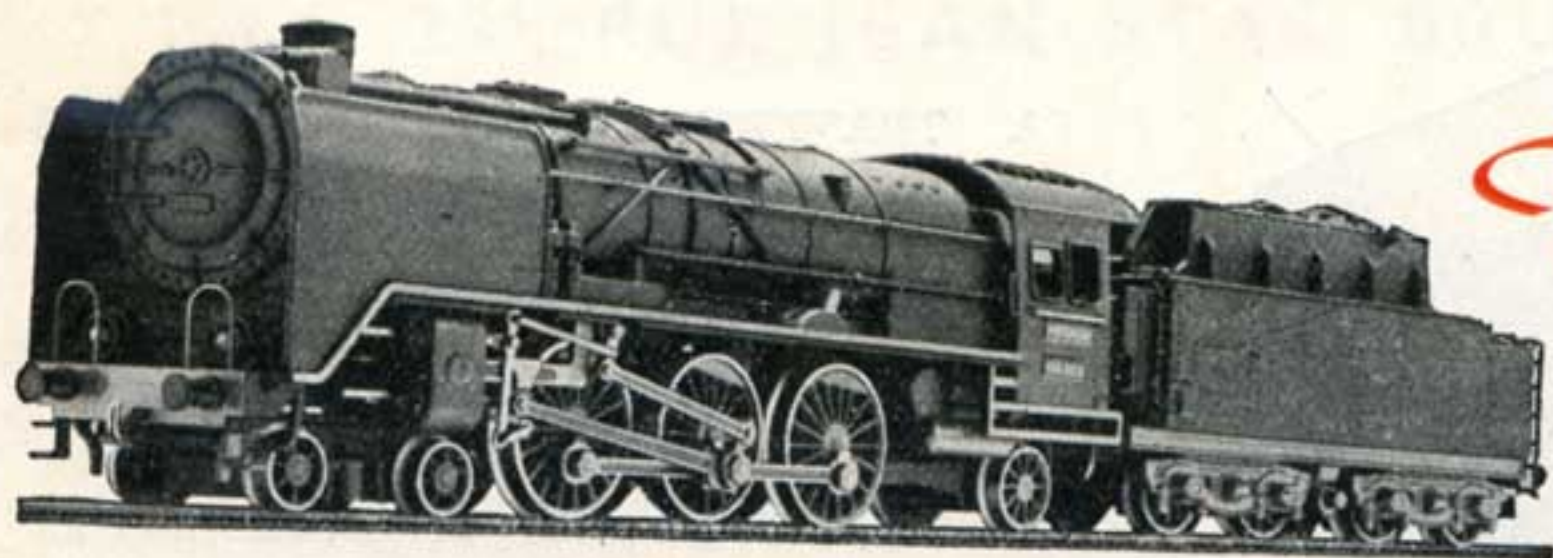
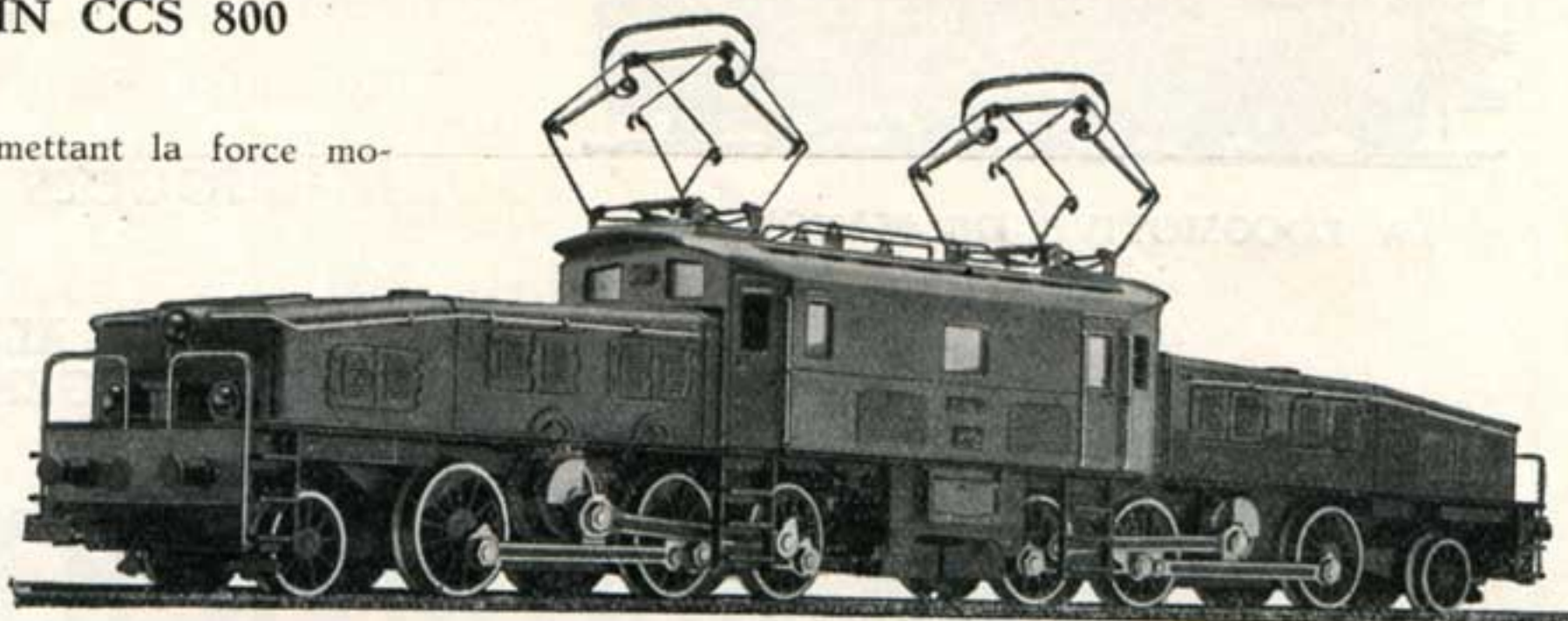
Tel. 11.31.05

Amateurs de trains

# MÄRKLIN

## SUPER-MODELE MARKLIN CCS 800

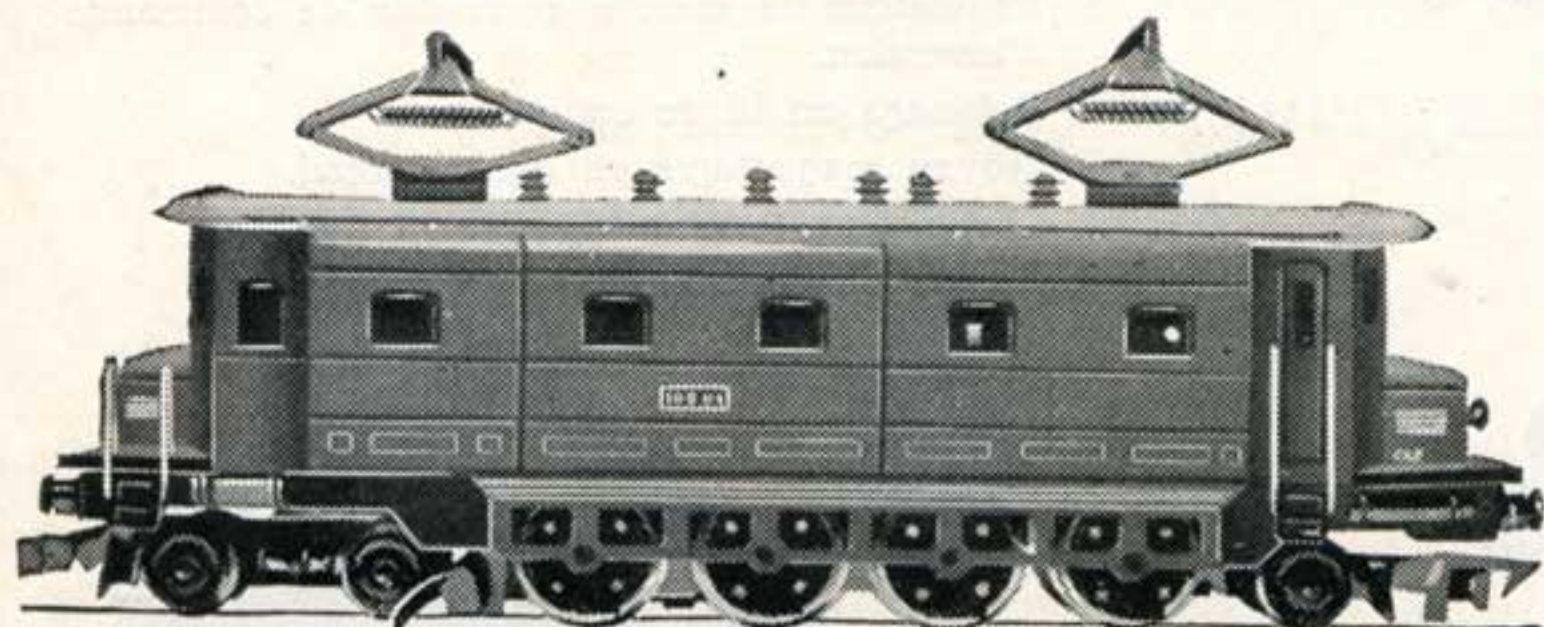
- Construction en 3 parties articulées.
  - Moteur de conception nouvelle transmettant la force motrice sur toutes les roues.
  - Commande à distance de la direction.
  - Changement automatique des phares.
  - Commutateur pour prise par frotteurs ou par pantographes.
- Longueur : 266 mm. — Poids : 1.200 gr.



## SUPER-MODELE MARKLIN HR 800

Reproduction d'une locomotive pour rapides. Moteur renforcé par démultiplication. — Longueur : 288 mm. — Poids : 800 gr.

Utilisez toujours le nouveau transformateur Märklin-Super



LA MAISON

*Uve A. Lasserer*

Place Guillaume  
Luxembourg

vous présente les nouveautés pour TRAINS 00. Notre rayon de jouets est le plus important de la région. Tous les accessoires sont en stock, tels que : rails, aiguilles, croisements, signaux, lignes aériennes, ponts, barrières, lampes, grues, plaques tournantes.

ainsi que les fameux

*Trains Suisses*



Locomotive de précision Ae 4/7 pour système de voies à 2 rails avec ligne aérienne. — Gravi des rampes de 12 %.  
Longueur : 188 mm. — Poids : 800 gr.

ORIGINAL *Dux-Kino*, LE CINEMA POUR LES PETITS  
30 FILMS DIFFERENTS, FONCTIONNE SUR PILE DE POCHE

LES BOITES DE CONSTRUCTION  
NOUVEAUTE: BOITES D'ENGRENAGES

# MECCANO



LA LOCOMOTIVE DE MANOEUVRE  
IDEALE

3 essieux moteurs (TP 800)  
à marche extrêmement graduée et à grande  
puissance de traction.

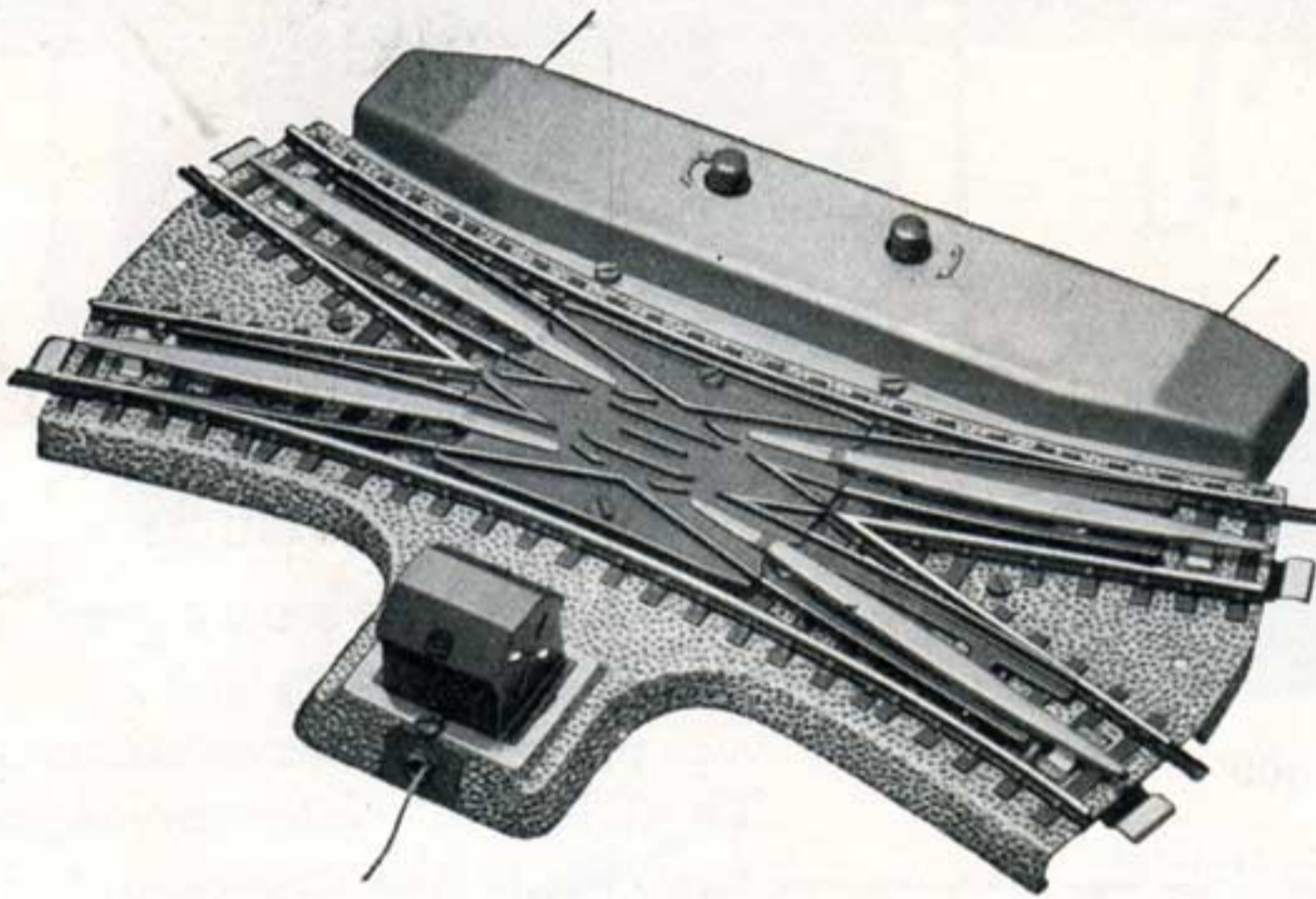
# Gebr. MARKLIN C<sup>ie</sup>

G.M.B.H.

★  
Jouets fins en métal

★  
ALLEMAGNE  
GOPPINGEN — WURTEMBERG

★  
Nouveautés en écartement 00-/16,5 mm.

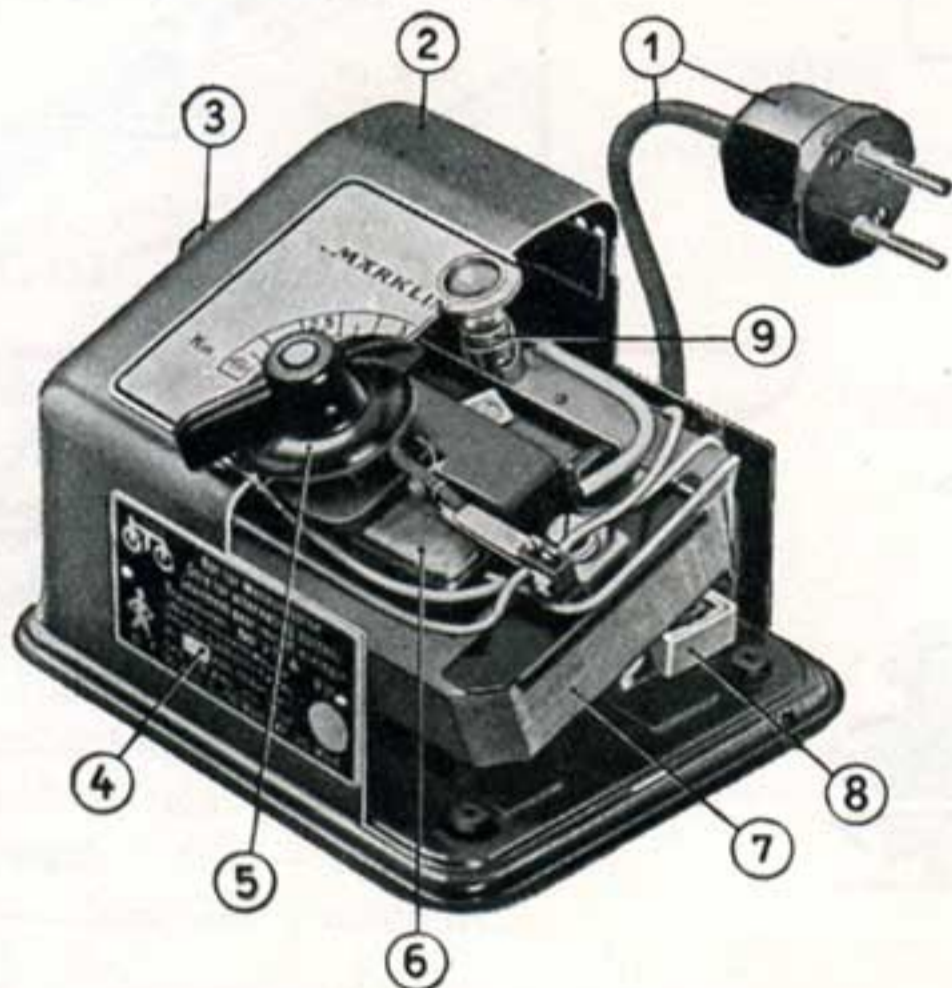


LA TRAVERSEE - JONCTION DOUBLE  
(3.600 DKW)

à mécanisme électromagnétique puissant. — Ces  
aiguilles sont talonnables et reprennent après le  
passage de véhicules leurs positions premières. —  
C'est l'appareil qui permet de résoudre tous les  
problèmes de liaison des voies entre elles. —  
Peut être commandé électriquement à distance  
ou manœuvré à la main.

## LE NOUVEAU TRANSFORMATEUR COMBINE MARKLIN-SUPER (280A)

Combiné avec un gradateur de vitesse et la commande de l'inverseur à distance. — Le disjoncteur automatique  
thermique est signalé par une lampe rouge de contrôle.



1. Câble et prise de courant.
2. Carcasse en acier embouti.
3. Ventilation du bloc transformateur.
4. Plaque indicatrice de tension.
5. Régulateur de marche et bouton de commande d'inversion.
6. Bobinage en fil de cuivre.
7. Noyau magnétique en acier spécial.
8. Disjoncteur thermique.
9. Lampe de contrôle.

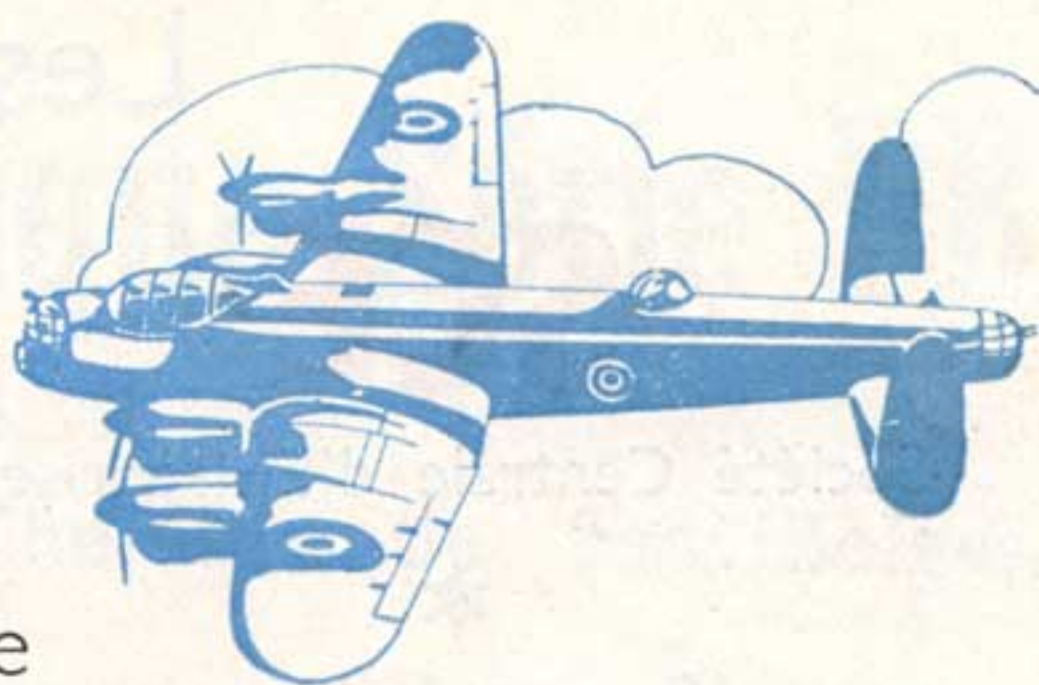


LA SECURITE ABSOLUMENT ASSUREE PAR  
L'EMPLOI DU TRANSFORMATEUR 280 A.



# Pour

les laboratoires  
les bureaux d'études  
les foires et expositions  
l'enseignement technique  
les architectes et les urbanistes  
les musées



## CHEMIN DE FER-AVIATION-MARINE

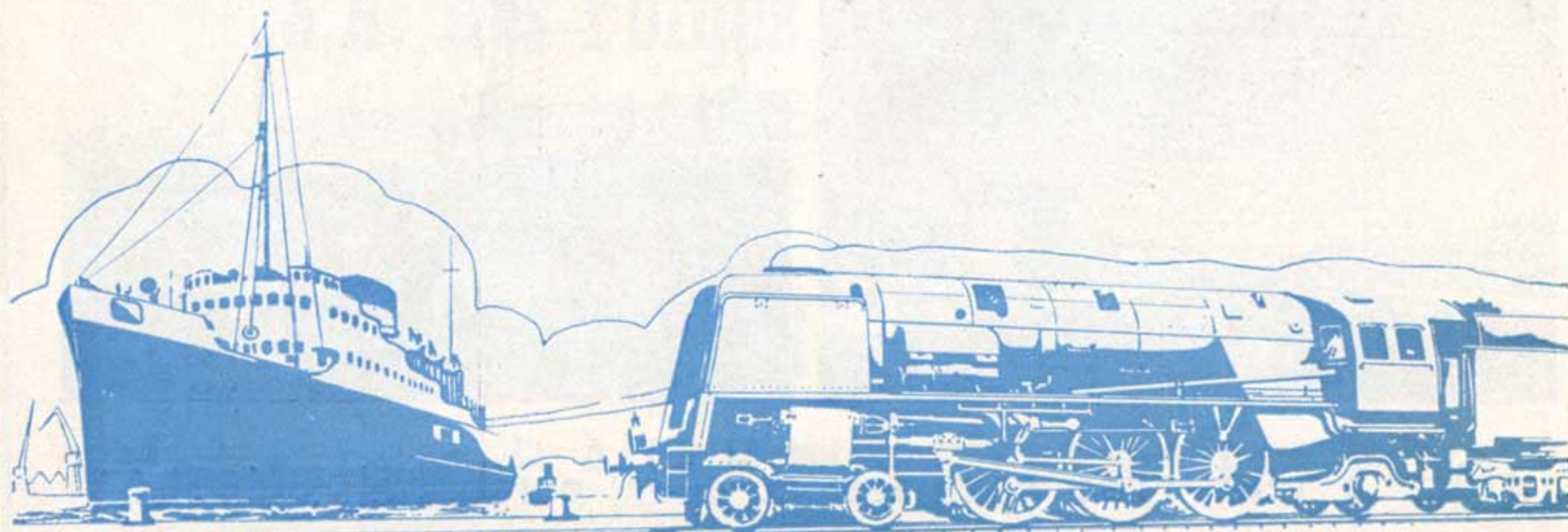
S. P. L. - 29<sup>A</sup>, RUE JEAN STAS, BRUXELLES - Tél. 38.04.51

### EXECUTE

les modèles à l'échelle (fixes et mobiles)  
les stands complets  
les panneaux publicitaires  
les dioramas  
les tableaux didactiques  
les plans et schémas animés  
les tableaux lumineux  
les maquettes techniques  
les reconstitutions historiques  
les cartes en relief

### EDITE

de nombreux ouvrages de vulgarisation  
ferroviaire



# Les Sociétés

## SCE

Société Centrale d'Entreprises



10, rue Lebeau

Tél. : 11.12.67 - 12 14.47 - 12.36,46

**BRUXELLES**



## AUXELTRA

Société auxiliaire d'électrification  
et de travaux

30, rue de l'Association

Tél. : 17.27.72 - 18.35.91 - 18.38.79

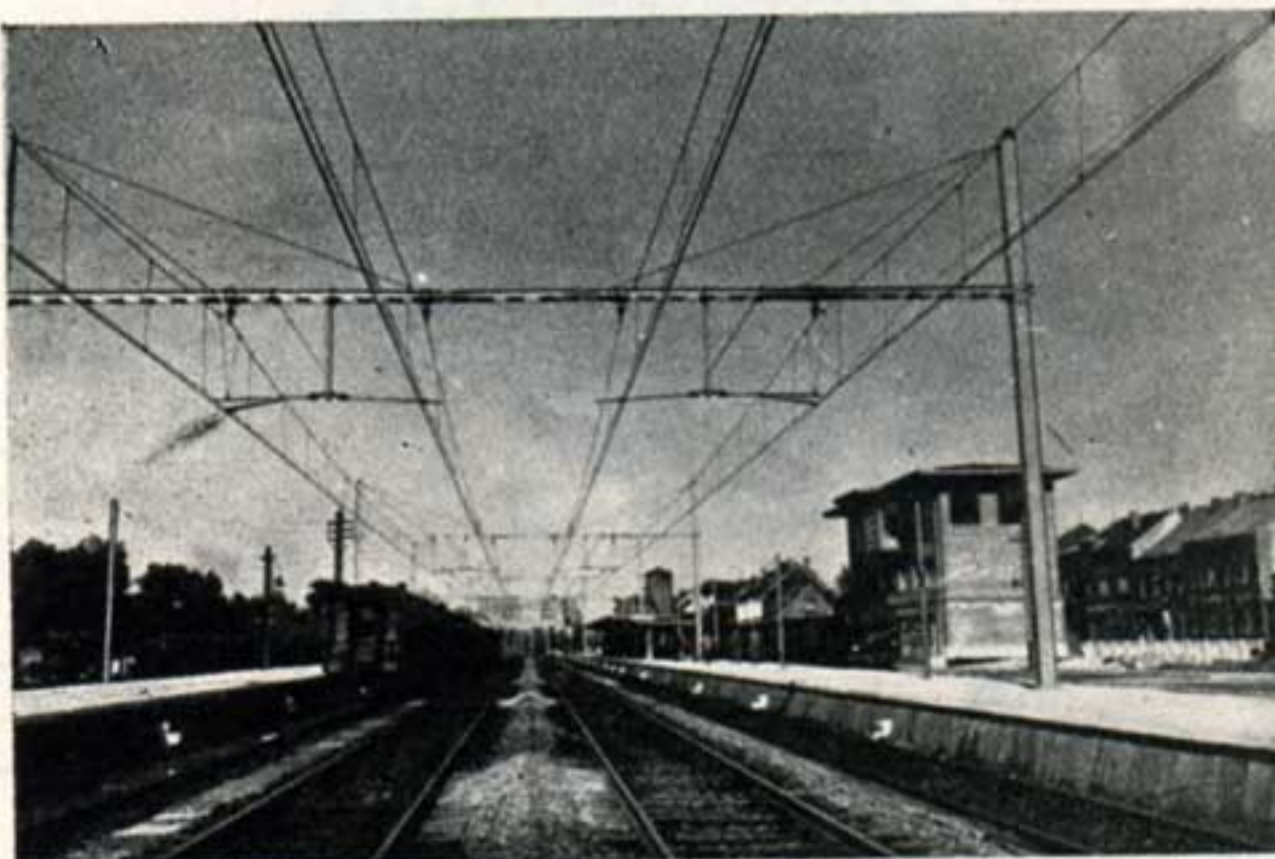
13, de la Presse

Tél. : 17.63 21 - 22 - 23

**BRUXELLES**

Ont exécuté **l'équipement électrique**  
(fondations, supports, fils)  
des lignes

**BRUXELLES-ANVERS et BRUXELLES-CHARLEROI**



grâce à leur gros outillage et leur personnel spécialisé

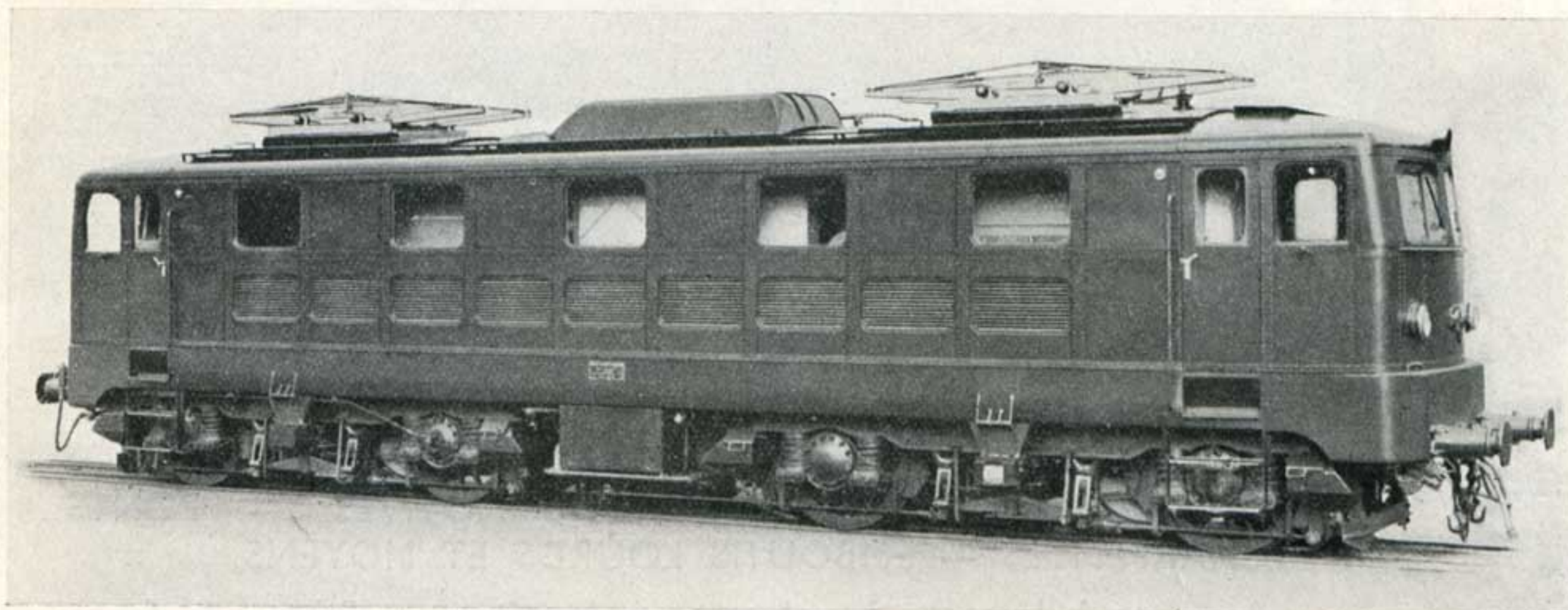
# Locomotive électrique Série BB

Type 121

de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges

## CARACTÉRISTIQUES :

*Adhérence totale - Courant continu 3000 volts  
4 moteurs de 700 C.V. soit 2.800 C.V. — Poids  
82 tonnes — Vitesse « Voyageurs » 125 km/heure  
en pointe 140 km/heure — Vitesse « Marchandises »  
55 à 60 km/heure*



## CONSTRUCTEURS :

*Partie Mécanique :*

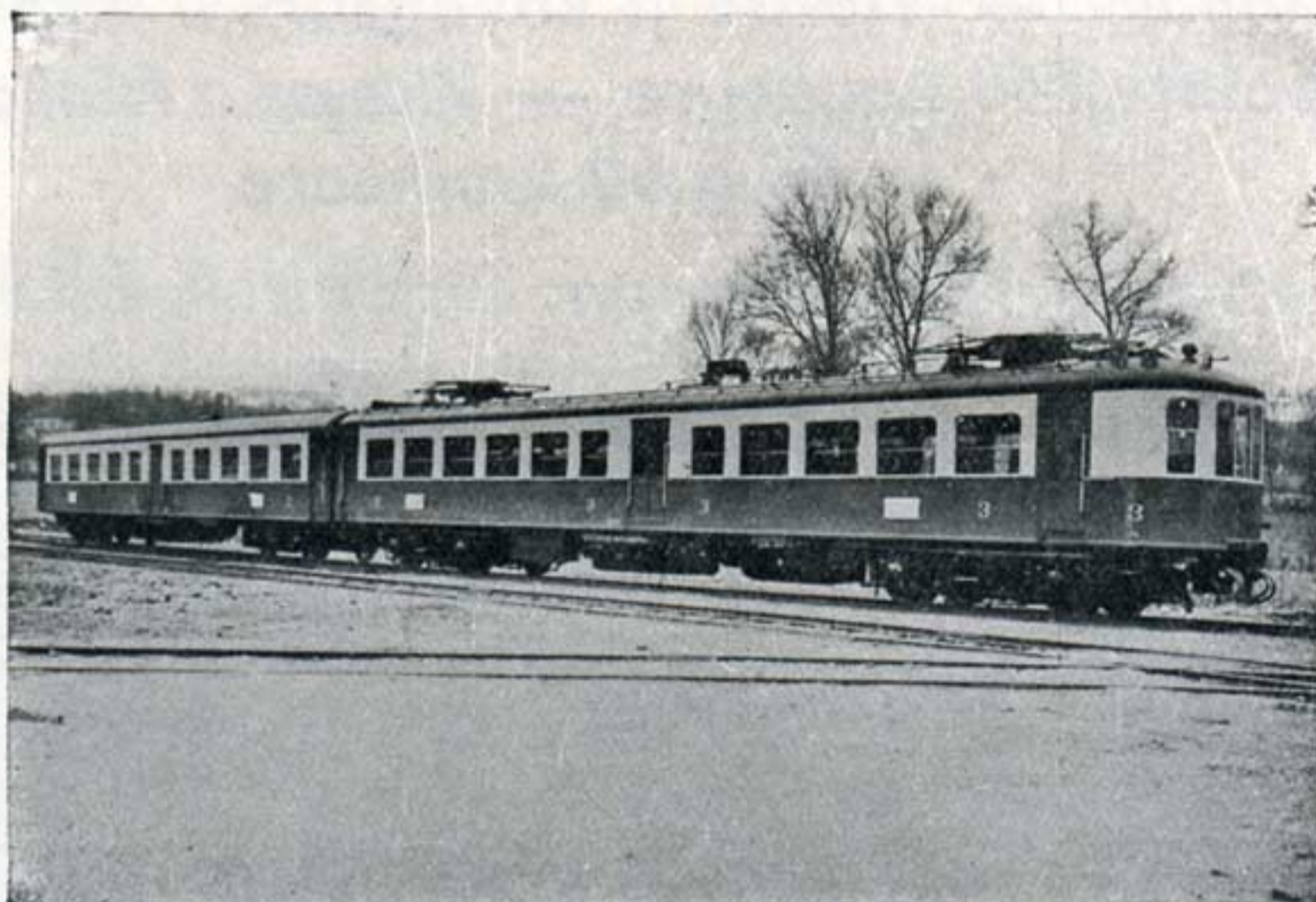
**S.A. des Forges, Usines et Fonderies**  
de HAINE-SAINT-PIERRE

*Partie Electrique :*

**S. A. BROWN, BOVERI & Cie**  
BADEN - SUISSE



- **1931** Le matériel roulant, locomotives et voitures, de la première ligne électrique belge BRUXELLES - TERVUEREN a été construit par les ATELIERS MÉTALLURGIQUES
- **1935** Le matériel roulant de la deuxième ligne de chemin de fer électrique belge BRUXELLES - ANVERS fut étudié par les services techniques des ATELIERS MÉTALLURGIQUES et réalisé en grande partie dans ses Ateliers (Voir photo ci-dessous)
- **1949** La construction du prototype de l'automotrice de la troisième ligne de chemin de fer électrique belge BRUXELLES-CHARLEROI a été exécutée par les ATELIERS METALLURGIQUES



WAGONS — VOITURES — LOCOMOTIVES — PONTS  
CHARPENTES — EMBOUTIS LOURDS ET MOYENS

Ressorts à lames - à volutes - à boudins — Pièces de forge  
Aciers moulés Bessemer — Brides de tuyauteries à haute  
pression — Tôles galvanisées

# LES ATELIERS METALLURGIQUES

SOCIÉTÉ  
ANONYME

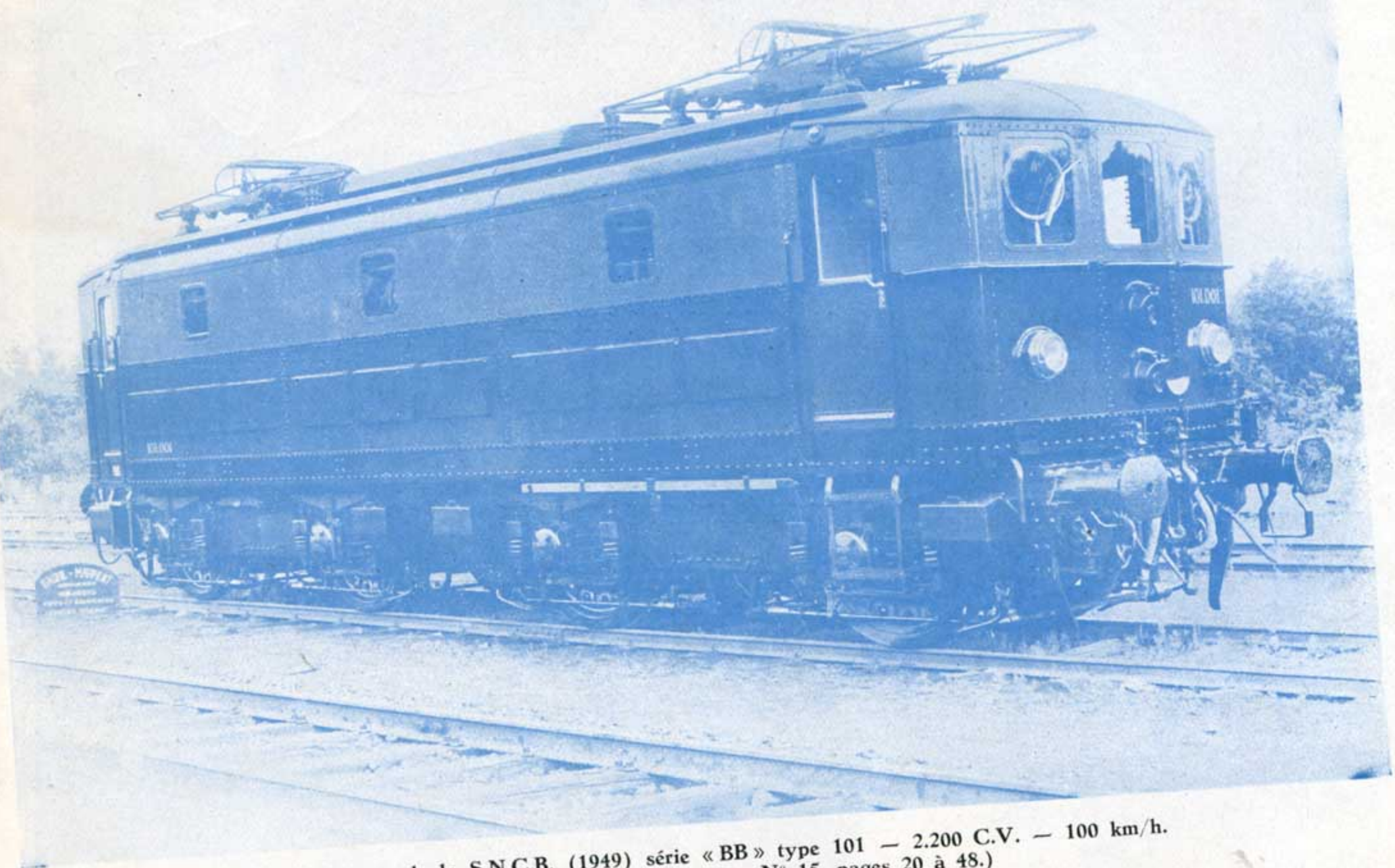
## NIVELLES

TELEPHONE : 22, NIVELLES

ADRESSE TELEGRAPHIQUE : METAL-NIVELLES

USINES A : NIVELLES - TUBIZE - LA SAMBRE - MANAGE

CHEVALEMENTS ET PYLONES  
GAZOMÈTRES ET RÉSERVOIRS  
PONTS ET CHARPENTES  
ACIERS MOULÉS ET FORGÉS



Loco électrique de la S.N.C.B. (1949) série «BB» type 101 — 2.200 C.V. — 100 km/h.  
(Voir description revue «Trains», N° 15, pages 20 à 48.)

VOITURES ET WAGONS  
LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES  
AUTORAILS ET AUTOMOTRICES

**BAUME & MARPENT**

SOCIÉTÉ ANONYME

HAINÉ-SAINT-PIERRE, MORLANWELZ (BELGIQUE) - MARPENT (NORD-FRANCE)



Union Commerciale Belge de Métallurgie  
S. A.

24, RUE ROYALE, BRUXELLES

Câble : « Ucometal-Bruxelles »

Téléphone 12.51.40

---

ORGANISME DE VENTE DE

S.A. John Cockerill

S.A. Forges de la Providence

Société Métallurgique de  
Sambre & Moselle

---

ACIERS MARCHANDS  
RAILS  
FIL MACHINE  
DEMI-PRODUITS

PROFILES DIVERS  
TOLES FORTES  
MOYENNES ET FINES  
LARGES PLATS  
PRODUITS FINIS

**TOUS PRODUITS METALLURGIQUES**

Capacité de production annuelle

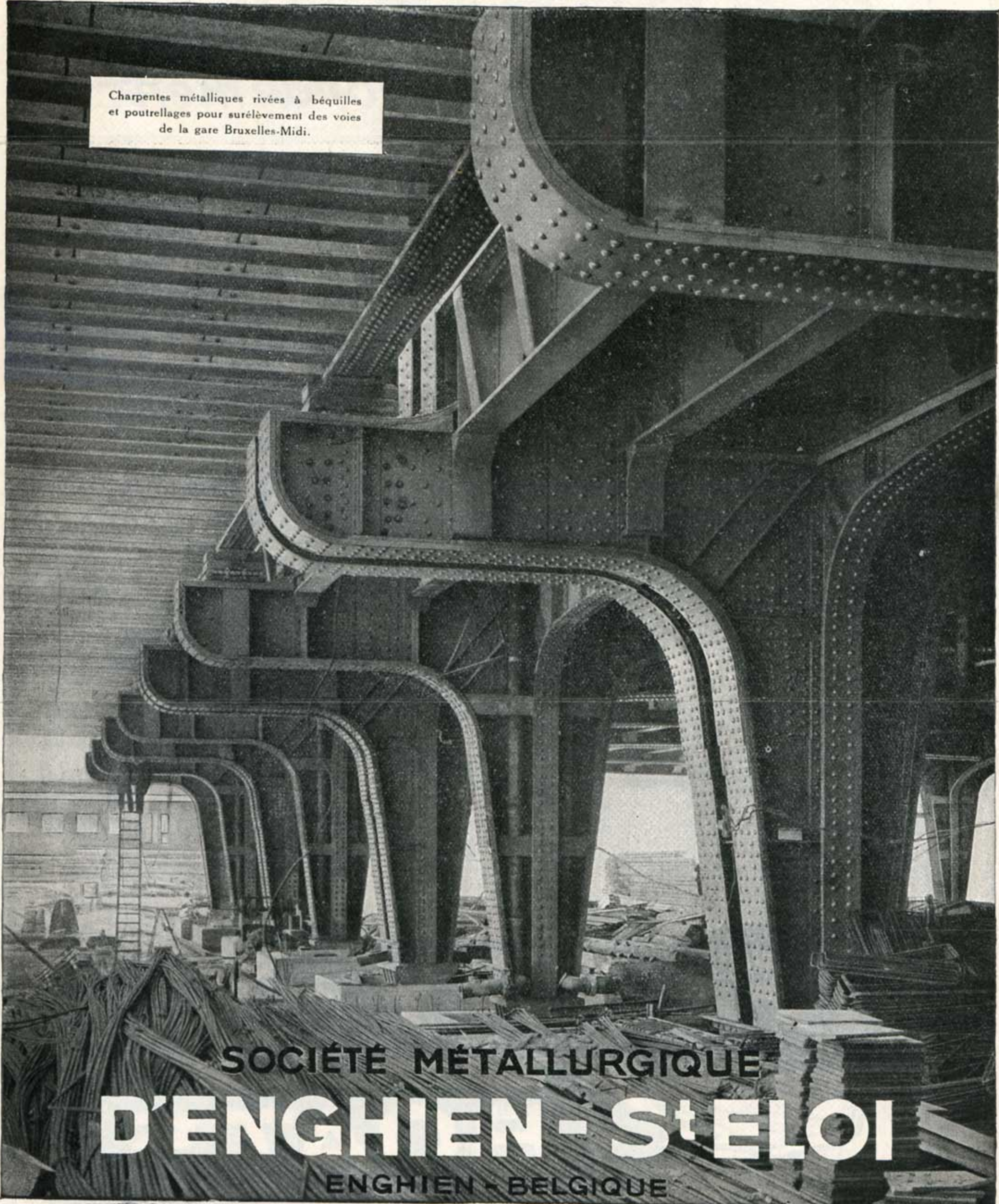
**3.000.000 DE TONNES**

WAGONS-VOITURES-PONTS-CHARPENTES-CHAUDRONNERIE

WAGONS - VOITURES - PONTS - CHARPENTES - APPAREILS DE LEVAGE

CHAUDRONNERIE - PRODUITS DE BOULONNERIE - VOITURES

Charpentes métalliques rivées à béquilles et poutrelles pour surélévation des voies de la gare Bruxelles-Midi.



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE  
**D'ENGHIEN - S<sup>t</sup>ELOI**  
ENGHIEN - BELGIQUE

APPAREILS DE LEVAGE - PRODUITS DE BOULONNERIE

# Transports de marchandises en Wagons directs sans transbordement.



SOCIÉTÉ  
BELGO-ANGLAISE  
DES

**FERRY**   
 **-BOATS**

(Société Anonyme)  
BRUXELLES  
Fondée en 1923



# TRAINS

REVUE FERROVIAIRE BELGE

Société C. A. M. (Société de Personnes à Responsabilité Limitée)

Comptes Chèques-Postaux Bruxelles 1922.29



Bruxelles 38.04.51



29a, Rue Jean Stas, Bruxelles

Rédacteur en chef : F. LEBBE

Octobre 1949

4<sup>e</sup> Année No Spécial

*A nos Lecteurs,*

*La mise en exploitation électrique de la ligne de Charleroi-Sud à Bruxelles-Midi (Ligne 124), qui sera bientôt suivie de son complément naturel, la ligne de Linkebeek à Anvers-Nord (Ligne 25), constitue dans l'évolution des chemins de fer belges une étape marquante.*

*Tout en effaçant progressivement de son réseau les profondes destructions que lui a infligées la dernière guerre, la S.N.C.B. a continué de suivre de près les récents progrès techniques et ce sans perdre de vue la rentabilité des nouveaux investissements.*

*Malgré les lourdes charges que lui impose l'Etat (telles que tarifs non péréquats, charges sociales accrues, etc...) et qui résultent des circonstances économiques actuelles elle a de façon constante recherché l'abaissement du prix de revient tout en veillant à accroître la qualité des services rendus aux usagers tant en ce qui concerne le confort, la vitesse, la fréquence, la régularité que la sécurité. Si cette politique ne s'est pas traduite par un solde bénéficiaire à son bilan, elle a toutefois permis de réduire de plus de 1 milliard la perte justifiée qui résulte de la politique économique suivie par l'Etat Belge depuis la libération.*

*C'est là un résultat remarquable qui mérite d'être souligné et qui démontre à suffisance que la S. N. C. B. a profondément conscience du rôle qui dans l'économie nationale lui est imparti et cela non seulement en tant que transporteur, mais encore et surtout en tant que service public.*

*La mise en exploitation de la ligne précitée, première réalisation remarquable du programme des 1500 kms, constitue un fleuron de plus à la couronne qu'ont bien méritée les cheminots belges.*

*Les Lecteurs et la Rédaction de « Trains » tiennent à les en féliciter.*

LA REDACTION.



# Pour votre voyage en **FRANCE**

adoptez le moyen le plus confortable  
et le plus pratique

**Prenez le train**



**Régularité - Confort - Sécurité - VITESSE ACCRUE**

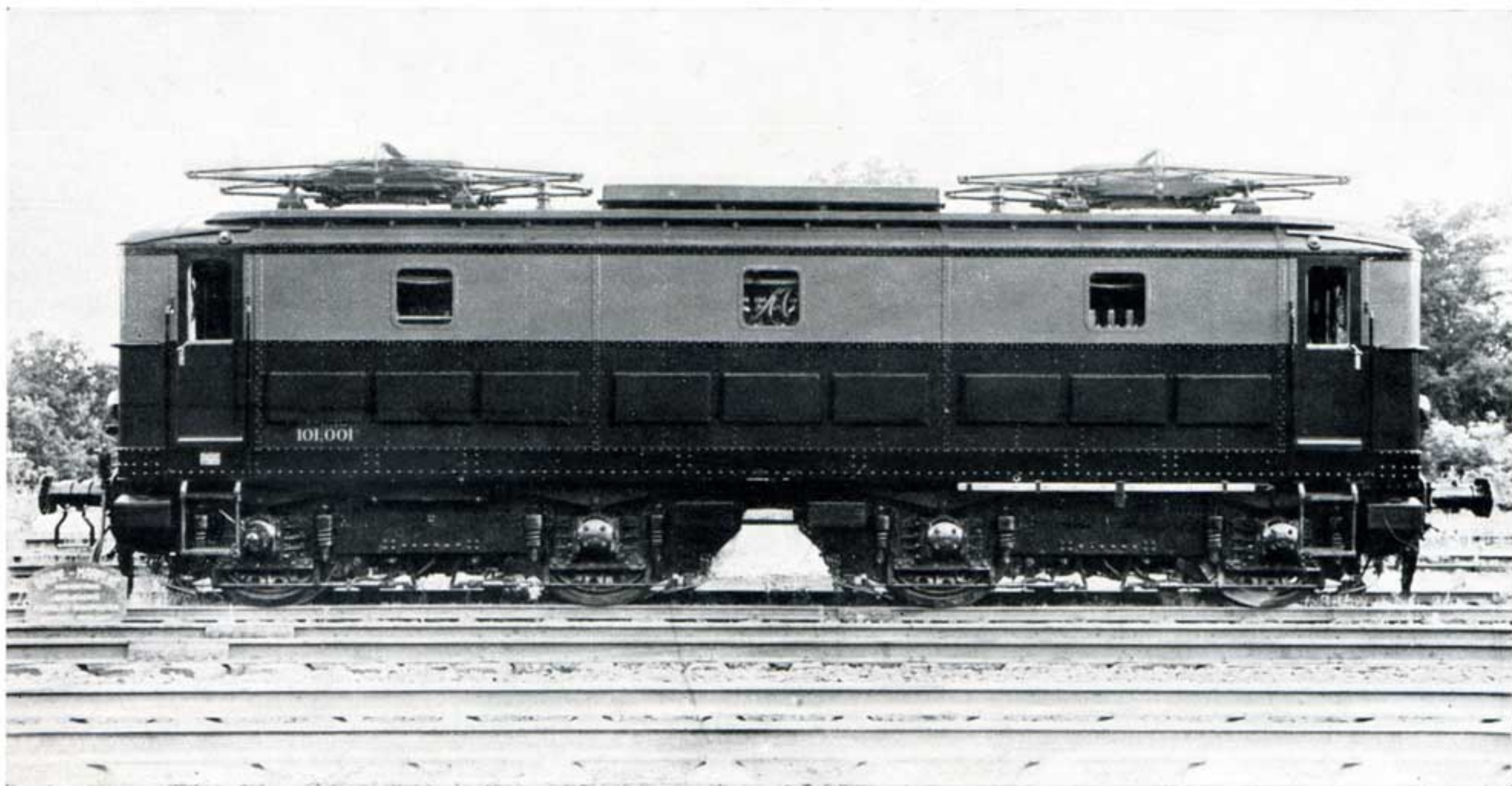
grâce à l'électrification et la mise en service  
d'un nouveau type de locomotive électrique.

Pour renseignements voyageurs et marchandises, adressez vous à

**Représentation Générale de la S.N.C.F.**

**25-27, BOULEVARD ADOLPHE MAX à BRUXELLES**

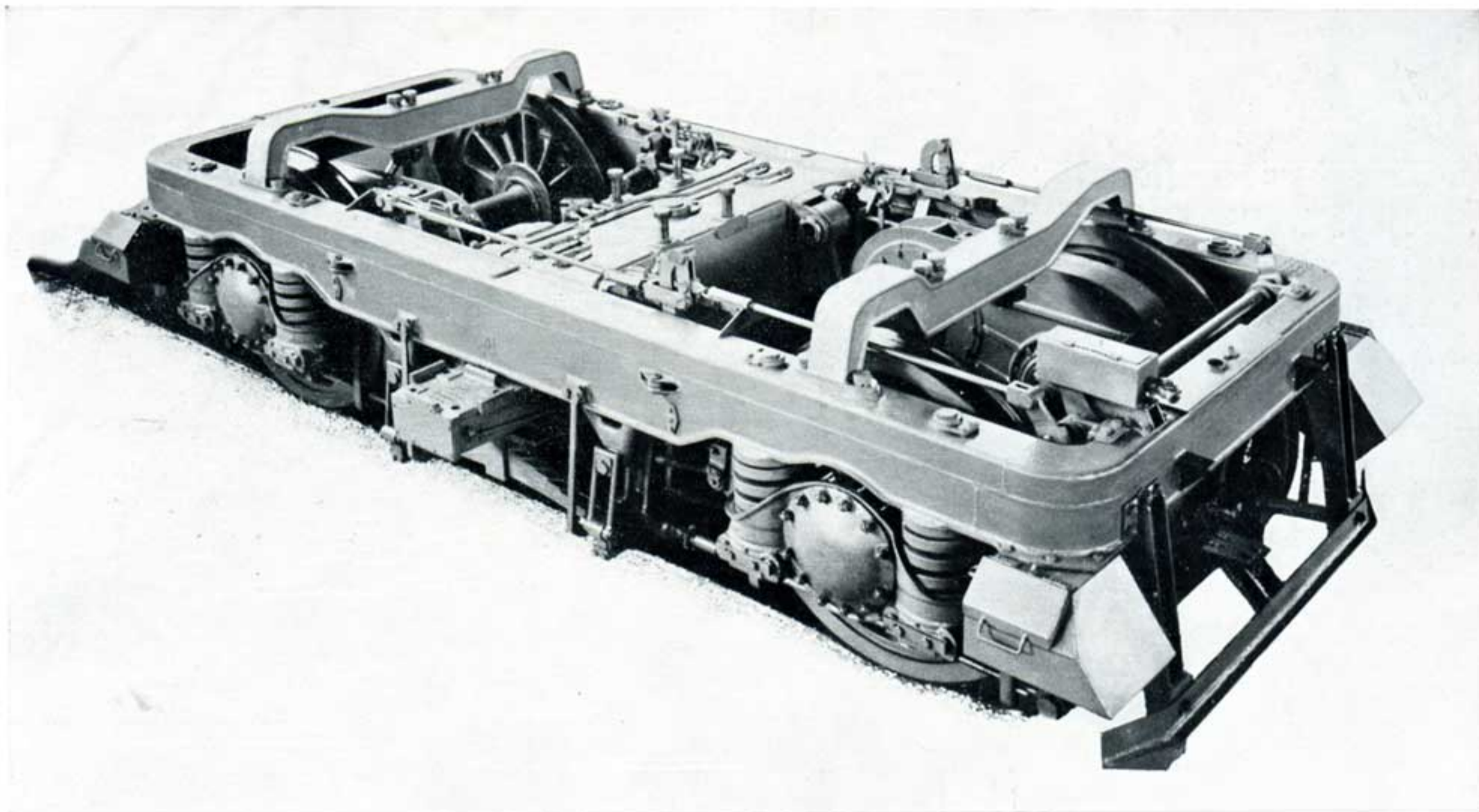
Téléphones : Voyageurs 17.40.90 - Marchandises 17.03.55



*20 Locomotives BO - BO  
de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges,  
construites par  
la S.A. Baume et Mercier à Haine-Saint-Pierre  
et équipées de boîtes à rouleaux SKF*

**SKF**

**SOCIÉTÉ BELGE DES ROULEMENTS A BILLES SKF**  
117, BOULEVARD ANSPACH      B R U X E L L E S      TELEPHONE 11.65.15 (5 l.)



*Bogie des Locomotives à grande vitesse  
de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges,  
étudiées et construites par  
la S.A. Forges, Usines et Fonderies de Haine-Saint-Pierre  
et équipées de boîtes à rouleaux SKF*

**SKF**

**SOCIÉTÉ BELGE DES ROULEMENTS A BILLES SKF**  
117, BOULEVARD ANSPACH      BRUXELLES      TELEPHONE 11.65.15 (5 l.)



## L'Inauguration de "Bruxelles-Charleroi"

L'inauguration de la ligne électrique Bruxelles-Charleroi par M. P. W. SEGERS, Ministre des Communications, marquera une étape dans la vie du Railway Belge.

Grâce à la traction électrique, le service des trains de voyageurs sur une des grandes artères de notre réseau, va connaître dans un proche avenir des améliorations décisives. En outre, tous les avantages bien connus du nouveau mode de traction feront sentir leurs effets bienfaisants demain sur Bruxelles-Charleroi, comme autrefois sur Bruxelles-Anvers.

Mais l'électrification des lignes de Bruxelles-Charleroi et de Linkebeek-Anvers (Nd) revêt encore une autre signification. Elle ouvre l'ère des réalisations dans le cadre d'un vaste programme qui portera sur 1500 kilomètres de lignes. Vue sous cet angle, l'inauguration de Bruxelles-Charleroi apparaît comme lourde de promesses.

Qu'il me soit permis de rappeler que l'élaboration du programme dit « des 1.500 kilomètres » fut l'œuvre de la Commission Nationale d'Electrification, créée en 1945 à l'initiative de M. Rongvaux, alors Ministre des Communications.

Ce projet, qui reçut l'approbation du Conseil des Ministres en 1947, ne cessa de bénéficier de l'appui des plus hautes instances gouvernementales.

Monsieur le Ministre Van Acker en fut un ardent défenseur et c'est à son intervention qu'un progrès décisif a pu être accompli récemment dans l'épineuse question du financement.

Nous sommes convaincus que sous l'impulsion énergique du Ministre actuel des Communications, Monsieur P. W. SEGERS, la réalisation du programme d'électrification ira résolument de l'avant.

Les travaux d'électrification qui touchent actuellement à leur fin portent non seulement sur la ligne Bruxelles-Charleroi mais également sur la ligne de Linkebeek à Anvers (Nord). Alors que la première relie Charleroi à la capitale, la seconde établit la jonction entre le bassin industriel et le port d'Anvers.

Ces travaux furent entamés en 1946. Le regretté Ant. LESSINNES avait une fois de plus donné la mesure de son dynamisme en levant les derniers obstacles qui s'opposaient encore à la mise en chantier des travaux. La S. N. C. B. lui est largement redevable de l'œuvre que nous célébrons aujourd'hui.

M. Antoine Lessines est mort à la tâche le 8 juin 1948.

Nous avons voulu rappeler l'œuvre accomplie par l'Administrateur et Membre du Comité Per-

manent de la S.N.C.B., par le Rapporteur Général de la Commission Nationale d'Electrification, en érigeant un mémorial que nous inaugurons en même temps que la ligne Bruxelles-Charleroi.

Le souvenir d'Antoine Lessinnes ne périra pas.

\*  
\*\*

Dès le début, il apparut que les travaux devraient être exécutés dans des conditions extrêmement difficiles : de nombreuses séquelles de guerre troublaient encore l'économie belge et des pénuries se faisaient sentir dans tous les secteurs.

Ces travaux étaient d'envergure exceptionnelle ; plusieurs centaines d'entreprises étaient simultanément intéressées à leur exécution. A Bruxelles (Midi) les chantiers se soudaient à ceux des vastes transformations que la gare subit en vue de la Jonction Nord-Midi. La progression normale des travaux, en dépit de difficultés et d'obstacles de toute nature, a exigé de la part des services de la S.N.C.B. ainsi que du personnel de beaucoup d'entreprises, des efforts inlassables et une vigilance sans répit dont on trouvera peu d'exemples dans le passé.

Nous tenons à rendre un juste hommage à tous ceux qui ont contribué au résultat final quel que soit le niveau hiérarchique auquel leur activité s'est exercée. Nous devons également nous acquitter d'un douloureux devoir en saluant la mémoire de deux ouvriers — un de l'industrie privée et un de la S.N.C.B. — qui furent victime de leur dévouement à la tâche et que la mort a frappés en plein travail. Nous nous inclinons avec respect devant ce double deuil.

\*  
\*\*

L'électrification de Bruxelles-Charleroi et de Linkebeek-Anvers (Nord) coûtera environ 1550 millions ; les estimations de 1946 étaient de 1370 millions.

Les dépenses se répartissent approximativement comme suit :

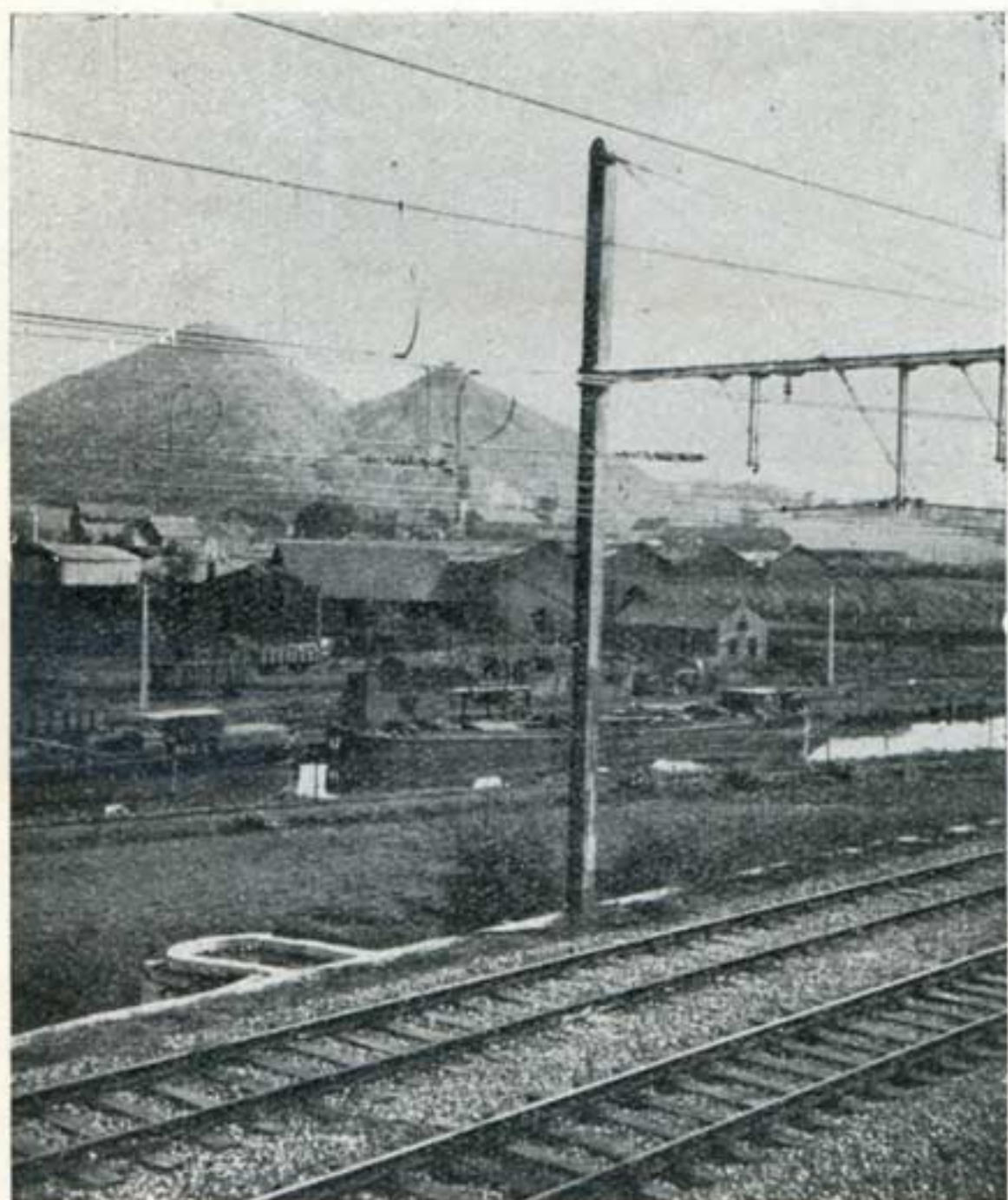
Installations électrique fixes (lignes de contact et sous-stations) . . . . .	323 millions
Matériel roulant (automotrices et locomotives électriques) . . . . .	541 »
Travaux de génie civil . . . . .	490 »
Signalisation, télécommunications et divers . . . . .	196 »
	<hr/>
	1550 »

Ces chiffres témoignent de l'importance des commandes dont l'industrie nationale a bénéficié : seule une part très minime inférieure à 5 % du coût total a été dépensée à l'étranger. L'électrification est donc une grande œuvre essentiellement belge.

Elle comporte de vastes travaux de génie civil à côté d'imposantes réalisations dans les domaines de la mécanique et de l'électricité. Elle est faite d'apports provenant des secteurs les plus divers de l'industrie nationale. Elle a nécessité de longues études et la part des travailleurs intellectuels n'y est pas moins belle que celle des travailleurs manuels. Cette œuvre fera honneur à la Belgique.



A. VAN HECKE  
Président du Comité Permanent



## L'Exploitation Electrique de la ligne Bruxelles-Charleroi

---

Parmi les grands objectifs de l'électrification, celui qui vise l'amélioration des services de trains de voyageurs, intéresse au plus haut point l'opinion publique. La formule de cette réforme peut se résumer en trois mots : fréquence, vitesse, confort.

Il n'est guère possible, dans les limites de cette courte notice, d'exposer les multiples raisons qui font que le recours à la traction électrique s'impose pour moderniser les services de trains de voyageurs. Je me bornerai à rappeler que l'automotrice électrique est en espèce l'outil par excellence des

nouvelles méthodes d'exploitation. Elle permet d'adapter aisément la composition des convois aux besoins sans cesse variables de la clientèle et il devient possible de mettre en ligne de nombreux trains légers qui transforment complètement la physionomie d'un service. Ainsi se trouvera réalisée l'augmentation de la fréquence des relations qui est à la base de la réforme et dont le coût en traction « vapeur » serait prohibitif. De plus, l'automotrice qui se prête à des démarrages rapides, réduit les temps de parcours et répond à toutes les exigences en matière de confort et de propreté.

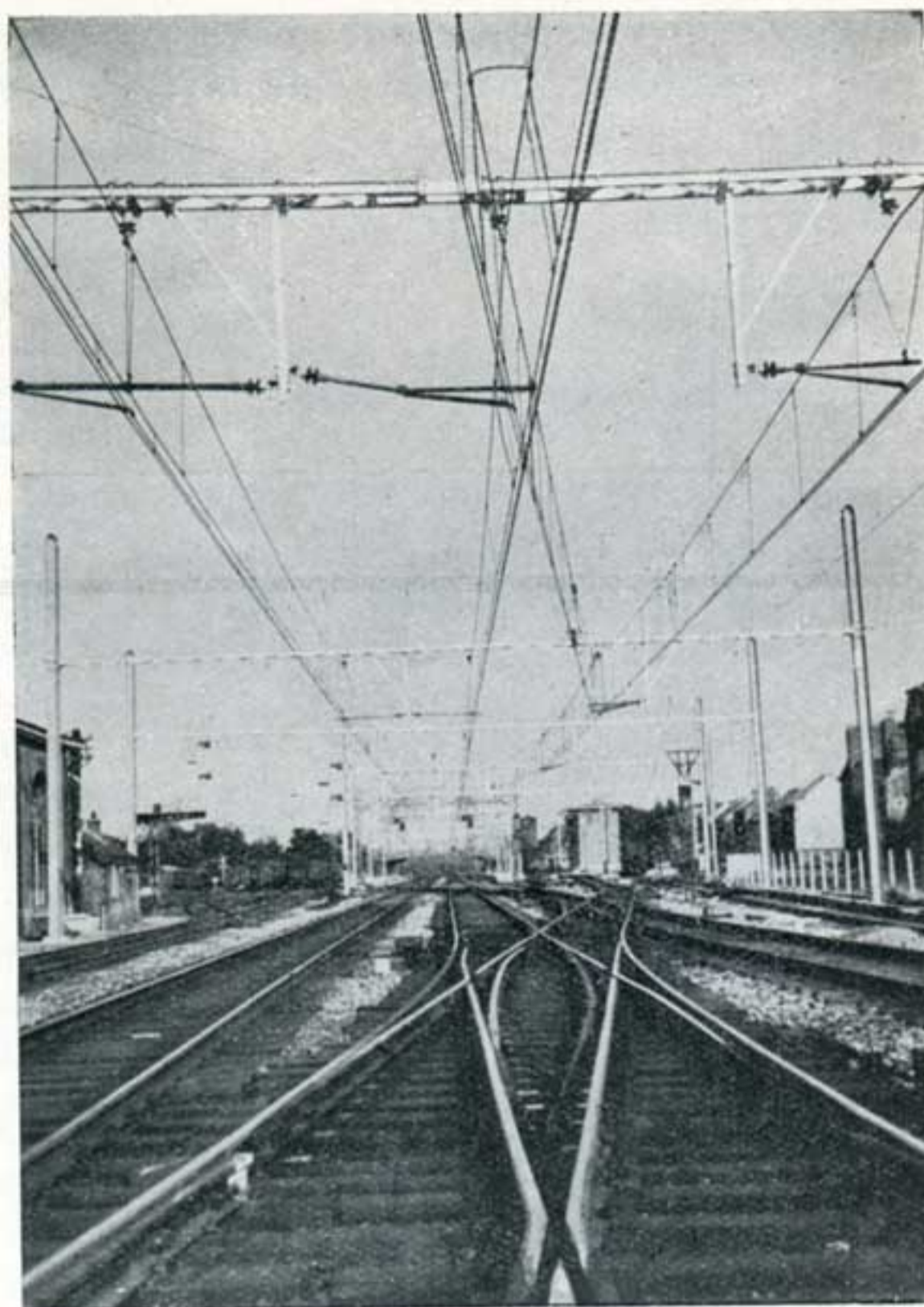
La modernisation ainsi comprise, trouvera un large champ d'application sur Bruxelles-Charleroi. Je ne tenterai pas de définir ici le stade définitif des services « voyageurs » de cette ligne ; une page de l'indicateur y suffirait à peine. Cependant, sans encombrer cet exposé de trop de chiffres, on peut mentionner à titre d'exemple, que le nombre de « trains-kilomètres » de la ligne sera accru de 80 %, que la desserte de la gare de Charleroi sera doublée et que ce coefficient d'amélioration sera dépassé dans les gares secondaires. D'autre part, les horaires seront cadencés au rythme d'une heure, ce qui signifie que durant une grande partie de la journée, tous les départs se situeront invariablement à la même fraction de l'heure. De grandes facilités de circulation seront créées dans les zones périphériques de Charleroi et de Bruxelles ; elles établiront de véritables traits-d'union entre ces grands centres et leur banlieue. Les durées de parcours, même en trains omnibus, n'y excéderont pas ceux d'une brève course en tramway ; la vitesse de ces trains sera accrue de 40 à 60 %.

La S.N.C.B. eût aimé instaurer dès l'inauguration ce service définitif sur la ligne de Charleroi. Malheureusement un contre-temps très regrettable s'y oppose : un important lot d'automotrices électriques nouvelles, dont la construction est confiée depuis 1947 à une grande firme belge, n'est pas disponible. Cette circonstance qui constitue pour la S.N.C.B. un véritable cas de force majeure, nous oblige de débiter par un service provisoire dans lequel la traction électrique ne portera que sur

les relations directes. Ce service n'apportera pas la grande fréquence des trains et d'autre part les horaires se ressentiront au début de quelques points de ralentissement obligé. Néanmoins il procurera quelques améliorations décisives à la clientèle. Vingt huit trains électriques partant à l'heure ronde de Charleroi et de Bruxelles circuleront chaque jour : ils feront un arrêt à Marchienne-au-Pont en vue d'étendre à toute l'agglomération carolorégienne le bénéfice de ces nouvelles relations avec la capitale. Le régime actuel ne comporte que 10 trains comparables et encore ceux-ci sont sensiblement moins rapides.

Au fur et à mesure de la livraison des nouvelles automotrices, la traction électrique sera étendue aux trains semi-directs et aux trains omnibus. Parallèlement, les temps de parcours seront réduits.

On sait que la ligne Bruxelles-Charleroi est le siège d'un mouvement de voyageurs très intense qui représente environ un million de « voyageurs-kilomètres » par jour. Les arrivées et les départs de voyageurs à Bruxelles sont au nombre de plus de vingt mille par jour. Ces chiffres donnent une idée de la masse de voyageurs qui, chaque jour, vont bénéficier des améliorations que procurera la traction électrique lorsque les services atteindront leur stade définitif. Il ne fait aucun doute que ce progrès ferroviaire aura une répercussion bienfaisante sur la vie économique dans toute la région desservie par la ligne Bruxelles-Charleroi.



*Fou. Delory.*

F. DELORY, Directeur Général.



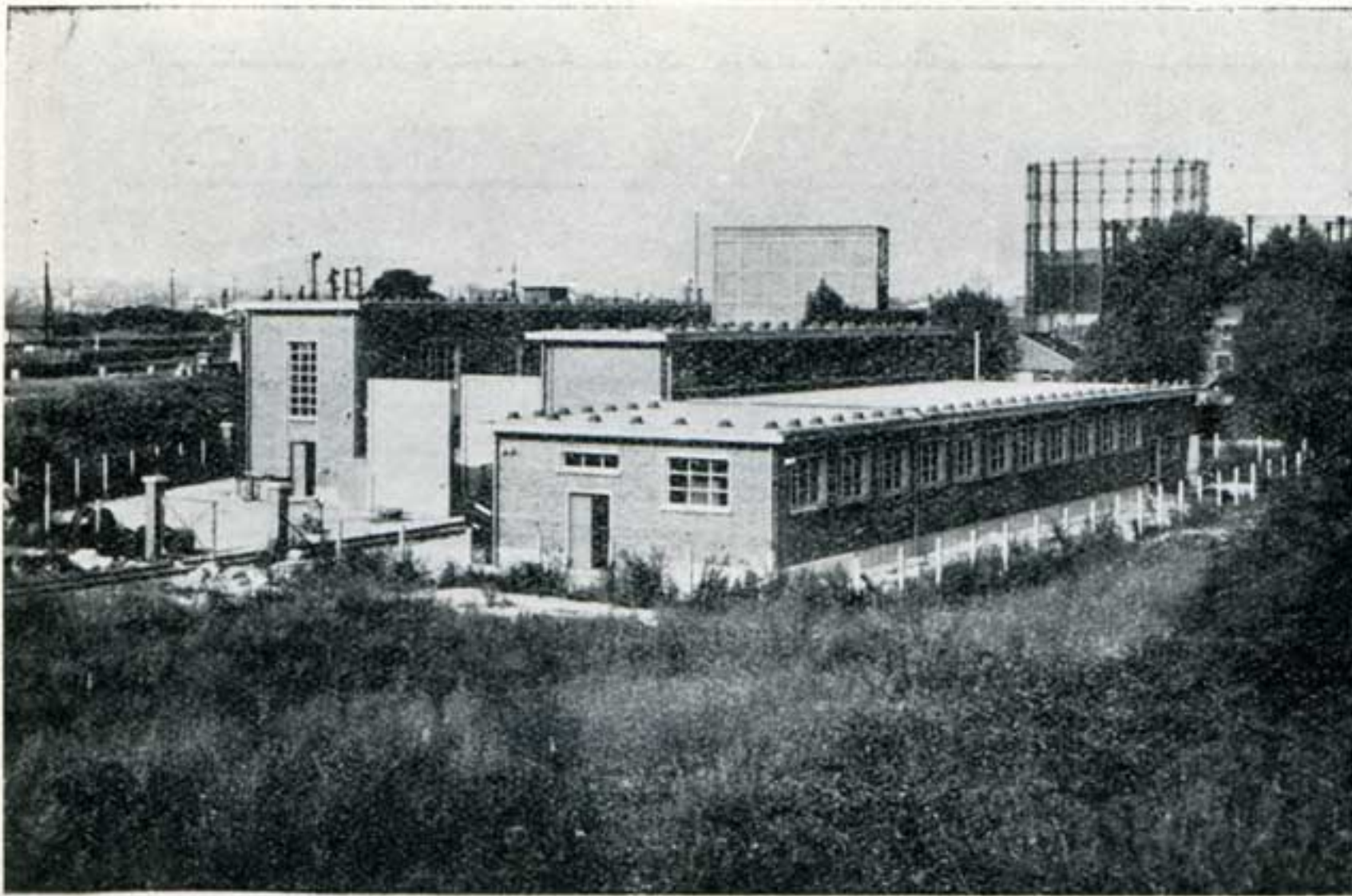


Fig. 1. — Sous-station de Forest-Midi.

## Les installations fixes pour l'électrification des lignes de Bruxelles-Midi-Charleroi et de Linkebeek-Anvers-Nord

par E. J. F. DERIJCKERE,

Directeur de l'Electricité et de la Signalisation de la S.N.C.B.

avec la collaboration de MM. les ingénieurs principaux DEGREGZ, GODIN et HANCE, et de M.M. les ingénieurs DUQUESNE, MARTOU, MERTENS, PIERRARD, SCHOONJANS et STORDIAU.

Le but du présent article ne sera pas de faire l'historique de l'électrification ni d'en énumérer les raisons. Cela a été fait précédemment par la Commission Nationale d'Electrification des Chemins de fer belges. Cette Commission qui fut installée le 26 avril 1945 par Monsieur RONGVAUX, Ministre des Communications a fonctionné pendant environ deux ans sous la présidence de Monsieur l'ingénieur ANSEELE, Membre de la Chambre des Représentants. Elle a déposé son rapport en 1947 par l'organe de son regretté rapporteur général, feu Monsieur LESSINNES, administrateur de la S.N.C.B. et membre de son Comité Permanent à qui nous tenons à rendre ici un hommage respectueux pour tout le dévouement, la science et le savoir-faire qu'il mit au service de l'électrification.

\* \* \*

Dans le présent article, nous nous bornerons à faire une description raisonnée des installations fixes de traction électrique, de la signalisation et des télécommunications établies le long des lignes de Bruxelles-Midi-Charleroi (trafic voyageurs et marchandises) et de Linkebeek-Anvers-Nord (trafic marchandises).

Cette double électrification porte sur 125 km de double voie principale et 75 km de voies secondaires.

L'électrification de ces lignes améliorera les relations entre trois grands centres industriels et économiques du pays, reliera le bassin de Charleroi au port d'Anvers et favorisera l'extension vers le sud de la banlieue bruxelloise.

Rappelons qu'à l'heure actuelle, le programme d'électrification envisagé par la S.N.C.B. porte sur un total de 1500 km de lignes, soit environ la moitié des lignes à double voie du réseau belge.

En outre l'électrification de la Jonction Nord-Midi, en cours d'établissement, permettra une liaison électrique rapide et directe entre les deux grandes gares de Bruxelles dont l'ensemble formera le noyau des électrifications futures.

La rapidité de son exécution dépendra principalement des possibilités financières du moment.

### I. — SOUS-STATIONS DE TRACTION ELECTRIQUE

#### A. Généralités.

Les lignes de contact seront alimentées en courant continu 3.300 V par des sous-stations, réparties le long des voies et distantes de 30 à 40 km environ. Afin d'en réduire le nombre, on les situera au voisinage des nœuds ferroviaires importants.

Le nombre total de sous-stations prévu pour le programme de 1.500 km est de 31, soit environ, en moyenne, une par 50 km de double voie.

Ces sous-stations, qui comprendront un nombre variable de groupes transformateurs-redresseurs à vapeur de mercure, de 3.000 KW chacun, seront alimentées par les réseaux des grandes centrales électriques belges à fréquence industrielle (50 périodes) sous diverses tensions qui peuvent atteindre 70 KV.

La ligne de Bruxelles-Anvers, électrifiée en 1935, est alimentée par les sous-stations de Haren et Mortsel aux tensions primaires respectives de 11 KV et 15 KV. La double voie vers Anvers-Nord électrifiée est alimentée par les mêmes sous-stations agrandies.

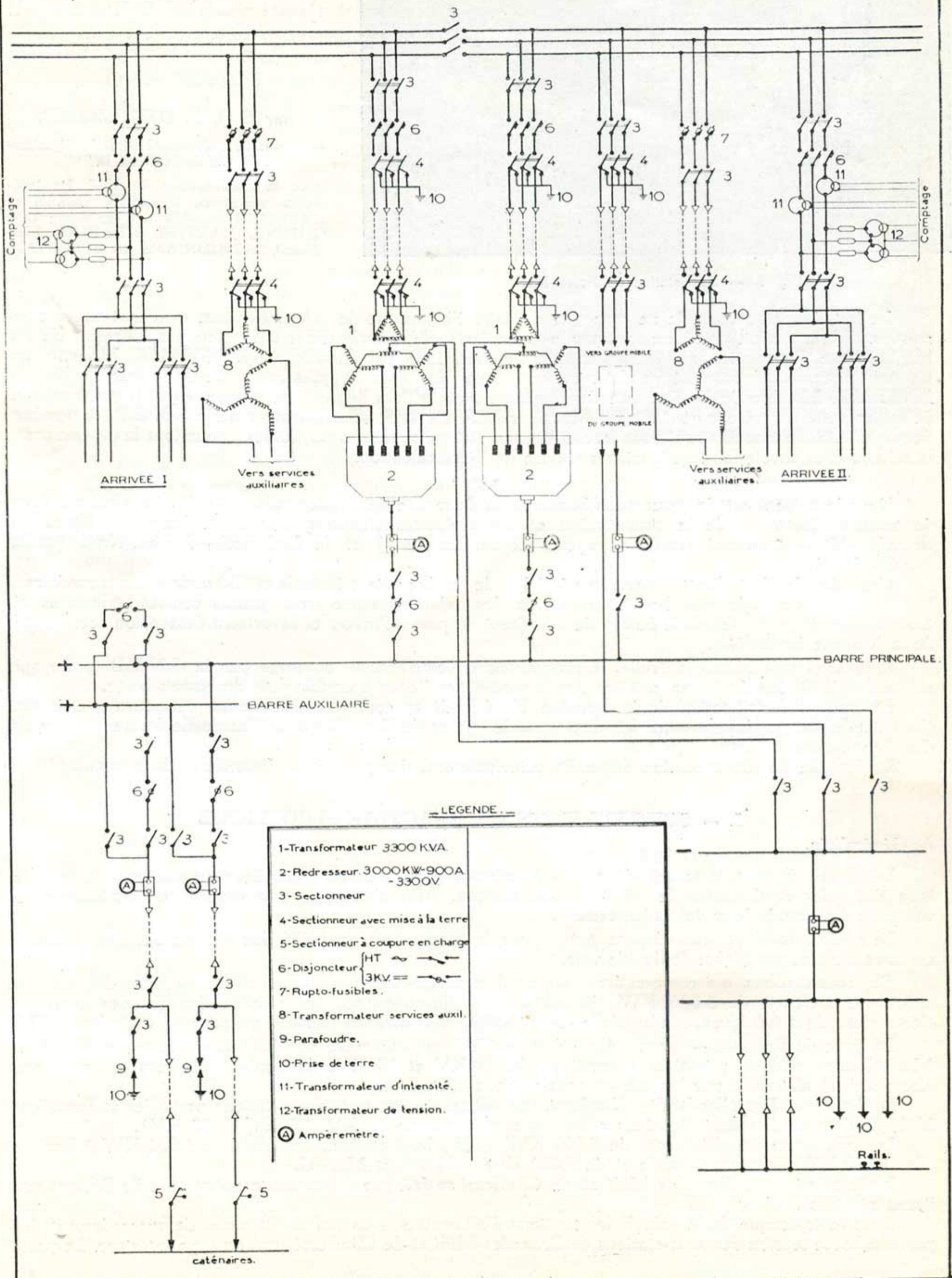
La ligne de Bruxelles-Midi-Charleroi, est alimentée par trois sous-stations nouvelles à Bruxelles-Midi, Baulers et Charleroi (tensions primaires respectives de 36 KV, 70 KV et 30 KV).

Les puissances installées sont de 6.000 KW à Charleroi et Bruxelles-Midi, de 3.000 KW à Baulers plus 3.000 KW en groupe mobile et de 9.000 KW à Haren et Mortsel.

L'alimentation de Bruxelles-Midi et de Charleroi se fait par câbles souterrains, celle de Baulers par lignes aériennes.

Pour tenir compte de la valeur des tensions d'alimentation en jeu et du mode de raccordement, les postes à haute tension des sous-stations de Bruxelles-Midi et de Charleroi sont du type intérieur. Le poste

# SCHEMA ELECTRIQUE D'UNE SOUS-STATION DE TRACTION.



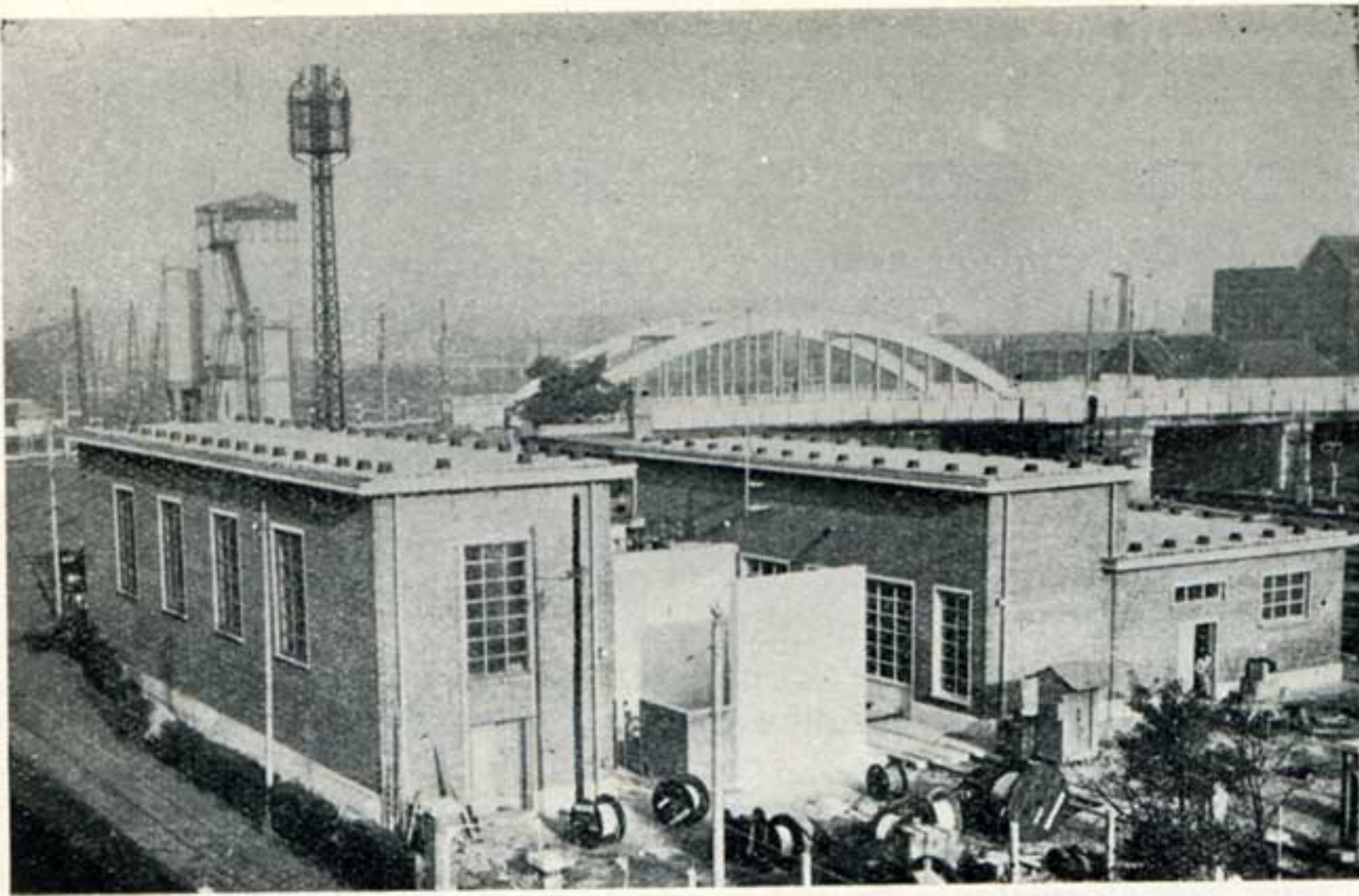


Fig. 2. — Sous-station de Baulers.

à haute tension de la sous-station de Baulers est du type extérieur en charpente métallique.

### B. Bâtiments.

Les bâtiments des nouvelles sous-stations ont été standardisés.

Leur conception procède d'un esprit de stricte économie et leurs dimensions ont été réduites autant que possible.

Dans cet esprit, il a été prévu que les transformateurs de puissance et les transformateurs des services auxiliaires seraient placés à l'extérieur.

Ceci a permis de réduire considérablement le bâtiment comprenant les installations à basse tension, de le construire

sans étage, de renoncer au hall de décufrage et d'éviter l'installation d'un pont roulant coûteux. Au point de vue architectural, ces bâtiments ont été conçus dans un style sobre et moderne. Leur aspect, bien qu'il s'agisse de constructions industrielles, n'est cependant pas déplaisant comme en témoignent les figures 1 et 2 qui donnent une vue d'ensemble des sous-stations de Bruxelles-Midi et de Baulers.

### C. Postes à haute tension.

#### a) Bruxelles-Midi et Charleroi.

Rappelons que ces postes sont du type intérieur.

L'alimentation est assurée par deux câbles qui pénètrent symétriquement dans le poste, aux deux extrémités du bâtiment.

Ces deux câbles alimentent un jeu de barres unique par l'intermédiaire de disjoncteurs destinés à contrôler les lignes d'arrivée de courant à haute tension.

Des sectionneurs, dont le nombre varie suivant le nombre des groupes alimentés, sont prévus dans le jeu de barres haute tension pour permettre, en cas de besoin d'en isoler une partie.

L'alimentation des groupes transformateurs-redresseurs de la sous-station, qui se fait à partir du jeu de barres, est contrôlée par des disjoncteurs encadrés de sectionneurs.

Les disjoncteurs équipant les postes à haute tension des sous-stations de Bruxelles-Midi et de Charleroi sont du type pneumatique. Leur pouvoir de coupure est de 500 MVA. Ils peuvent être commandés électriquement à partir du tableau du répartiteur dans le cas de la commande à distance, solution prévue pour l'avenir.

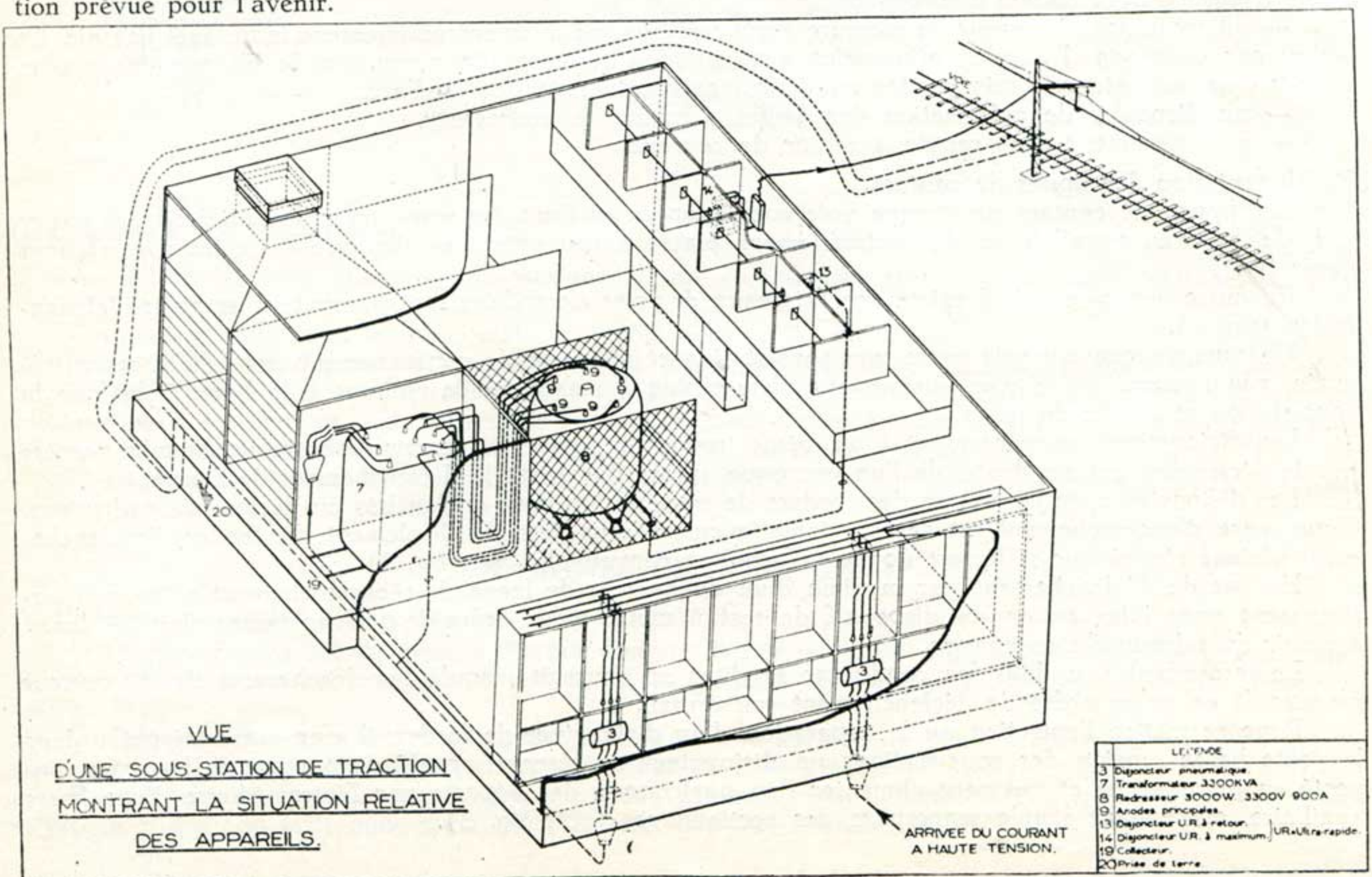


Fig. 4.

En outre une commande directe de secours est prévue dans le coffret de commande même des disjoncteurs.

Deux groupes de compression installés au rez-de-chaussée du bâtiment assurent l'alimentation des disjoncteurs en air comprimé.

La figure 3 donne le schéma de principe d'une sous-station de traction du type employé à Charleroi et Bruxelles-Midi et la figure 4 donne une vue perspective schématique d'une sous-station de traction du type, plus ancien, employé à Haren et Mortsels.

#### b) **Baulers.**

Le poste à haute tension du type extérieur à charpente métallique est alimenté par une double ligne aérienne à 70 KV.

Tout comme dans le cas des postes intérieurs, ces lignes alimentent symétriquement un jeu de barres unique par l'intermédiaire de disjoncteurs à faible volume d'huile de 1.000 MVA, encadrés de sectionneurs et qui sont destinés à contrôler les lignes d'alimentation de la sous-station.

C'est à partir de ce jeu de barres unique que se fait l'alimentation des groupes transformateurs-redresseurs, cette alimentation étant contrôlée pour chaque groupe par un disjoncteur.

La commande des disjoncteurs est électrique par moteur à courant continu 110 V. Il est en outre prévu pour ces disjoncteurs une commande mécanique de secours manœuvrable à la main.

#### **D. Services auxiliaires.**

Chaque sous-station comprend deux transformateurs branchés sur la haute tension et qui fournissent le courant triphasé 380/220 V pour l'alimentation des services auxiliaires de la sous-station. Un seul transformateur est en service, l'autre servant de réserve.

Leur puissance varie de 125 à 250 KVA suivant l'importance de la sous-station.

La mise sous tension de ces transformateurs se fait par la simple fermeture d'un sectionneur tripolaire, avec fusibles.

Ces transformateurs concourent notamment au fonctionnement de la protection de l'équipement de la sous-station; les relais Bucholtz qui les protègent, provoquent le déclenchement des disjoncteurs d'alimentation de la sous-station.

#### **E. Groupes transformateurs-redresseurs.**

Les sous-stations de traction sont équipées d'un certain nombre de groupes transformateurs-redresseurs, dont le nombre dépend de l'importance de la sous-station.

Au stade définitif de l'électrification, la sous-station de Bruxelles-Midi sera équipée de quatre groupes, celle de Charleroi de trois groupes et celle de Baulers de deux.

Ajoutons qu'un groupe transformateur-redresseur mobile, ayant Baulers comme point d'attache, pourra être appelé à remplacer un groupe défaillant dans l'une quelconque des sous-stations de la partie sud du pays.

Chaque groupe transformateur-redresseur comprend notamment (voir fig. 3) :

— un disjoncteur identique à ceux des alimentations haute tension des sous-stations à la différence toutefois que celui protégeant le groupe mobile est à gros volume d'huile.

— un transformateur bobiné en triangle au primaire et dont l'enroulement secondaire est en double étoile triphasée avec bobine d'absorption.

— un redresseur à vapeur de mercure à cuve métallique avec refroidissement individuel par air. Ce redresseur comporte 6 anodes principales avec grilles de commande permettant le blocage des anodes en cas d'arc en retour. Trois anodes auxiliaires assurent l'entretien de l'arc.

— un dispositif de polarisation des grilles d'anodes du redresseur.

— un disjoncteur ultra-rapide à retour de courant.

#### **F. Alimentation des lignes de contact.**

Les lignes de contact de chaque voie sont coupées au droit des sous-stations et au droit des postes dits de mise en parallèle et de sectionnement placés à peu près à mi-distance entre les sous-stations (voir fig. 5).

En outre, les gares où il existe des faisceaux de voies électrifiées sont pourvues d'un poste d'alimentation (fig. 6).

Chaque tronçon compris entre une sous-station et un poste de sectionnement, est relié à ses extrémités, par l'intermédiaire d'un disjoncteur ultra-rapide à maximum de courant à la barre 3 KV de la sous-station et à celle du poste.

Les disjoncteurs correspondant à un même tronçon de ligne sont verrouillés entre eux de telle manière que le déclenchement accidentel de l'un provoque automatiquement le déclenchement de l'autre.

Les disjoncteurs de protection des feeders de sous-station sont enclenchés ou déclenchés à distance. Tout ordre d'enclenchement est suivi automatiquement d'un test de l'isolement du feeder, l'enclenchement n'étant réalisé que si le test donne un résultat convenable (voir fig. 3).

En cas de déclenchement par maxima d'un disjoncteur de feeder le réenclenchement a lieu automatiquement avec intervention du dispositif de test à moins qu'un ordre de déclenchement n'ait été donné à partir du tableau de commande.

Le test ayant lieu dans les conditions susdites se poursuit jusqu'à l'enclenchement du disjoncteur ou jusqu'à ce qu'un ordre de déclenchement soit donné.

Pour permettre l'entretien ou la réparation d'un disjoncteur de feeder, il a en outre été prévu dans le poste basse tension des sous-stations un disjoncteur de réserve, appelé disjoncteur de by-pass, connecté en permanence et qui peut alimenter l'un quelconque des départs par l'intermédiaire d'une barre auxiliaire, moyennant simple manœuvre des sectionneurs (voir fig. 3).

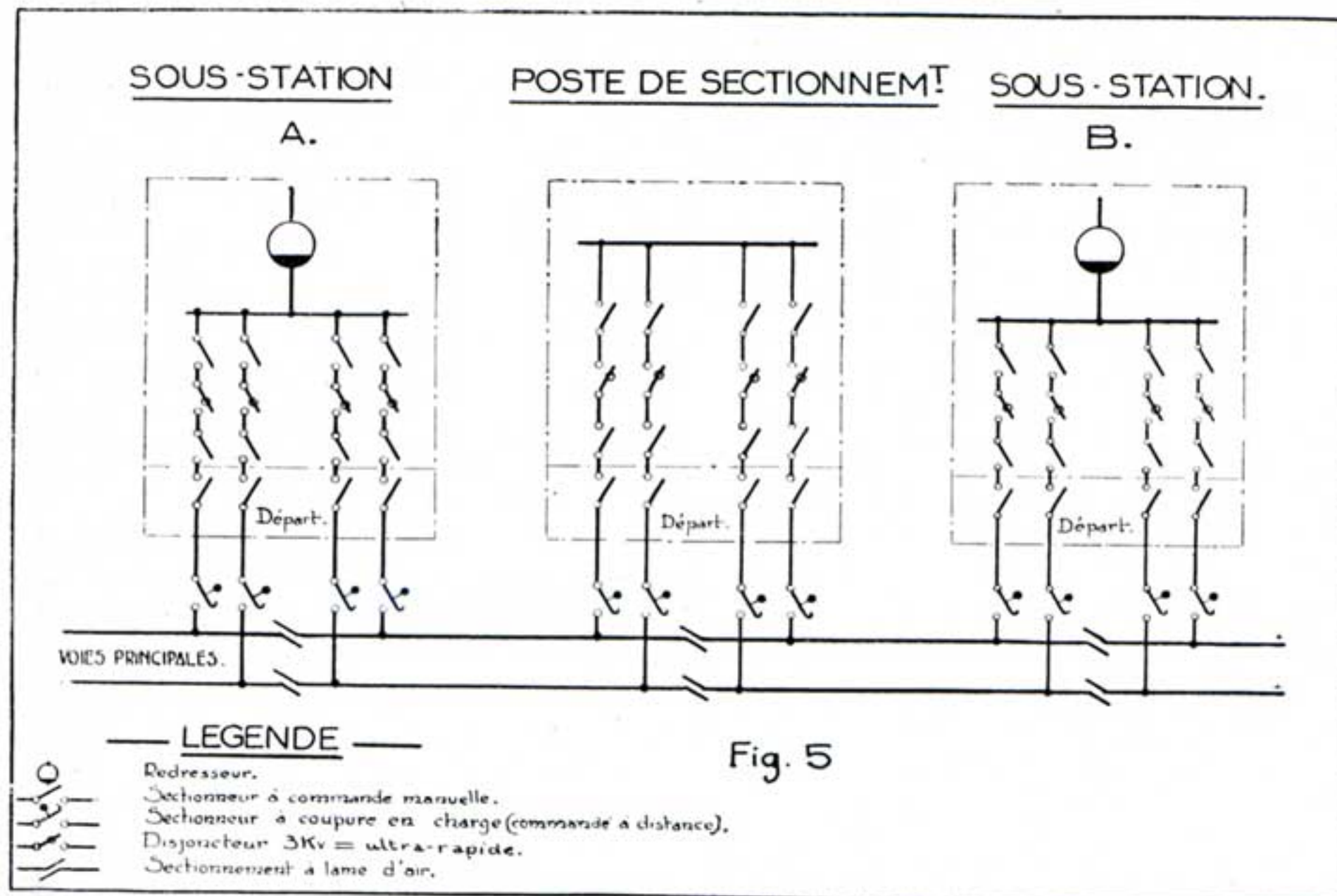


Fig. 5

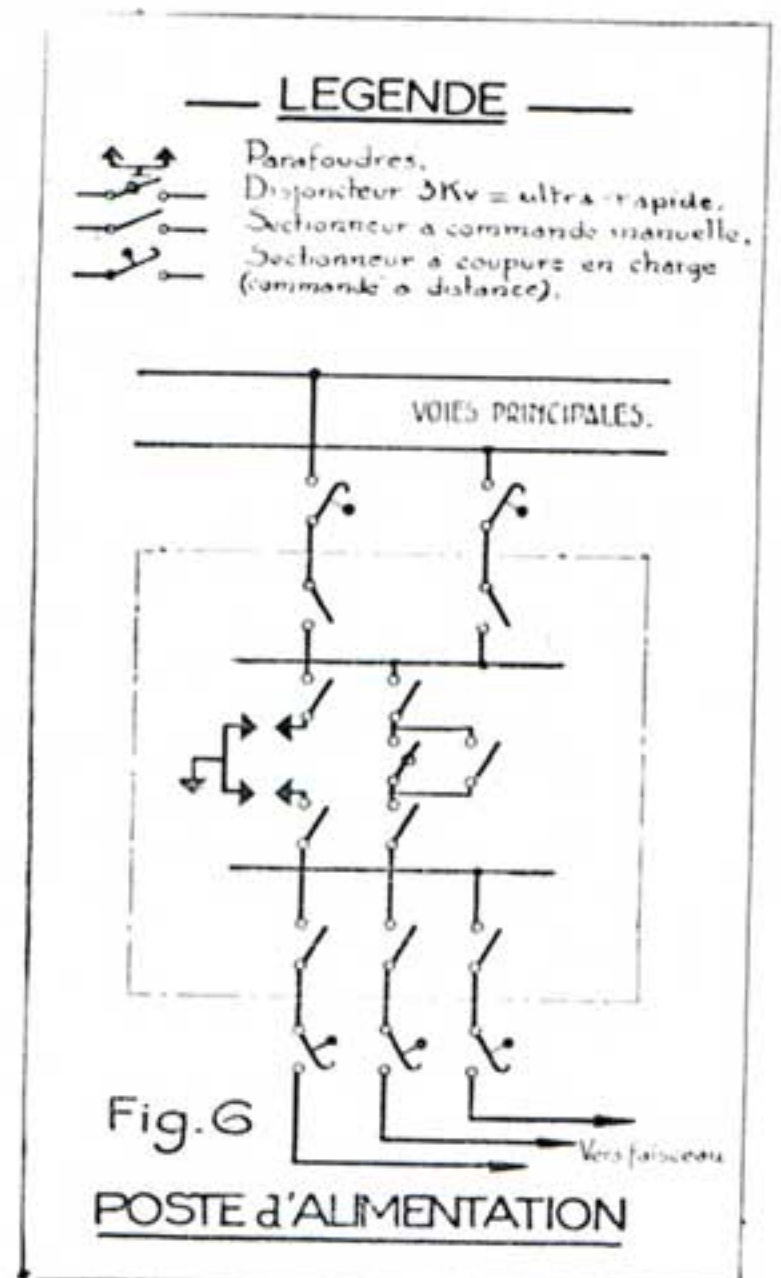


Fig. 6

Il existe en outre en campagne des sectionneurs à coupure en charge qui permettent de tronçonner les lignes caténaires en segments isolés. Les figures 7 et 8 donnent respectivement une vue schématique du tronçon de ligne Luttre-Charleroi, et une vue perspective de toutes les lignes électrifiées jusqu'à présent.

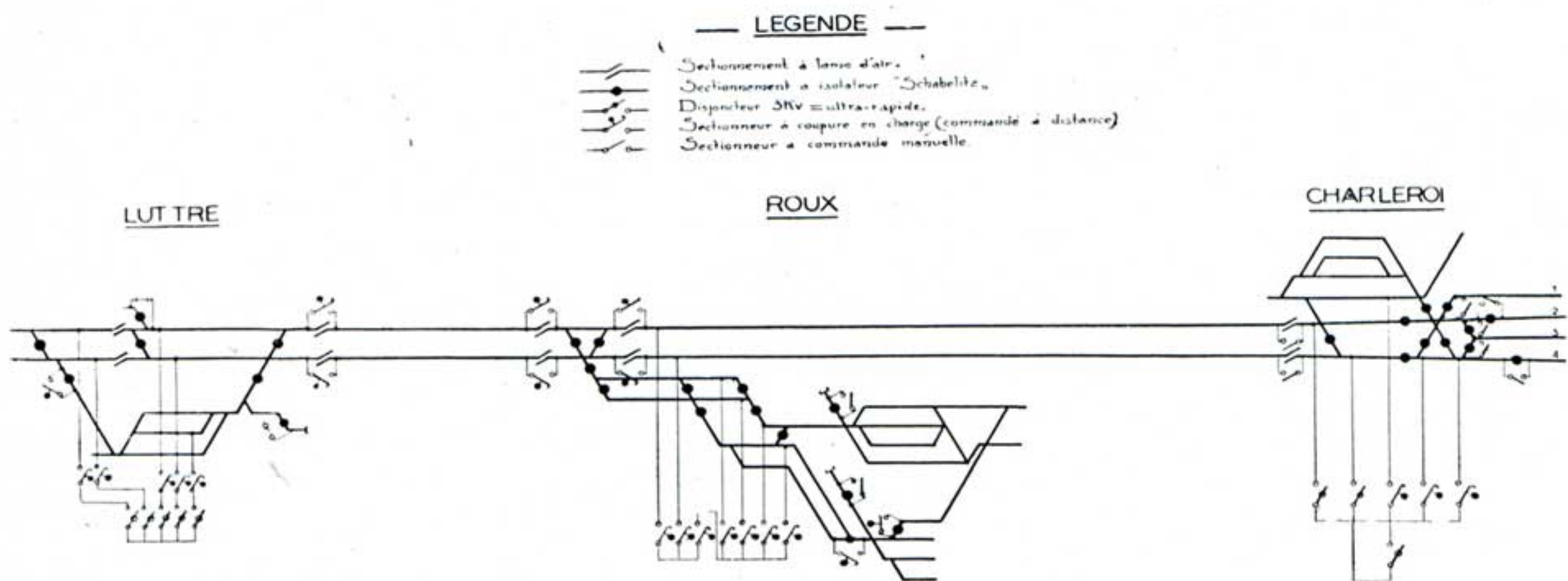


Fig. 7.

### G. Commande des sous-stations.

Au début, les appareils des sous-stations seront commandés sur place à partir du tableau des sous-stations même.

Cette commande sera semi-automatique : c'est ainsi, p.ex. qu'au cours de la mise en service d'un groupe transformateur-redresseur, l'enclenchement du disjoncteur haute tension commandant le groupe, provoquera automatiquement l'enclenchement du disjoncteur de cathode du redresseur, dès que la tension continue normale apparaît aux bornes du redresseur, c'est-à-dire lorsque, après enclenchement du disjoncteur haute tension l'allumage du redresseur aura été correctement réalisé.

Il est toutefois prévu de réaliser dans un avenir prochain la commande à distance des sous-stations à partir de Charleroi, de Bruxelles et d'Anvers.

## II. LIGNES DE CONTACT

### A. Principes directeurs d'établissement.

Les lignes de contact de grande traction ont un double but à remplir : assurer une bonne captation de courant, même à grande vitesse, et constituer un transport d'énergie ne provoquant pas de chute de tension exagérée.

La première préoccupation nous amène à réaliser une surface de contact suffisante et permanente entre le ou les fils de contact d'une part et le frotteur du pantographe de l'autre.

Pour qu'elle soit permanente il faut, outre une pression verticale suffisante, qu'elle soit et reste lisse et propre et que l'on évite donc toute cause de décollements, sources de brûlures.

**SCHEMA DE PRINCIPE DE LA  
DISTRIBUTION DE L'ENERGIE  
ELECTRIQUE DES LIGNES**

**25, 26 ET 124.**

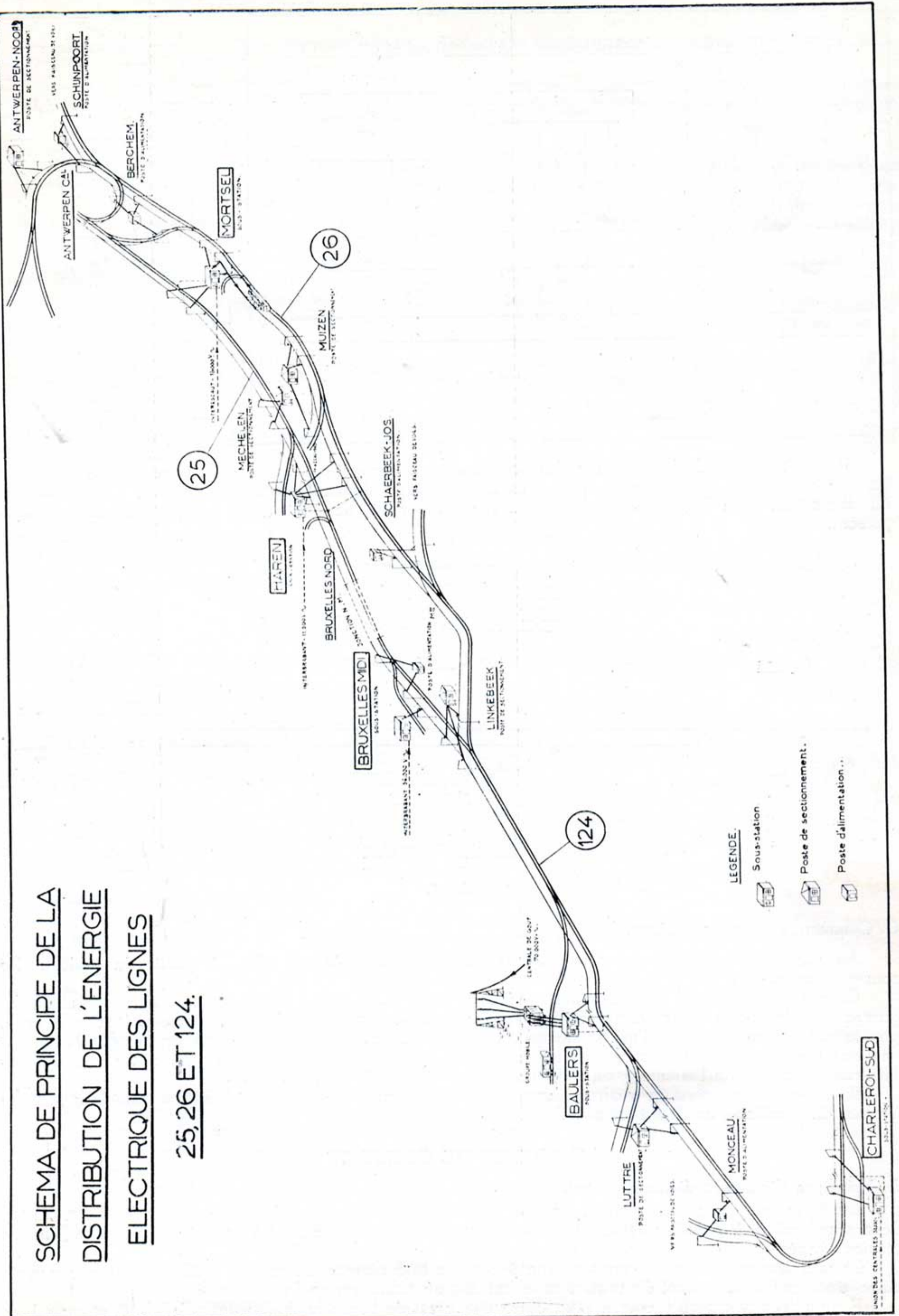


Fig. 8.

Or, les décollements sont précisément d'autant plus à craindre que la vitesse est plus grande. En effet, en supposant une pression verticale pratiquement constante exercée sur le pantographe, l'ordonnée de la trajectoire parabolique virtuelle de décollement est inversement proportionnelle au carré de la vitesse.

Il en résulte que pour une ligne de contact dont les points de suspension se trouvent sur une horizontale il faut limiter les flèches, et les balourds ou points durs en fonction de la vitesse, et d'autre part, il faut limiter de même les inclinaisons et les variations d'inclinaison du plan de contact.

Pour une ligne de contact de grande traction, parcourue à 140 ou 160 km/heure, la flèche maxima du conducteur et son inclinaison admissible devront donc être beaucoup plus petites et les points durs devront être évités avec beaucoup plus de soin que pour une ligne coloniale ou vicinale ou une ligne de tramways urbains.

Eviter les points durs signifie que la suspension doit être homogène.

Quant à la limitation de la flèche, elle ne s'impose que pour autant que la rigidité de la suspension est telle que les différences de niveau maxima des points de contact ne sont pas complètement neutralisées par le relèvement instantané dû à la pression verticale transmise par le pantographe.

En fait, afin d'une part, d'éviter les difficultés d'établissement et surtout de maintien permanent d'une suspension également souple en tous les points de contact, et le coût prohibitif d'une suspension rigide de grande longueur, d'autre part, c'est à la solution intermédiaire que l'on a recours en pratique.

Il importe en effet que les conditions de bonne captation réalisées lors du montage et du réglage à température normale et sans vent, restent suffisamment assurées aux températures extrêmes et dans les conditions atmosphériques les plus défavorables.

Il en résulte notamment que, par des dispositifs appropriés de réglage, on est amené à assurer au fil de contact une tension mécanique et donc aussi une flèche aussi indépendante que possible de ses contractions et allongements lors des variations de température.

Cette tension mécanique constante doit être assez importante afin de vaincre aisément les résistances passives qui s'opposent à son réglage.

D'autre part, il importe d'assurer une rigidité transversale de la suspension telle que le fil de contact soit maintenu dans les limites de la longueur utile du frotteur du pantographe, compte tenu du désaxement systématique ou accidentel de ces deux éléments, par rapport à l'axe de la voie.

Un tel désaxement provient par exemple soit de la superposition au tracé en courbe de la voie du tracé forcément polygonal de la ligne de contact, soit de la fixation dite « en zig zag » du fil de contact au-dessus d'une voie en alignement afin de répartir l'usure du frotteur du pantographe, soit encore de l'inclinaison de ce dernier par suite du dévers de la voie, soit enfin de ressorts brisés. Certaines de ces causes peuvent d'ailleurs agir simultanément.

Nous nous contenterons d'examiner ci-après comment les principes analysés ci-dessus ont déterminé les caractéristiques d'établissement des lignes de contact de pleine voie parcourues aux vitesses maxima.

Il va de soi qu'entre ce type de lignes de contact et celui des lignes de tramway urbain ou de celles d'un faisceau de garage d'une gare par exemple il existe une infinité de solutions intermédiaires qui se rapprochent d'autant plus de celle que nous allons décrire que la vitesse de parcours est plus grande et que la chute de tension admissible y est plus limitée.

Pour ce qui concerne cette dernière préoccupation, il va de soi qu'une fois la tension d'alimentation et l'écartement entre points d'alimentation fixés, elle se réduit à une question de section et de résistivité des conducteurs utilisés en fonction de la consommation en ligne.

## B. Principes et avantages des suspensions caténaïres.

La suspension dite « caténaire » d'une ligne de contact comprend un câble porteur, tendu entre des supports qui sont échelonnés le long de la voie, auquel le fil de contact est suspendu au moyen de pendules de longueurs appropriées.

La hauteur du point de suspension du câble porteur au-dessus de celui du fil de contact s'appelle « l'encombrement » de la suspension caténaire.

Lorsque la tension mécanique du fil de contact est réglée, ce qui se fait automatiquement tous les 1200 m environ au moyen d'appareils à contrepoids ou à ressorts compensés, nous assistons, lors des variations de température, à un cheminement de ce fil par rapport au câble porteur. En nos régions ce cheminement peut atteindre, pour un tronçon de 1200 m une amplitude totale, entre températures extrêmes de quelque 60 cm aux abords des appareils de réglages, qui sont prévus à chaque extrémité.

Les extrémités inférieures des pendules, agrafées sur le fil de contact, suivent évidemment ce déplacement.

Or, les extrémités supérieures de ces mêmes pendules ne peuvent pas coulisser d'autant sur le câble porteur, du moins à proximité des supports.

En effet, afin de limiter la section et la tension de poste de ce dernier à une valeur admissible on est amené à lui donner une flèche appréciable.

Il en résulte que près des supports il prend une inclinaison telle que les pendules coulissent difficilement en montée, et en tous cas provoqueraient un dérèglement inadmissible du niveau de contact.

Deux solutions s'avèrent dès lors possibles :

1° *la suspension caténaire simple à grand encombrement et avec pendules oscillants* : disons tout de suite que pour des vitesses de 140 à 160 km/h elle exigerait un encombrement absolument prohibitif, s'il faut allonger les pendules de telle façon que pour un cheminement maximum, les différences de relèvement des extrémités inférieures de deux pendules voisins soient suffisamment réduites.

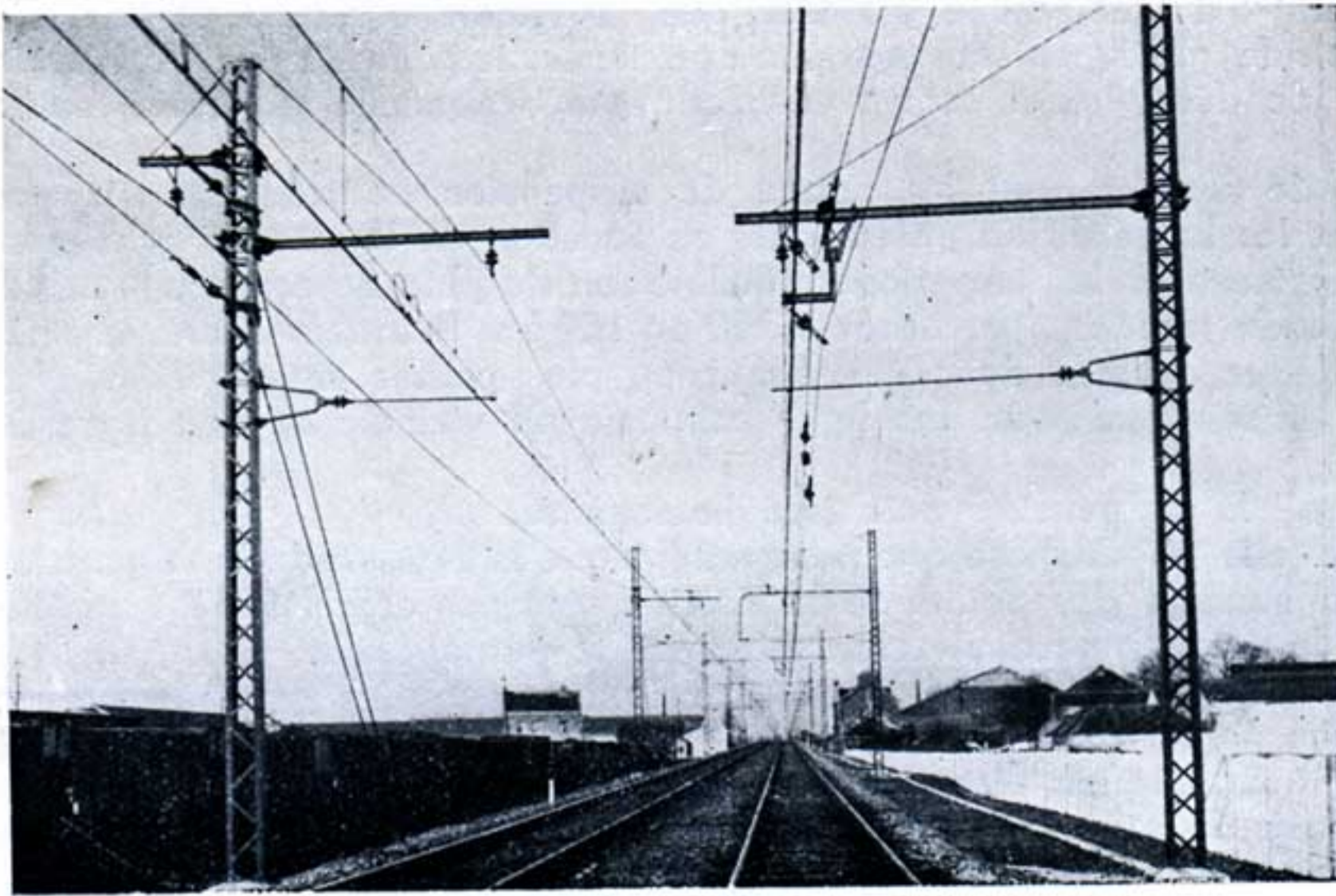


Fig. 9. — Suspension caténaire compound.

2° la suspension caténaire dite « compound » : ce mode de suspension comprend un fil auxiliaire, non réglé, qui est suspendu en position sensiblement horizontale au câble porteur au moyen de pendules à extrémités fixes et auquel deux fils de contact, réglés, sont suspendus à leur tour au moyen de petits pendules coulissants.

Ce système, présente un encombrement minimum et réalise une suspension d'une horizontalité et d'une homogénéité remarquables.

Tous les petits pendules coulissants sont légers et identiques, et de plus alternés pour réaliser la suspension indépendante de

chacun des deux fils ; est ainsi réduit au minimum, le léger inconvénient qu'offre le point dur qu'ils constituent.

Notons ici toutefois, à titre d'information, que certains réseaux de grande traction n'utilisent pas la caténaire compound mais des systèmes de conception plus hétérogène qui se situent en fait entre les deux solutions extrêmes signalées ci-dessus. Nous nous bornerons à signaler à ce propos la caténaire à grand encombrement dite « caténaire en Y » utilisée en Hollande et la caténaire italienne qui remplace le fil auxiliaire de la caténaire compound par des étriers de coulissage fixés au câble porteur, et ce seulement pour autant que l'inclinaison de celui-ci à cet endroit ainsi que l'amplitude du cheminement du pendule correspondant le justifient.

### C. La suspension caténaire compound de 360 mm<sup>2</sup>.

Le système de suspension caténaire compound dite « de 360 mm<sup>2</sup> », appliqué en Belgique, comporte une utilisation rationnelle de la section de conducteur nécessaire au transport en ligne de la puissance requise par un réseau dense, à fort trafic et alimenté sous 3.000 volts.

Sa section totale qui correspond à un équivalent de 360 mm<sup>2</sup> de cuivre électrolytique, est constituée en réalité d'un câble porteur en bronze de 94 mm<sup>2</sup> de section, ayant à supporter un effort mécanique pouvant atteindre au maximum 1840 kgs, d'un fil auxiliaire rond de 104 mm<sup>2</sup> en cuivre au cadmium, soumis à une tension maximum de 1387 kgs et de deux fils de contact rainurés, chacun de 100 mm<sup>2</sup> de section, en cuivre électrolytique, et dont la tension mécanique est maintenue à 1.000 kgs par fil.

La ligne de contact ainsi constituée est suspendue par l'intermédiaire d'isolateurs à des consoles montées sur pylônes ou à des traverses de portiques. L'encombrement mesure 1,65 m.

Alors que pour la suspension dite « tramway » c'est le fil de contact qui est directement suspendu, pour la caténaire compound ou simple c'est évidemment le câble porteur ainsi qu'il est figuré sur la photographie de la fig. 9 prise sur la ligne Bruxelles-Anvers.

Afin de fixer la suspension caténaire dans le sens transversal, il est prévu au droit de chaque support, un dispositif d'attache latérale dénommé « antibalançant ».

En alignement et dans les courbes de rayon supérieur à 10.000 m, où il ne s'agit que d'empêcher le déplacement latéral par l'effet du vent sur la ligne et de réaliser le tracé en zig-zag des fils de contact un simple bras de rappel isolé fixé au câble auxiliaire suffit.

La photographie de la fig. 9 en montre divers cas d'application.

Dans les courbes de rayon inférieur à 10.000 m la composante radiale de la tension dans les fils de contact tend à relever ces derniers de manière exagérée et l'on est obligé de reprendre cet effort au moyen de légères biellettes, articulées aux deux extrémités, qui sont fixées d'un côté sur le bras de rappel isolé dont question ci-dessus et de l'autre sur le fil de contact.

Sur la photographie de la fig. 10 on distingue deux cas d'application de ces biellettes, lesquelles doivent toujours être montées de manière à n'être sollicitées qu'en traction seulement.

### D. Equipements tendeurs et sectionnements à lame d'air.

La fig. 10 montre un type d'appareil tendeur à contre-poids destiné au réglage automatique de la tension mécanique des fils de contact.

Cet appareil comporte essentiellement un tambour et une poulie à gorge calés sur le même axe et dont les diamètres sont dans le rapport de 1 à 5.

L'extrémité des fils de contact est ancrée à un câble qui s'enroule sur le tambour, tandis que le câble du contre-poids est solidaire de la poulie. Un poids de fonte de 400 kgs réalise ainsi la tension désirée sur les deux fils de contact.



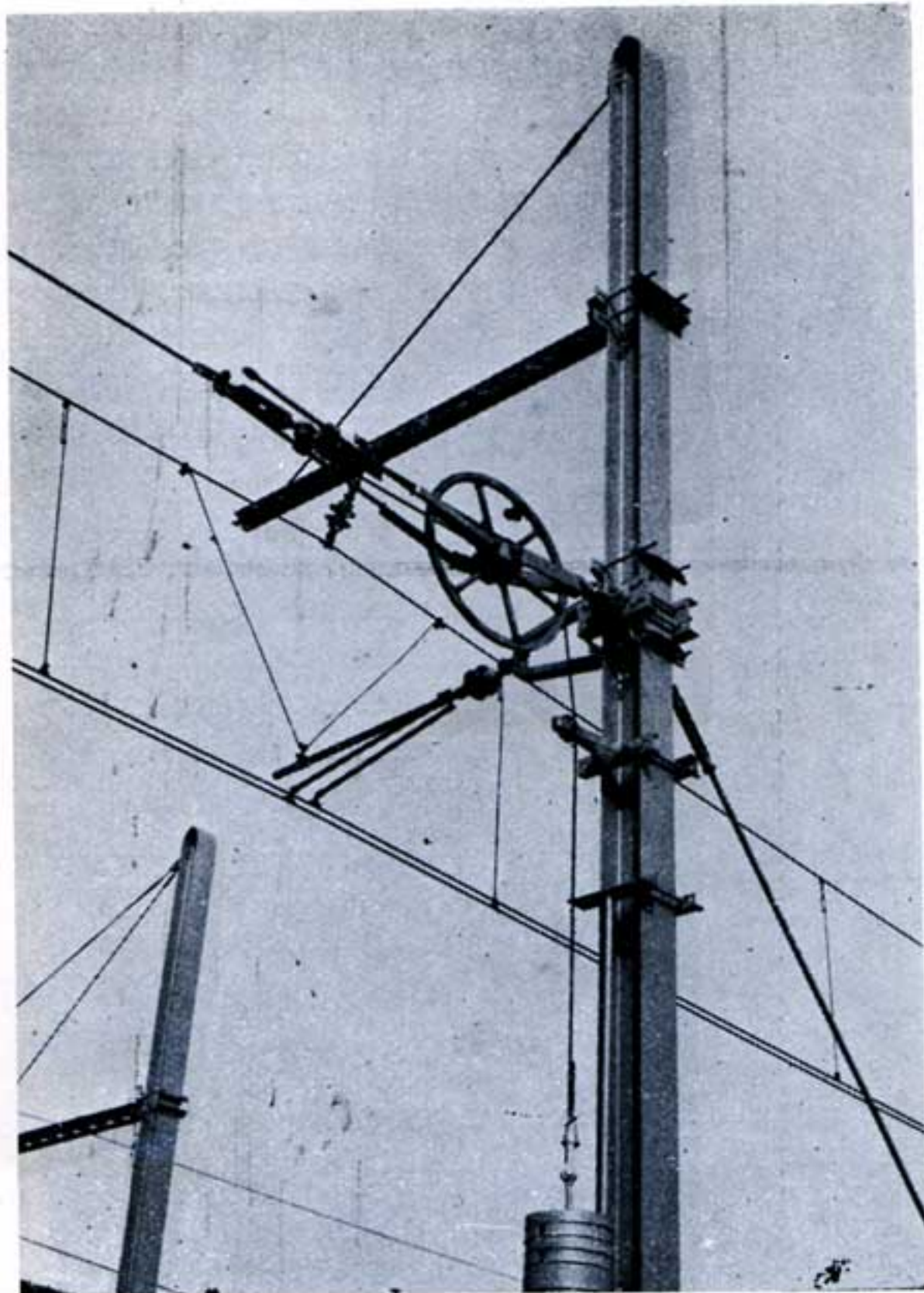


Fig. 10. — Appareil tendeur.

Ainsi que nous l'avons vu précédemment les longueurs de fil de contact ainsi réglées sont de 1.200 m. environ et comportent un appareil tendeur à chaque extrémité

Notons encore que deux zones de réglage successives chevauchent sur une longueur de plusieurs portées, réalisant ce que l'on appelle un « équipement tendeur » qui comporte ainsi une zone commune où le pantographe peut à pleine vitesse et sans heurt passer d'un tronçon de fils de contact sur l'autre. De part et d'autre de cette zone commune l'une et l'autre des extrémités de fils de contact est relevée puis déviée, au besoin avec croisement à travers le plan de la caténaire, pour venir s'ancrer sur l'appareil tendeur correspondant.

Ce même principe de zone commune est appliqué également à la réalisation des sectionnements mécaniques et électriques dits « à lame d'air » qui limitent les sections de lignes pouvant être mises hors tension pour réparations, travaux ou entretien.

La suspension figurée à droite de la photographie de la fig. 9 relative à la ligne Bruxelles-Anvers, donne une idée assez nette de la réalisation d'un tel sectionnement sur quatre portées, le support muni d'une console à bec en constituant le point central.

Ici de part et d'autre de la zone commune c'est l'entièreté de l'une et l'autre des extrémités de suspension caténaire qui sont relevées puis déviées pour aller s'ancrer sur les poteaux d'extrémité, haubanés en conséquence tout comme le poteau d'ancrage représenté à gauche sur la même photographie de la fig. 9.

### E. Les supports et leurs fondations.

Les poteaux en béton ayant été écartés par suite surtout de leur manque de résistance à la torsion en cas de rupture accidentelle de ligne et les poteaux en treillis métallique étant actuellement plus coûteux, c'est uniquement au moyen de poteaux Grey que nos supports pour lignes de contact de pleine voie sont réalisés pour le moment.

L'emploi de poteaux tubulaires en acier ou en béton précontraint, qui offrent beaucoup moins de prise de vent, n'est toutefois pas exclu pour l'avenir, pour autant que leur prix puisse se comparer avantageusement aux prix des autres poteaux.

Les poteaux Grey sont parachevés en ogive au sommet et ont une fiche de 1,20 m scellée dans un massif de fondation en béton.

Pour des motifs qui trouvent leur justification initiale dans les modalités d'exécution qui seront décrites plus loin, ces massifs ne sont le plus souvent pas armés et comportent un volume de béton relativement important.

### F. Sujétions de sécurité, d'exploitation et d'entretien.

Outre les préoccupations dominantes visant à assurer une bonne captation et un transport économique du courant, il nous semble utile de dire un mot également de certaines autres sujétions, moins importantes sans doute, mais qui n'en ont pas moins une influence non négligeable sur les modalités d'établissement des lignes de contact de grande traction.

Il convient tout d'abord de ne pas perdre de vue que ces installations sont soumises à une tension continue de quelque 3.000 volts, sans parler encore des surtensions instantanées d'origine atmosphérique. Il en résulte évidemment des préoccupations toutes spéciales visant à assurer au mieux la sécurité tant du personnel d'entretien et d'exploitation que des voyageurs et de tous ceux qui peuvent être amenés à approcher dangereusement des installations.

Signalons à ce sujet les soins apportés à la réalisation d'un isolement largement conditionné de toutes les parties sous tension, d'une mise à la terre ou au rail de toutes les autres parties métalliques susceptibles d'être mises accidentellement sous tension, et d'un circuit de retour par les rails présentant un minimum de résistance ohmique afin de favoriser les déclenchements de protection éventuels.

Notons également le placement de portiques gabarits devant les passages à niveau, de tôles ou de grillages de protection aux balustrades des passages supérieurs, ainsi que d'avis affichés à l'intention des voyageurs, les consignes et manœuvres de sécurité imposées au personnel, etc...

D'autre part, étant donné que les lignes électrifiées sont normalement des lignes à grand rendement et donc à fort trafic, l'on conçoit que toute entrave dans l'exploitation d'une ligne peut avoir des conséquences économiques importantes qu'il faut s'efforcer d'éviter.

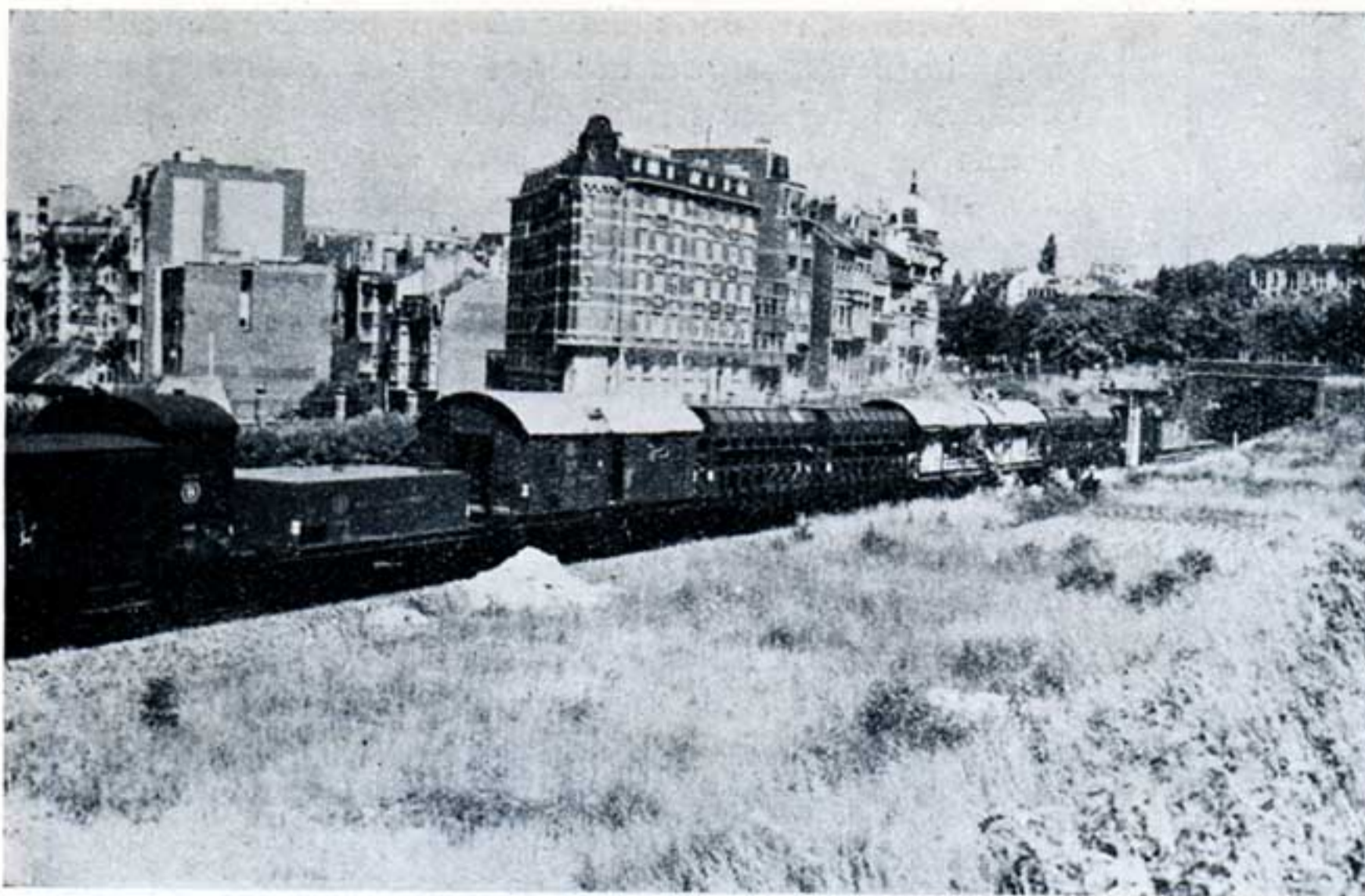


Fig. 11. — Train de bétonnage.

ne se fasse pas aux dépens du coût direct et indirect des sujétions d'entretien qui peuvent en découler.

Il va de soi que dans ce domaine le choix judicieux des matières premières et les précautions à prendre contre les usures anormales et les destructions accélérées de certains éléments revêtent une importance capitale et souvent décisive.

### G. Construction des lignes de contact.

La construction des lignes de contact comprend trois phases principales qui sont, dans l'ordre : l'établissement des massifs de fondation, le levage des supports et le montage des fils et câbles.

Les travaux de fouilles proprement dits sont souvent précédés du renforcement des voies et de l'enlèvement du ballast.

Ensuite, on pose un cadre en bois qui délimite l'implantation et les dimensions du massif.

Les fouilles sont exécutées à la main avec, en cas de nécessité, l'appoint d'outillage mécanique. Le boisage des parois latérales n'est effectué que lorsqu'il y a danger d'éboulement des terres.

Quand la fouille est terminée on fixe un « carotte » métallique sur le cadre. Cette carotte permet de réaliser l'alvéole nécessaire à la plantation du poteau dans le massif.

Les installations ferroviaires, même en pleine voie, ne se prêtent guère à l'installation de nombreux petits chantiers de bétonnage, c'est pourquoi l'on utilise des trains de bétonnage à grande production qui remplissent les fouilles en un minimum de temps.

Le train de bétonnage (fig. 11) employé pour couler les massifs des lignes Bruxelles-Charleroi et Linkebeek-Anvers-N. se compose de :

- 4 wagons trémies d'une capacité unitaire de 37 m<sup>3</sup> ;
- 2 wagons bétonnières ;
- 1 wagon citerne d'une capacité de 27 m<sup>3</sup> ;
- 1 wagon électrogène avec un groupe Diesel alternateur de 125 CV produisant l'énergie électrique nécessaire aux moteurs du train ;
- 1 ou plusieurs wagons plats pour le transport de matériel et d'outillage.

Le sable et le gravier préalablement mélangés sont amenés des wagons trémies aux bétonnières par courroies transporteuses.

Les sacs de ciment sont déversés au fur et à mesure des besoins dans une trémie.

Une pomperie installée sur le wagon électrogène permet de refouler l'eau du wagon citerne

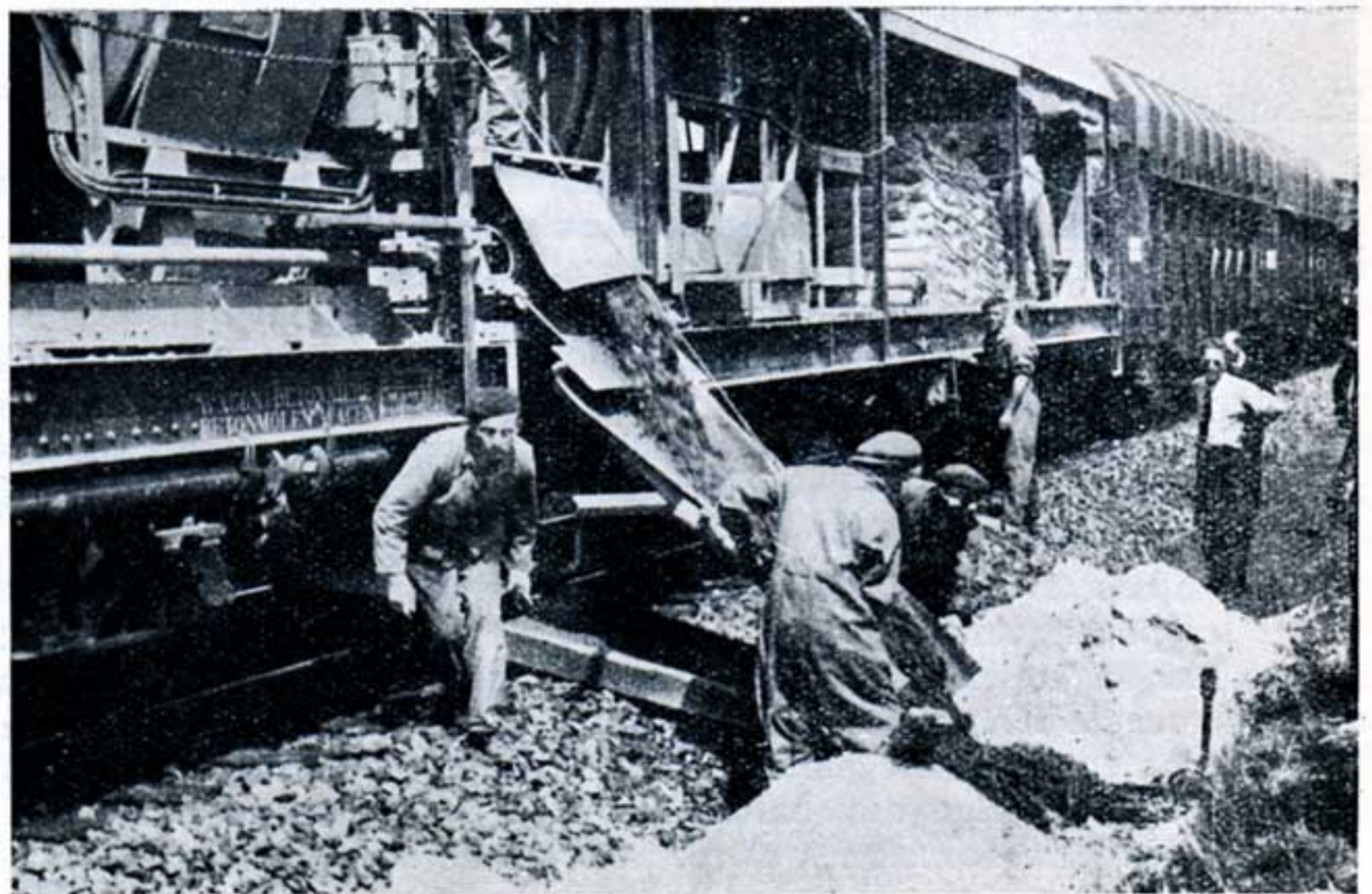


Fig. 12. — Coulage du béton dans la fouille.



Fig. 13. — Train-dérouleur.

Le poteau doit être scellé le plus tôt possible après le plombage pour éviter les déplacements accidentels qui pourraient survenir entretemps.

Le scellement est effectué avec le train de bétonnage.

Avant la prise du béton, une dernière visite a lieu pour déceler et corriger les dérèglages éventuels des poteaux sous l'effet des coups de vent ou des trépidations dues au passage des trains.

\*\*

Les consoles et leurs accessoires sont distribués par train de route devant chaque poteau.

Ensuite, une équipe d'ouvriers procède au levage des consoles préalablement « habillées » à l'aide d'un palan. La fixation au poteau de la console et de son hauban est effectuée avec les outils ordinaires.

Les consoles pour double voie et les traverses de portiques en raison de leur poids et de leur encombrement, sont levées à la grue.

Le train utilisé pour le déroulement des conducteurs comporte un wagon dérouleur et un wagon plate-forme (fig. 13 et 14).

Le wagon dérouleur transporte six à dix tourets de fils et câbles calés sur des axes pouvant tourner sur un châssis.

Le wagon plate-forme, comme son nom l'indique, est pourvu d'une plate-forme télescopique manœuvrée par un treuil à main.

Avant de commencer le déroulement la queue d'ancrage du câble porteur est fixée à un poteau d'ancrage de sectionnement.

Au fur et à mesure que le train avance, le câble se déroule et les hommes debout sur la plate-forme le suspendent sous chaque console au moyen de petites poulies folles.

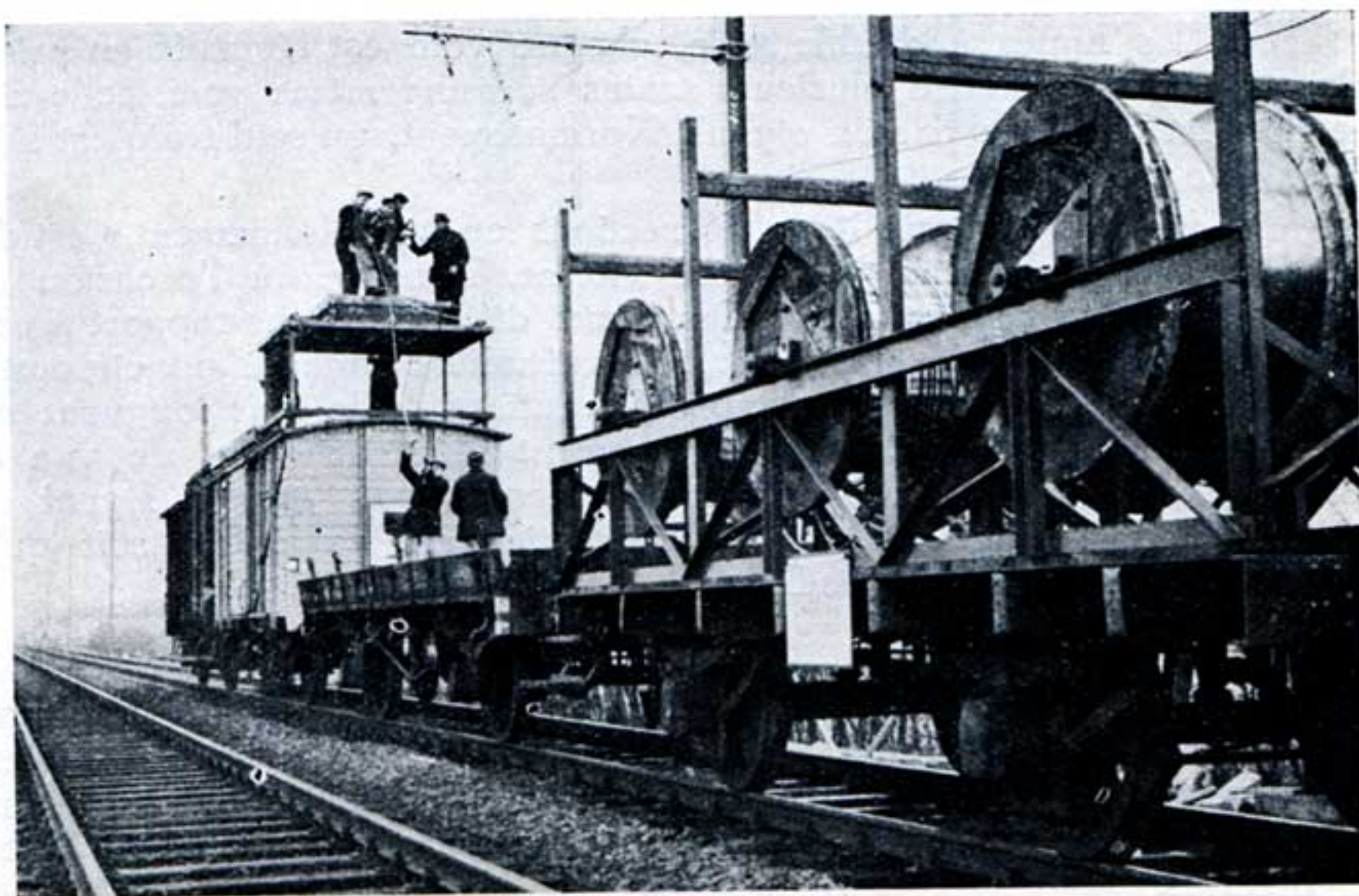


Fig. 14. — Wagon-dérouleur.

Le déroulement est arrêté au poteau d'ancrage de l'équipement tendeur (ancrage provisoire) ou du sectionnement suivant (ancrage définitif).

Le porteur auxiliaire est tiré de la même façon que le porteur principal. Il est suspendu à ce dernier par des crochets qui ont la même longueur que les pendules définitifs.

Les deux fils de contact sont déroulés simultanément en prenant grand soin d'éviter de les blesser ou de les tordre. Ils sont suspendus au porteur auxiliaire par des crochets doubles.

Tous ces fils et câbles ont été tendus provisoirement.

Maintenant, il s'agit de donner au porteur principal sa tension de pose définitive.

Celle-ci doit être déterminée en tenant compte de la température et du vent au moment de la pose. L'effort de traction est exercé par la locomotive et contrôlé par un dynamomètre.

On fixe alors le câble dans les pinces des isolateurs et on vérifie sa flèche dans chaque portée.

Le porteur auxiliaire est tendu, à son tour, de la même manière que le porteur principal et les crochets de suspension sont remplacés par les pendules qui peuvent être préfabriqués ou coupés sur place à leur longueur définitive.

Les fils de contact ayant été soumis à la tension de leurs appareils tendeurs, les crochets doubles sont également remplacés par les petits pendules coulissants.

Enfin, on place les antibalançants.

Signalons que le montage des isolateurs, pendules, anti-balançants, etc., s'effectue en utilisant des échelles doubles sur lorries.

L'équipement des appareillages spéciaux, des grands portiques de gare tels que ceux de la gare de Bruxelles-Midi (fig. 20 à la fin de cet article) et des ouvrages d'art exige des opérations beaucoup plus complexes et délicates sur lesquelles nous ne pouvons nous étendre dans le cadre du présent article.

La phase du montage est normalement suivie de celle du réglage qui concerne notamment les tensions, les flèches, les pendules, les ancrages, les désaxements, etc.

En outre, avant de mettre la ligne en service, il faut encore procéder à la vérification de sa tenue mécanique jusqu'à la vitesse maximum, à des mesures d'isolement et de rigidité diélectrique et à des essais de captation de courant aux différentes vitesses.

Généralement, la mise au point finale de la ligne de contact, c'est-à-dire la correction de toutes les petites défauts, s'échelonne encore sur plusieurs mois après la mise en service.

### III. — SIGNALISATION

#### A. Généralités.

L'électrification d'une voie ferrée affecte profondément la signalisation de celle-ci.

Il est en effet évident qu'en introduisant des conditions techniques nouvelles, on impose des mesures d'adaptation. Ces récentes conditions techniques consistent dans la présence du courant de traction dont le retour s'effectue par les rails et dans l'introduction dans la superstructure de la voie d'un équipement de nature à réduire la visibilité des signaux, dont l'emplacement latéral est au surplus conditionné par la modification apportée au gabarit de section libre pour assurer le passage du pantographe.

Mais il y a une seconde raison aussi importante que la première, quoique moins directe. Le bénéfice que l'on attend de l'électrification provient dans une large mesure des performances supérieures du matériel électrique tant au point de vue vitesse qu'au point de vue accélération. Pour mettre à fruit ces possibilités nouvelles, il faut revoir les emplacements des signaux — le sectionnement — en fonction des nouveaux horaires et déplacer, sinon tous les signaux, du moins bon nombre d'entre eux. Il n'est pas exagéré de dire que la signalisation d'une ligne est pratiquement renouvelée au moment de son électrification.

#### B. Sectionnement.

Sur les lignes à double voie, chaque voie est réservée en principe à un seul sens de circulation. Pour pouvoir admettre plusieurs trains sur une même voie, celle-ci est partagée en sections; chaque section est couverte par un signal. Normalement, un seul train est admis dans une section et celle-ci est alors dite « occupée ».

Le découpage d'une ligne en sections ou « sectionnement » est déterminé en fonction de la cadence de succession des trains et de leur vitesse. Dès lors, à l'occasion de l'électrification d'une ligne, la succession et la vitesse des trains étant différentes par rapport à celles en vigueur en traction vapeur, le sectionnement de la ligne doit être réétudié et adapté aux circonstances nouvelles.

De la détermination du nombre de sections et de leur longueur découle l'emplacement des signaux qui doivent les couvrir. Cet emplacement idéal au point de vue de l'exploitation de la ligne doit ensuite être adapté aux circonstances locales, soit que le signal doive assurer en même temps la protection d'un point dangereux (bifurcation par exemple), soit qu'il faille choisir un emplacement voisin pour améliorer la visibilité.

#### C. Type de signalisation.

Nous renvoyons le lecteur à l'article publié par la Revue « Trains » du mois d'octobre 1947 pour la description détaillée du signal employé sur les lignes électrifiées de la S.N.C.B. On y trouvera également les multiples avantages de cette nouvelle signalisation lumineuse.

Ajoutons y quelques détails de réalisation pratique qui ont fait l'objet de recherches minutieuses et précises.

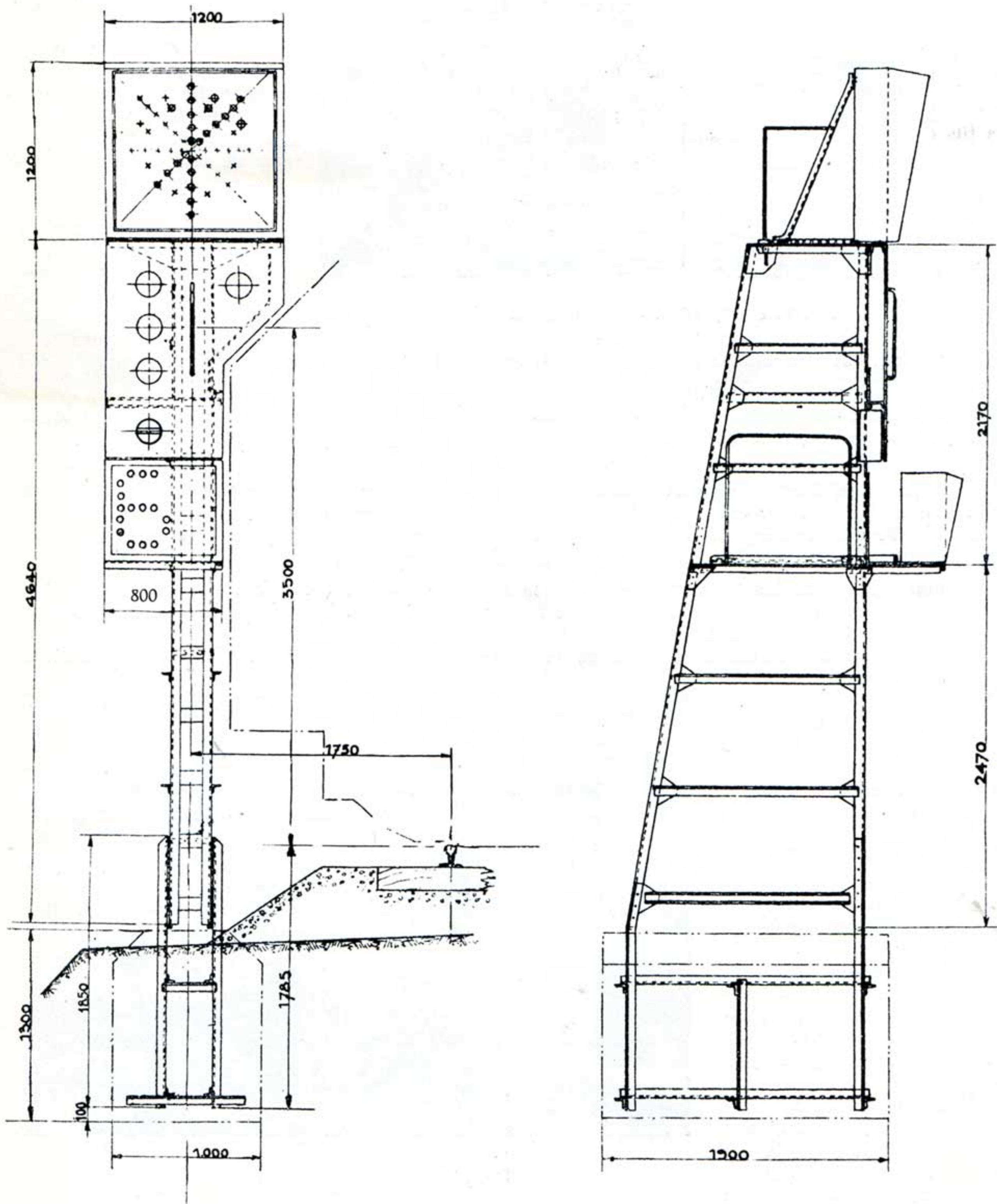


Fig. 15. — Signal lumineux.

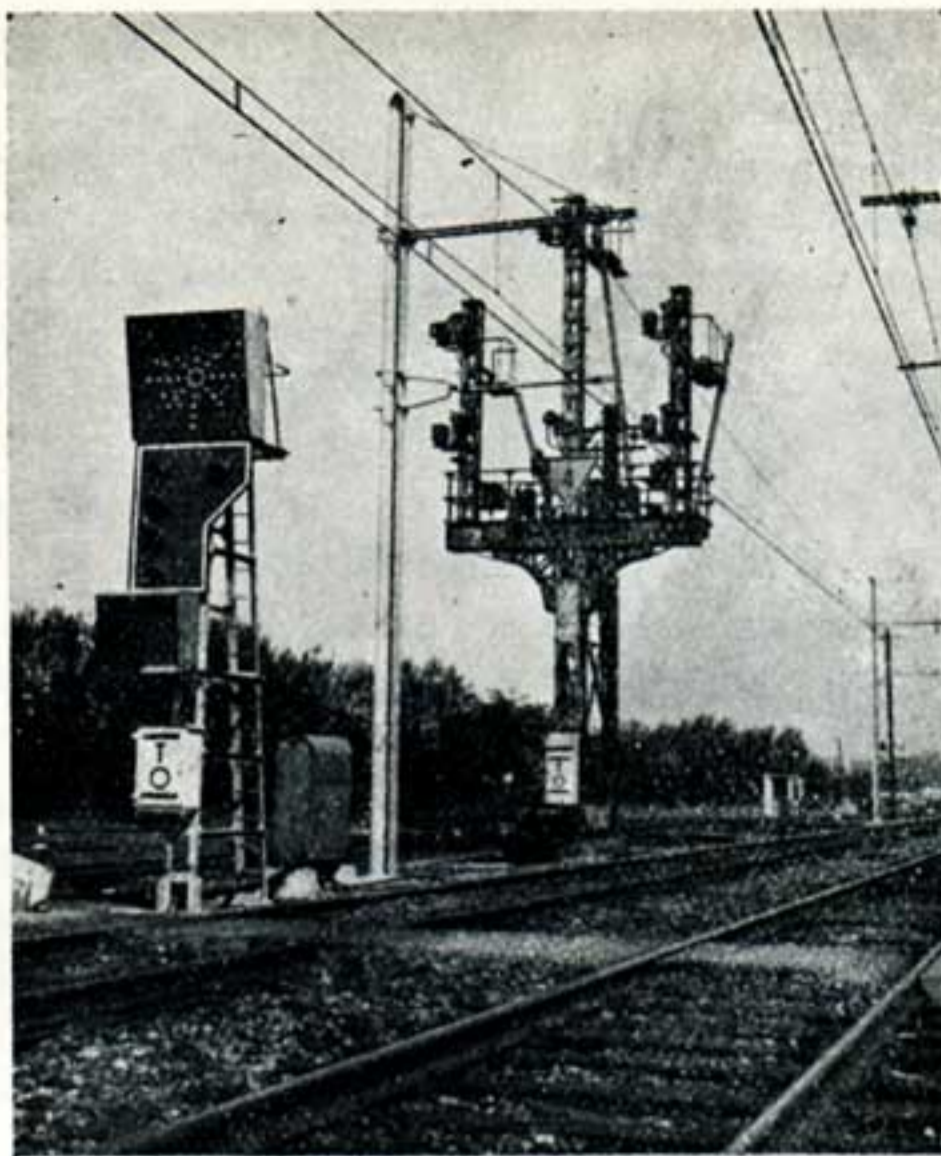
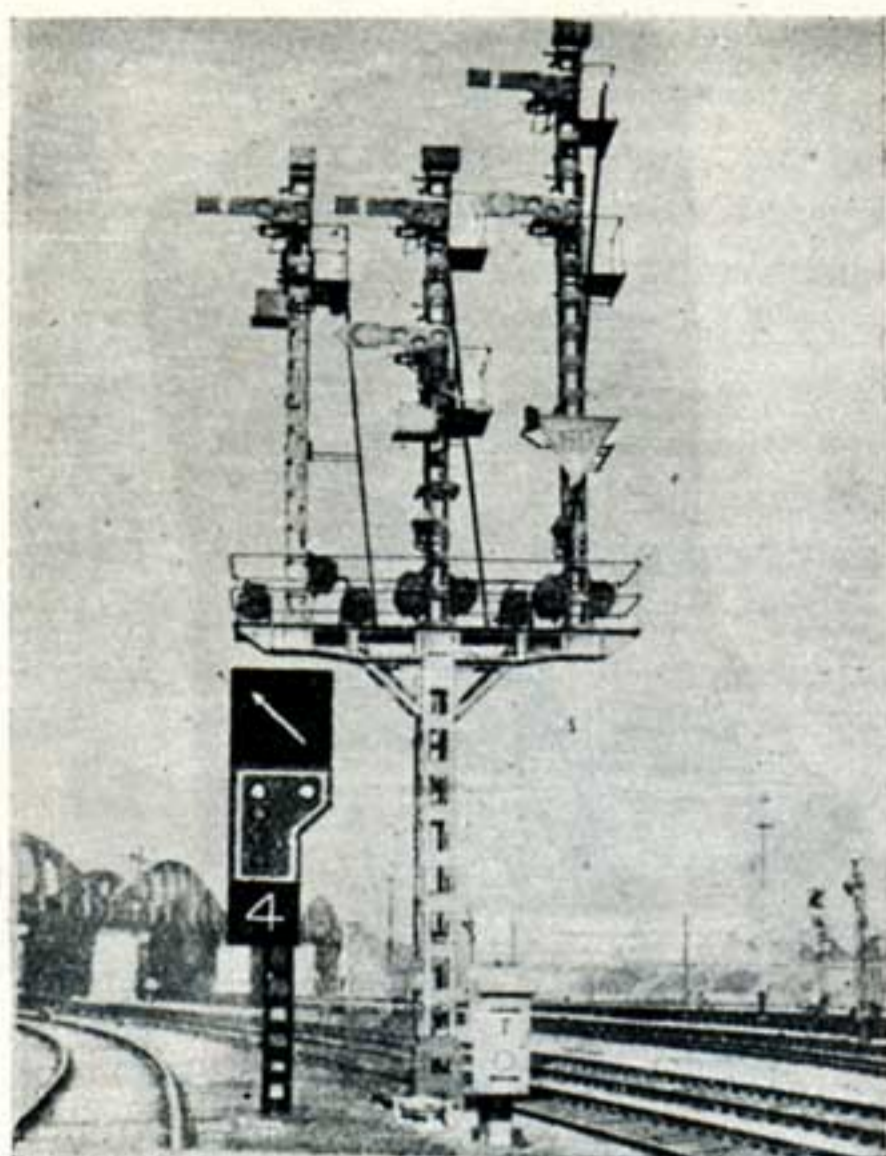


Fig. 16 et Fig. 16bis. — Comparaison.

Chaque feu principal est constitué par une « unité lumineuse » donnant un faisceau lumineux de couleur déterminée ; chacune est fixée en trois points sur le panneau central jouant donc à la fois le rôle de support et d'écran de fond.

Les caractéristiques optiques fondamentales d'une telle unité sont l'intensité lumineuse du faisceau émis, comptée suivant l'axe optique de celui-ci et sa divergence ou angle d'ouverture. Dans les voies en alignement droit, le choix s'est porté sur les valeurs de 4 degrés pour la divergence et de 6.000 bougies pour l'intensité en lumière blanche : le faisceau ainsi ob-

tenu, assez étroit, est favorable à la visibilité à distance et évite les confusions de signaux dans le cas de voies parallèles et de même sens.

Pour les voies en courbe de faible rayon, de même que pour l'équipement des signaux de tête de faisceau, qui doivent être visibles sous de grands angles, des optiques à plus grande divergence (jusque 20 degrés) ont été prévues.

Dans la pratique, il est admis qu'un observateur se trouvant en dehors de l'angle de divergence d'un faisceau lumineux, ne verra plus assez distinctement le feu dont il est issu. Il est donc indispensable pour la sécurité de l'exploitation, que l'œil du conducteur ne s'écarte pas sensiblement de l'axe optique des unités lumineuse dans la zone où le signal doit être observé.

C'est ainsi que, dans les types normaux, le feu le plus impératif (feu d'arrêt rouge) est placé à 3,5 mètres au-dessus du rail, hauteur moyenne de l'œil du mécanicien. Les autres feux principaux sont groupés autour de lui, avec un écartement suffisant pour éviter que deux feux brûlant simultanément viennent se confondre à distance en un seul, la distance entre les centres de tels feux a été fixée à 0,60 mètre.

Quant aux feux secondaires de direction et de vitesse, leur éclat est plus faible pour ne pas gêner la visibilité des feux principaux ; en outre, en leur position excentrée, ils sont équipés d'optique à divergence de 14 degrés.

L'ensemble du signal lumineux ainsi constitué est réalisé en construction soudée dont la figure 15 représente un modèle.

Pour pouvoir juger de la grandeur effective de ce signal par rapport à un chandelier actuel de la signalisation sémaphorique, il suffit de jeter un coup d'œil sur les photographies des fig. 16 et 16bis.

Il n'est pas toujours possible de planter les supports des signaux à gauche de la voie. Le cas se présente surtout dans les grandes gares, où plusieurs voies cheminent parallèlement l'une à l'autre, avec une entrevoie minimum qui ne laisse pas de place pour l'implantation des signaux nécessaires.

Quand un signal ne peut être dressé, à gauche de la voie à laquelle il s'adresse, on peut au moins y ramener le panneau des feux au moyen d'une potence plantée à droite, dont le bras enjambe la voie intéressée par dessus la suspension de la ligne de contact.

Dans certains cas exceptionnels, on est même obligé de suspendre les signaux à une passerelle

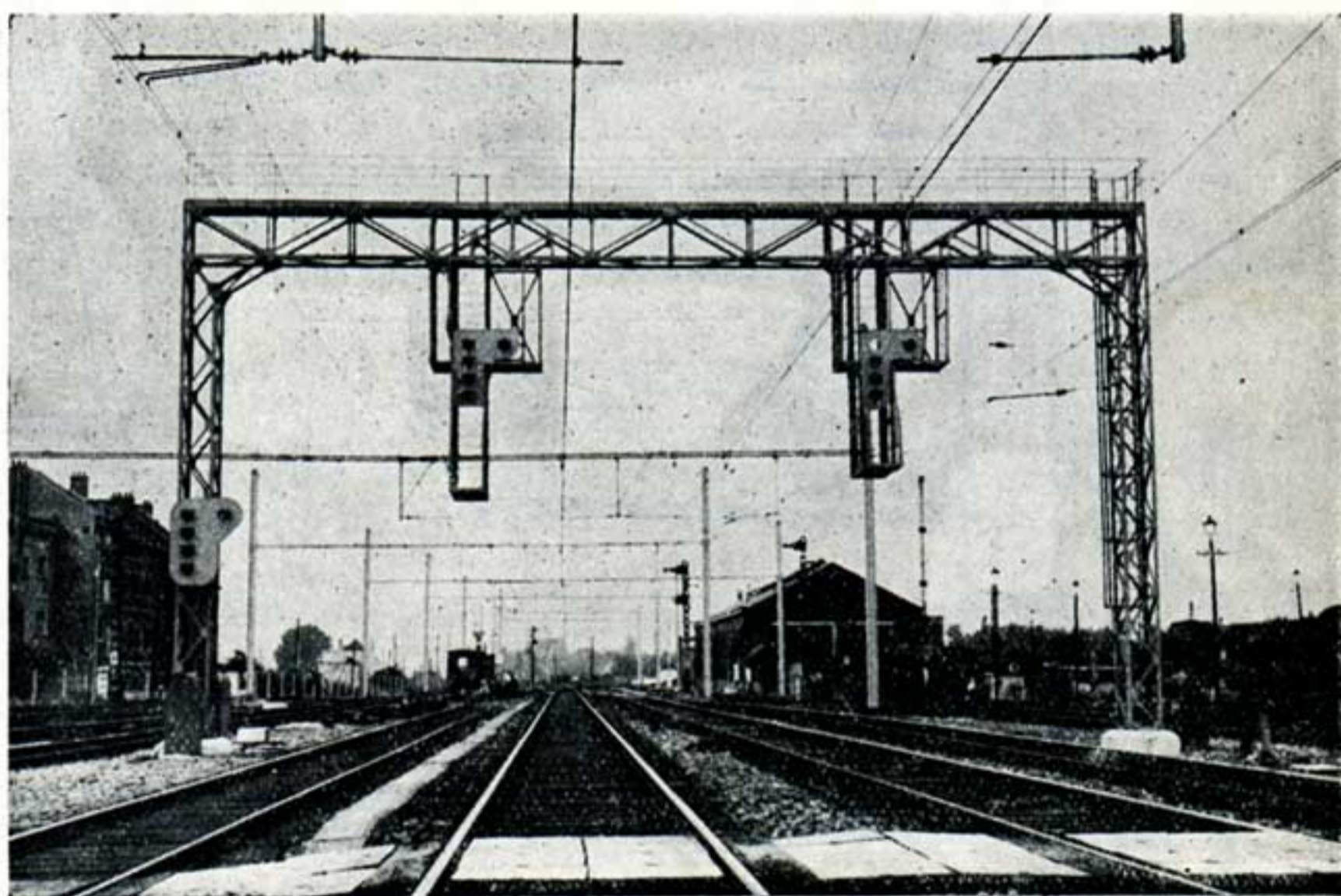


Fig. 17. — Passerelle à signaux.

enjambant plusieurs voies. La figure 17 montre la disposition d'une passerelle intéressant quatre voies électrifiées à Baulers.

On se rend compte de l'importance prise par cette construction à cause du gabarit de traction électrique. La passerelle doit passer au-dessus de la caténaire. Les signaux doivent être suspendus le plus bas possible entre les gabarits de manière à améliorer leur visibilité à faible distance, les trains devant s'arrêter au pied du signal.

La figure 17 montre bien la hauteur d'un signal suspendu à la passerelle entre deux gabarits, comparée à celle d'un signal ordinaire.

Des précautions spéciales doivent être prises pour empêcher le personnel affecté à l'entretien des unités lumineuses, au nettoyage des lentilles et au remplacement des lampes, d'empiéter dans le gabarit, soit lui-même, soit avec ses outils, de même qu'il faut le protéger contre un contact accidentel avec un élément porté au potentiel de 3.000 volts.

Pour assurer cette protection d'une manière efficace, les signaux sont fixés dans des nacelles complètement entourées de grillages.

#### D. Block automatique et sécurités.

Le remaniement du sectionnement de block, nécessité par l'électrification se traduit généralement par un raccourcissement des sections. Il appelle un autre complément sur les lignes à trafic très dense. En effet, en exploitation normale, les trains circulent sous le régime du block qui implique que chaque section ne soit jamais occupée que par un seul train à la fois. Indépendamment des sécurités qui peuvent être matérialisées, la réalisation de ce programme nécessite entre les postes de signalisation un système complexe de communications comportant en principe : la demande d'autorisation de pénétration en section (du poste amont au poste aval), l'octroi de l'autorisation (du poste aval au poste amont), l'annonce de pénétration en section (du poste amont au poste aval), l'annonce de sortie de section (du poste aval au poste amont). En cas de bloc enclenché, l'octroi de l'autorisation est matérialisé par une opération manuelle sur les appareils de block. Les annonces se font par téléphone et s'accompagnent d'inscriptions dans des carnets adéquats, inscriptions comportant les numéros des trains, heures de passages et numéros des communications. On se rend compte par ce programme que l'échange de ces communications prend un certain temps. On peut l'évaluer au minimum à 45 secondes (par train). Il en résulte que ce système de block ne peut plus être appliqué dans les cas de lignes à circulation très dense. Indépendamment de mesures qui ont été prises pour activer les communications, il a été décidé de recourir dans une mesure assez large au block automatique qui supprime ces communications.

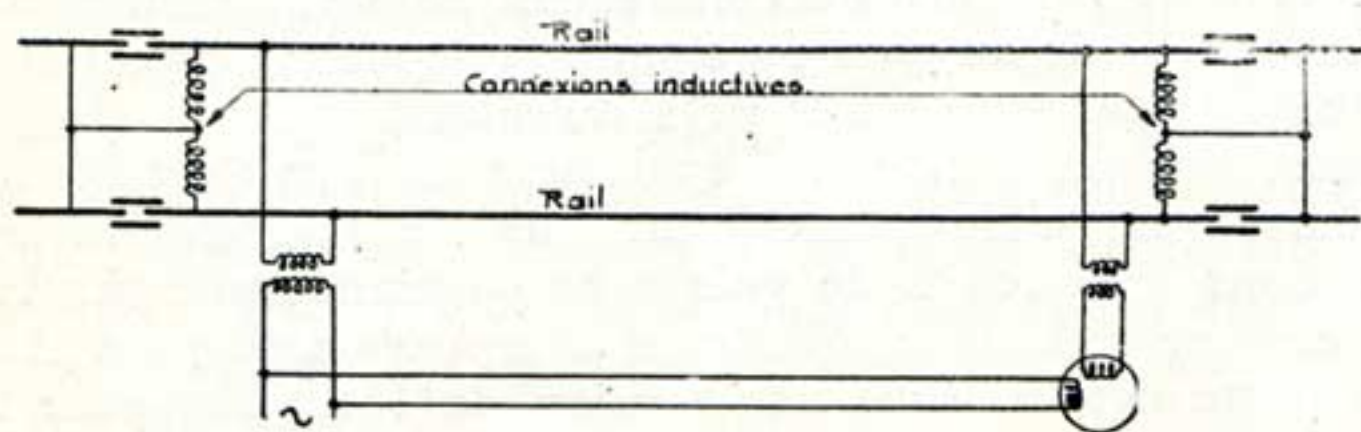
Dans le système du block automatique, la manœuvre des signaux ne dépend plus de l'intervention des agents. La fermeture et l'ouverture des signaux se font par le train lui-même de la manière suivante. En principe, les deux rails du tronçon de voie constituant la section de block sont isolés électriquement l'un par rapport à l'autre et par rapport aux rails des zones voisines. Un relais est connecté entre ces deux files de rails, qui sont d'autre part soumises à une différence de potentiel électrique. Quand la voie est libre, le courant circule de la source vers un des rails, le relais, l'autre rail et revient à la source. Au contraire, si la voie est occupée, le relais est mis en court-circuit par les essieux du train et n'est plus parcouru que par un courant infime. C'est ce relais, le relais de circuit de voie, qui intervient pour réaliser la commutation des feux : lorsqu'il est en position désexcitée, il allume le feu rouge, lorsqu'il est en position excitée, il éteint le feu rouge et allume les feux de passage.

Le système du block automatique élimine donc complètement les pertes de temps dues aux opérations de block. Il impose évidemment l'utilisation d'un matériel pratiquement impeccable.

L'établissement du block automatique nécessite la pose d'un câblage important comprenant entre autres un circuit d'alimentation le long de la ligne pour desservir tous les signaux et circuits de voie.

\*  
\*\*

Dans le domaine des sécurités, l'électrification impose également une série de mesures particulières dont nous citerons les plus marquantes.



**Circuit de voie en cas de traction électrique.**

Fig. 18. — Circuit de voie.

1. Dans tous les circuits électriques à courant continu qui sortent des postes de signalisation et se rendent en campagne, par exemple les circuits de moteurs d'aiguilles, les retours de courant qui se faisaient précédemment par le manteau en plomb des câbles, doivent être isolés complètement pour éviter l'apparition dans le circuit de forces électromotrices parasites provenant du courant de traction. De plus, il est nécessaire, dans les circuits les plus importants de contrôler en permanence le bon

isolement des fils de câbles par rapport à la terre, de manière à éliminer tout risque de fonctionnement intempestif.

2. La sécurité de l'exploitation ferroviaire repose en partie sur l'établissement de zones de voies isolées, rails isolés et circuits de voie. Les premiers diffèrent des seconds par le simple fait que l'une seulement des files de rails est isolée par rapport aux rails des zones voisines. Jusqu'ici ces zones isolées étaient alimentées par une source à courant continu. L'électrification impose le remplacement de l'appareillage à courant continu par de l'appareillage à courant alternatif, insensible aux courants de traction ainsi qu'une alimentation adéquate. Ce remplacement pose des problèmes de matériel et de réglage délicats.

3. Comme le retour des courants de traction se fait par les rails de roulement, des modifications doivent être apportées dans les réalisations des circuits de voie. La connexion des zones isolées avec les zones voisines doit se faire par l'intermédiaire de bobines de self-induction à faible résistance ohmique qui sont connectées entre les files de rails d'une même zone isolée et dont les points milieu sont réunis entre eux. On réalise ainsi un système qui présente les caractéristiques suivantes :

a) passage très aisé du courant continu ;

b) blocage du courant alternatif aussi bien entre les deux files de rails d'une même zone isolée que par rapport aux rails des zones voisines. La figure 18 donne le schéma d'un circuit de voie à connexions inductives.

Indépendamment des modifications à apporter aux circuits de sécurité, l'électrification impose également des mesures particulières pour éviter la corrosion des câbles par les courants vagabonds et la mise sous haute tension des circuits ou des appareils. On arrive à ce résultat :

1. par l'établissement de prises de terre qui évitent les mises sous tension d'appareils métalliques et qui canalisent les courants vagabonds ;

2. par le reliement de la nappe de câbles au négatif de la sous-station de traction.

#### **E. Alimentation des signaux lumineux et des appareils de sécurité.**

Le principe de la signalisation lumineuse étant admis, il y a lieu de réaliser une alimentation sûre en énergie électrique. Sur celle-ci vient se greffer l'alimentation de l'appareillage des sécurités, tels que : circuits de voie et rails isolés dont il vient d'être parlé.

Deux cas sont à considérer pour l'alimentation des signaux et des appareils de sécurité, suivant qu'il s'agit du block automatique ou du block manuel (signaux commandés par un poste de block ou cabine de signalisation).

##### *1° Cas du block manuel.*

Les signaux étant manœuvrés d'un poste de signalisation et les appareils de sécurité étant directement en relation avec ce poste, l'alimentation des signaux et de ces appareils se fait à partir du poste de block. Cette alimentation est effectuée sous forme de courant alternatif à 110 volts pour les signaux et les circuits de voie et à 24 volts pour les pédales. Pour cette dernière tension un transformateur approprié abaisse la tension de 110 V à 24 V.

L'énergie électrique nécessaire est fournie par les réseaux de distribution existants.

Cependant les installations de signalisation ne peuvent être à la merci de coupures de courant provoquées par le réseau distributeur. A cet effet quand il est possible de réaliser économiquement deux alimentations, une normale et une de secours, branchées sur deux réseaux de distribution distincts, cette solution est adoptée. Sinon, la cabine de signalisation disposera d'une alimentation normale branchée sur le réseau et d'une alimentation de secours avec un alternateur local qui tourne normalement à vide et qui prend automatiquement à charge l'alimentation de l'installation en cas de rupture du courant du réseau.

Les postes de block sont souvent fort éloignés des points de fourniture de courant par les réseaux locaux : il est alors fait usage d'un câble d'alimentation qui va de poste à poste et y amène l'énergie à une tension relativement élevée (600 V ou plus) de façon à réduire les pertes de tension en ligne. La tension amenée au poste de block y est alors abaissée à la tension de 110 V à l'aide de transformateurs.

##### *2° Cas du block automatique.*

Dans le cas du block automatique, les signaux ne sont plus commandés par un poste de signalisation mais par le train lui-même grâce aux circuits de voie.

L'alimentation des signaux et des circuits de voie ne doit plus nécessairement passer par un poste de block ; l'énergie électrique peut être directement fournie au pied du signal, tant pour le signal que pour le circuit de voie dont l'alimentation est généralement située très près du signal.

L'emploi d'un câble d'alimentation à moyenne tension permet ici également de diminuer sensiblement les pertes de tension en ligne. Cet élément est d'importance, car lors de l'occupation de plusieurs sections successives, le courant débité dans les circuits de voie à ce moment passe par les essieux des trains occupant la voie, donc à travers une résistance réduite, et la consommation est plus élevée. Si l'alimentation s'effectuait à partir d'un poste central sous une tension de 110 volts pour 5 ou 6 sections successives sur chacune des voies, les pertes de tension pourraient atteindre 30 à 40 % et compromettre le bon fonctionnement des appareils de sécurité. La sécurité proprement dite n'en serait pas compromise mais ces perturbations pourraient influencer la succession des trains et provoquer des retards qui se répercuteraient d'un train à l'autre.



La moyenne tension de 600 volts peut être abaissée à 110 volts par des transformateurs appropriés installés près du signal ; grâce aux prises multiples prévues sur ces transformateurs, les pertes de tension en ligne peuvent éventuellement être compensées.

#### IV. — TELECOMMUNICATIONS

##### A. Mise sous câbles des lignes aériennes.

L'électrification de nos voies ferrées entraîne avec elle également des travaux très importants dans le domaine des télécommunications. Les lignes téléphoniques aériennes doivent en effet disparaître. Elles doivent être remplacées par des câbles, ce qui amène des modifications sérieuses dans tout l'appareillage de téléphonie, de télégraphie et spécialement dans celui employé pour le train-dispatching.

Les bonnes vieilles lignes téléphoniques doivent disparaître ? En effet, elles sont exposées, du fait de l'induction de la ligne caténaire toute proche, à recevoir des tensions dangereuses non seulement pour les appareils qui y sont reliés, mais aussi pour le personnel appelé à utiliser ces appareils. Il y a ensuite les bruits électriques induits par la caténaire. Ces bruits proviennent généralement des phénomènes de commutation se produisant à la fois dans les moteurs de traction et dans les redresseurs à vapeur de mercure placés dans les sous-stations d'alimentation. Parfois ils peuvent être la conséquence d'un défaut accidentel à un isolateur de la caténaire. Ces bruits sont tels que toute conversation deviendrait impossible sur lignes aériennes : les communications de sécurité entre cabines de signalisation seraient compromises ; le train-dispatching dont l'importance au point de vue de l'exploitation n'est plus à démontrer, deviendrait impraticable.

La disparition des lignes aériennes résulte encore de raisons d'ordre pratique : l'étroitesse de la plate-forme de la voie est telle que les lignes téléphoniques sont établies le plus souvent aux endroits même où les supports de la caténaire doivent être plantés. Même aux endroits où tels n'est pas rigoureusement le cas, si la nappe de fils téléphoniques était maintenue dans le voisinage immédiat de la caténaire, la moindre rupture de conducteur risquerait d'amener les circuits de télécommunications en contact avec un conducteur à 3.000 volts, ce qui provoquerait des perturbations très graves, voire des accidents.

##### B. Travaux incombant à la Régie des Télégraphes et Téléphones.

Les nappes de lignes téléphoniques aériennes doivent donc être démontées. Or elles comportent non seulement des circuits appartenant à la S.N.C.B., mais une proportion importante de lignes appartenant à la Régie des Télégraphes et des Téléphones.

Le déplacement des circuits appartenant à la Régie est celui qui, tout en demandant beaucoup de travail, pose le moins de complications. Ces circuits ne sont jamais des circuits importants, car ceux-là se trouvent déjà dans les câbles interurbains que la Régie a posés depuis vingt à vingt-cinq ans. Les circuits à déplacer sont donc des circuits d'importance locale. Ils peuvent pour une certaine part être détournés dans des câbles locaux existants, mais généralement la Régie doit compléter ce réseau de câbles locaux ou construire des lignes aériennes nouvelles en dehors du domaine du chemin de fer.

##### C. Problèmes relatifs aux circuits spéciaux du chemin de fer.

###### 1° *Emploi de câbles pupinisés.*

Pour la S.N.C.B., qui de par la situation des points à desservir (gares, cabines de signalisation, sous-stations de traction électrique, etc.), ne peut pas s'écarter du tracé de la voie, l'envergure des travaux est considérable.

Le câble qui remplace les lignes aériennes doit en effet permettre des communications convenables d'un bout à l'autre de la ligne électrifiée, par exemple environ 60 km. dans le cas de Bruxelles-Charleroi.

Il ne peut pas être question de construire un câble ayant des conducteurs de cuivre ou de bronze de 2 ou de 3 mm. de diamètre, comme ceux qu'on emploie pour les lignes aériennes. Les conducteurs choisis pratiquement ont un diamètre de l'ordre de 1 mm., c'est-à-dire qu'ils présentent une résistance ohmique de 4 à 8 fois plus élevée et un affaiblissement proportionnel des courants téléphoniques.

Cet affaiblissement provient de l'effet Joule produit. De plus la capacité électrique par kilomètre de circuit est beaucoup plus forte dans les câbles que dans les lignes aériennes et provoque un nouvel accroissement de l'affaiblissement.

Pour combattre l'affaiblissement élevé des câbles, il faut employer le remède indiqué par Michael Pupin, professeur à l'Université Columbia de New-York à la fin du siècle dernier, remède d'ailleurs appliqué dans les réseaux téléphoniques publics depuis la pose des grands câbles interurbains : la charge ou la « pupinisation » des circuits.

Ce procédé consiste à intercaler des bobines de self-induction dans chaque circuit, à des distances absolument régulières (de l'ordre de 1.300 mètres actuellement). Aux fréquences du courant téléphonique qui sont nettement inférieures à une fréquence critique, dite « fréquence de coupure », à partir de laquelle la transmission devient impossible, l'effet de ces différentes bobines est identique à celui d'une augmentation homogène de la self-induction du circuit. La self-induction produit son effet habituel, elle augmente l'impédance du câble et diminue l'intensité du courant qui peut circuler sous une tension donnée. L'effet Joule est fortement réduit et l'affaiblissement produit par le câble est diminué corrélativement.

L'amélioration que l'on peut ainsi obtenir est néanmoins limitée, car en augmentant la valeur des bobines de self-induction qu'on intercale, on diminue en même temps la valeur de la fréquence de coupure. En fait le choix de la self-induction est fonction surtout de la qualité de transmission qu'on

désire obtenir et résulte d'un compromis établi en tenant compte également de considérations économiques.

## 2. Emploi de répéteurs.

La réduction de l'affaiblissement obtenue par la pupinisation n'est pas suffisante pour obtenir des conversations téléphoniques convenables dans tous les cas ; lorsque l'affaiblissement reste trop élevé, on est conduit à employer des répéteurs téléphoniques. Ceux-ci sont actuellement tous constitués au moyen de tubes électroniques montés en amplificateurs.

Des répéteurs ont été étudiés non seulement pour les circuits téléphoniques à grande distance mais aussi pour les circuits de dispatching.

## 3. Equilibrage des câbles.

Mentionnons maintenant une autre difficulté qui provient du serrage des divers circuits dans la section très réduite du câble : ces circuits sont soumis à l'induction du circuit formé par la caténaire et les rails véhiculant le courant de retour de traction. Pour combattre les effets de l'induction, il faut procéder à une réduction très poussée des déséquilibres des capacités mutuelles entre circuits et des déséquilibres des circuits vis-à-vis de la gaine de plomb, déséquilibres que la fabrication la plus soignée ne parvient pas à annuler. La réduction des déséquilibres est réalisée lors du jointage par des procédés spéciaux dans le détail duquel il ne sera pas entré ici. Disons cependant que pour la réduction des déséquilibres et la confection des épissures, il faut faire en chantier (sous tente, le long de la voie) de nombreuses mesures de laboratoire et que les travaux sont forcément très longs.

## 4. Cas des circuits avec dérivations multiples.

Les problèmes posés par la mise sous câbles sont relativement simples lorsqu'il s'agit de circuits reliant deux points déterminés et qui en tous cas ont reçu des solutions acceptables, mises au point par les administrations des téléphones.

Si sur un réseau de chemin de fer il se présente d'assez nombreux circuits de ce type, la S.N.C.B. considère cependant comme de première importance les circuits téléphoniques présentant de nombreuses dérivations : circuits de dispatching, circuits omnibus de gare à gare, circuits d'alarme, circuits de raccordement des sous-stations de traction électrique et des postes de sectionnement de la caténaire.

Sur chacun de ces circuits téléphoniques spéciaux, il faut brancher de nombreux postes ; tous sont reliés en dérivation sur la ligne principale. Il est clair qu'à chaque dérivation il y a un affaiblissement à cause de la division du courant : si le courant se partage en deux parties sensiblement égales à chaque dérivation, on conçoit que l'intensité décroît très rapidement sur la ligne principale. L'affaiblissement dû aux dérivations l'emporte aisément sur l'affaiblissement dû aux caractéristiques électriques du câble principal.

Si le nombre de postes est faible et si la ligne est relativement courte, l'affaiblissement global reste néanmoins dans des limites tolérables ; on emploie alors la dérivation pure et simple.

C'est la solution adoptée pour deux types de circuits entièrement nouveaux, créés à l'occasion de l'électrification : les circuits d'alarme et les circuits de raccordement des sous-stations de traction électrique et des postes de sectionnement de la caténaire.

## 5. Les circuits d'alarme.

Un circuit d'alarme est un circuit téléphonique placé le long de la voie et comportant des prises de courant, à des distances régulières (de l'ordre de 650 mètres) auxquelles le personnel roulant et le personnel d'entretien de la caténaire peut raccorder un poste téléphonique portatif pour entrer en communication, en cas d'incident, soit avec le dispatcher soit avec le personnel de desserte des sous-stations, plus exactement, avec l'agent régulateur ayant pour mission de coordonner les manœuvres dans les diverses sous-stations, c'est-à-dire le répartiteur de la charge des sous-stations.

En réalité, étant donné l'importance pratique de ce circuit, on l'a dédoublé et les prises de courant sont établies alternativement sur l'un et sur l'autre circuit ne comportant qu'une dérivation tous les 1300 mètres.

Un autre circuit de secours, avec prises établies tous les 1300 mètres environ, est réservé à l'usage du personnel d'entretien de la voie et permet à ce dernier de se mettre en rapport avec les gares voisines en vue d'obtenir notamment les autorisations nécessaires pour les coupures de voie et d'assurer la protection des chantiers importants.

## 6. Les circuits de régulation des sous-stations.

Le circuit de raccordement des sous-stations de traction et des postes de sectionnement met en communication téléphonique les différents services intéressés à des manœuvres de mise sous tension ou de coupure des divers tronçons de la caténaire.

Généralement les ordres sont donnés par un agent appelé répartiteur de la charge des sous-stations, chargé de la surveillance des sous-stations et postes de sectionnement dans une zone déterminée.

Les manœuvres devant pouvoir s'effectuer d'urgence, les ordres à donner ne peuvent être transmis en faisant usage des autres circuits téléphoniques utilisés par l'exploitation. Un circuit dénommé de « régulation des sous-stations » doit être réservé exclusivement à cette fin.

Les postes dont il est doté sont des postes automatiques, dits à « appels sélectifs ». Ils comportent chacun un disque d'appel et un petit coffret d'appareillage. Lors de l'établissement d'une communication, le poste demandeur (qui peut être un poste quelconque de la ligne) envoie au moyen de son disque d'appel des impulsions de courant le long de la ligne et celles-ci sont reçues par les relais de chacun des coffrets. Ces impulsions font avancer pas à pas et synchroniquement les sélecteurs de chaque coffret.

Chaque sélecteur est câblé différemment, de telle sorte qu'à chaque numéro différent formé par le disque il ne corresponde qu'un seul sélecteur agencé de manière à fermer le circuit local d'une sonnerie d'appel. A chaque numéro formé au moyen d'un disque correspond donc un seul poste recevant l'appel.

### 7. Les circuits de dispatching.

Nous venons de passer en revue les circuits de faible longueur avec dérivations courtes et peu nombreuses.

Si par contre le nombre de postes est élevé et les distances grandes (comme c'est le cas notamment pour les circuits de train-dispatching), l'affaiblissement limite est dépassé.

Il faut alors nécessairement faire usage de répéteurs ; ceux-ci ne peuvent toutefois pas être du type 2 fils, à cause de l'impossibilité de confectionner des équilibrateurs tenant compte de l'irrégularité de l'impédance du circuit suivant les emplacements parfois changeants des postes et suivant que ces postes sont décrochés ou non.

Les circuits de dispatching quelque peu chargés de postes seront donc des circuits à 4 fils : on branche les microphones de tous les postes sur un circuit pupinisé à 2 fils, et les écouteurs de ces mêmes postes sur un autre circuit pupinisé à 2 fils.

Chacun des deux circuits à 2 fils (donc le circuit à 4 fils) est coupé de distance en distance (nommée « section d'amplification ») par des répéteurs qui compensent l'affaiblissement du câble. De plus, pour réduire l'affaiblissement à l'intérieur de chaque section d'amplification, chaque dérivation se fait à haute impédance au moyen d'un translateur. L'affaiblissement dû à la dérivation est donc diminué au profit d'une amélioration de la transmission du câble ; par contre, dans les dérivations, il n'y a pas adaptation des impédances et par conséquent il y a des pertes par réflexion. On voit que ce qui est gagné au point de vue de la transmission sur le câble est reperdu partiellement à la dérivation. Cependant l'affaiblissement du circuit étant moindre, les répéteurs peuvent être espacés davantage.

L'adoption d'un circuit à 4 fils, implique la construction de postes téléphoniques où le circuit du récepteur est totalement séparé de celui du microphone. Il en résulte qu'on n'entend pas si un autre poste n'a pas engagé une conversation avec le dispatcher. Ce sont deux inconvénients à éviter.

On y est arrivé par une connexion convenable du poste de dispatcher à la fois aux 2 circuits à 2 fils. De cette façon, une liaison est établie, en un point, entre les deux circuits et, à chaque poste, on s'entend parler, de même qu'on entend parler les autres postes (il est vrai avec un affaiblissement sensible, ce qui, par suite d'un effet psychologique, amène à parler assez haut et avantage la transmission).

### 8. Equipement à haut-parleur pour dispatcher.

Le poste téléphonique du dispatcher combiné avec ces circuits à 4 fils est un poste à haut-parleur nécessitant un traitement des parois du local où il se trouve placé afin d'obtenir une reproduction acoustique convenable. Disons ici quelques mots du problème téléphonique posé par l'appareillage central qui par les nécessités techniques, est relié par deux fils seulement au circuit 4 fils des postes (pour les raisons exposées plus haut) et cependant doit posséder un microphone et un haut-parleur. Il faut que, suivant l'évolution de la conversation, ce soit tantôt le microphone, tantôt le haut-parleur qui soit relié à la ligne à 2 fils, et ce sans qu'il soit admis de manœuvrer de clé ou de pédale de commutation. Cette commutation se fait par des moyens électroniques : la ligne est en connexion soit avec le microphone, soit avec le haut-parleur, mais jamais avec les deux à la fois, c'est-à-dire qu'il existe des blocages. La connexion s'établit par des polarisations de sens et de valeur convenables appliquées aux électrodes de contrôle des tubes électroniques, ces polarisations provenant à leur tour de la détection de courants téléphoniques venant soit de la ligne, soit du microphone de façon telle que ces courants débloquent la voie de conversation devant eux. La fig. 19 représente la photographie d'une table de dispatcher moderne, du modèle employé sur les lignes électrifiées.

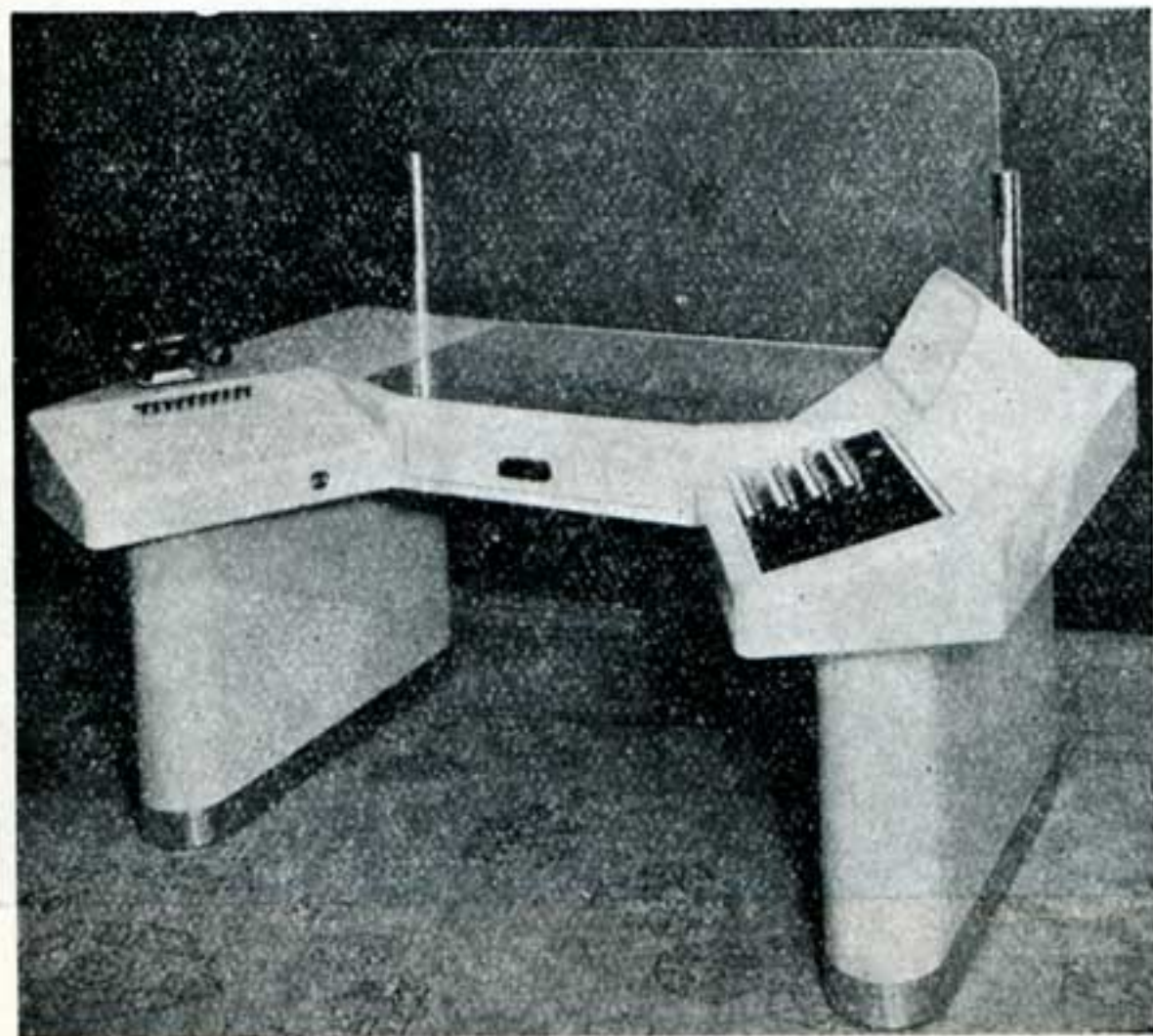


Fig. 19. — Table de dispatcher.

un faible pourcentage d'étain au plomb (2 %) et en intercalant entre le câble et le pont des dispositifs amortisseurs constitués de ressorts.

Les caniveaux prévus en pleine voie pour la pose du câble sont complétés par des caniveaux spéciaux pour contenir les boîtes d'épissure ou de dérivation, par des caniveaux devant contenir des pots en fonte

avec les bobines de self-induction pour la pupinisation, par des caniveaux pour le placement des câbles de dérivation vers les gares, cabines, sous-stations, etc...

Ensuite on amène le câble enroulé sur de gros tambours placés sur des wagons spécialement aménagés en vue de permettre un déroulement aisé. Les tambours de câbles sont posés, moyennant une barre de fer formant axe de rotation, sur des supports spéciaux fixés à demeure sur les wagons. L'ensemble de ces wagons forme un train spécial de pose, terminé par un wagon court muni d'un bras orientable. Le câble est déroulé du tambour, passe par des guides vers le bras de déroulement, d'où suivant les circonstances il est déposé soit sur la piste le long du ballast, soit, si possible directement dans les caniveaux en béton. Si, par suite de la présence d'obstacles (supports de caténaires ou poteaux téléphoniques, car la ligne aérienne doit rester en service jusqu'à ce que les travaux du câble soient terminés) le câble a été déroulé le long du ballast, il est repris à bras d'hommes pour être mis définitivement en place.

A ce moment commencent les mesures délicates de déséquilibre de capacité. Puis on confectionne les épissures, on relie les pots en fonte contenant les bobines de charges, on raccorde les dériviations avec les translateurs.

Ce travail en campagne est suivi, dans chaque gare, cabine, sous-station, etc..., du placement de la tête du câble dérivé, de son raccordement aux appareils téléphoniques, ceux-ci étant en règle générale remplacés car ils doivent s'adapter à la technique nouvelle.

En même temps, on monte les stations de répéteurs téléphoniques et tout l'appareillage annexe d'alimentation et de surveillance. Il en est de même des appareils de dispatching.

A ce moment se placent de nombreux essais de vérification et de contrôle : chaque détail à son importance dans l'édifice complexe qui est réalisé, où tout doit concourir harmonieusement au but poursuivi, mais où deux fils mal raccordés par exemple peuvent compromettre le résultat final.

Ce n'est qu'après que ces essais ont été reconnus satisfaisants que le câble et ses accessoires sont mis en service, et que les lignes aériennes peuvent être démontées.

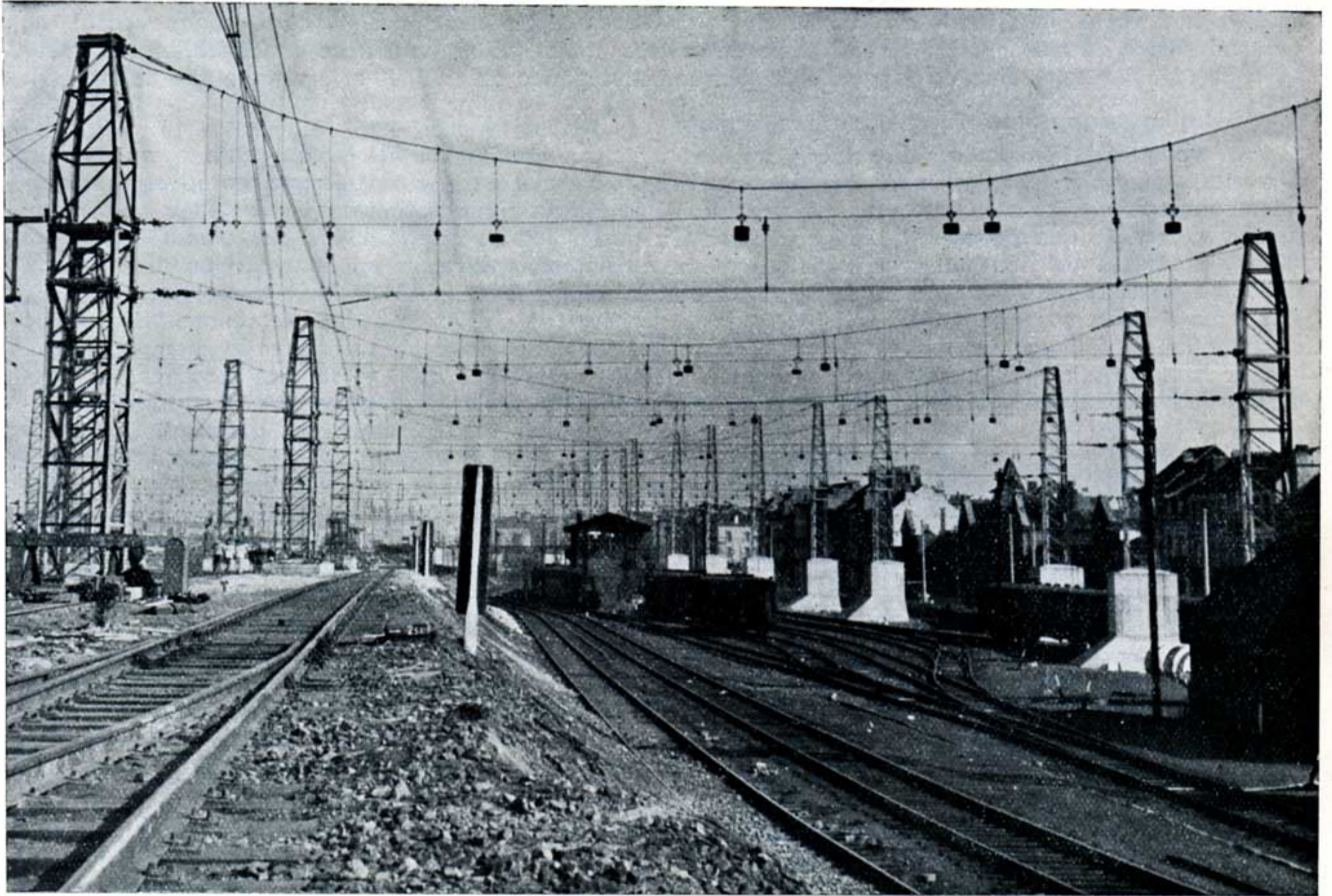


Fig. 20. — Les portiques à Bruxelles-Midi.

# Les locomotives électriques B. B. — 130 km/h. (3<sup>me</sup> série) ou locomotives type 121

par M. P. GHILAIN,

Directeur du Service du Matériel et des Achats.

avec la collaboration de M.M. O. GHINS, Ingénieur en chef, F. BAEYENS, Ingénieur principal et H. VERBEECK, Ingénieur.

Nous nous bornerons à décrire ci-dessous les caractères essentiels de ce type de locomotives.

Leurs dimensions, puissance, etc., ont été indiquées dans la première partie de cette étude (voir revue Trains, n° 15). Nous rappellerons que leur vitesse est de 130 Km/h, que les moteurs sont entièrement suspendus et que les bogies ont été dessinés par les Forges, Usines et Fonderies de Haine-St.-Pierre d'après la technique appliquée par la S.L.M. de Winterthur.

## Équipement électrique.

L'équipement électrique qui pèse 41,5 T comprend 4 moteurs fixés rigidement aux châssis des bogies.

Les moteurs sont hexapolaires et à deux collecteurs en série. Un ventilateur fournit l'air à chacun des groupes de deux moteurs couplés en permanence en série.

La transition entre le couplage des groupes de moteurs en série et en série-parallèle se fait par la méthode du pont.

Les résistances de démarrage sont refroidies par un ventilateur.

Le nombre de crans de démarrage est de 29 en série et de 25 en série-parallèle.

Les résistances sont éliminées ou mises en circuit par 28 contacteurs actionnés par un arbre à cames mu par un moteur électrique. La transition entre les deux couplages est réalisée par 7 contacteurs à cames.

Le shuntage des inducteurs des moteurs se fait en 4 crans (jusqu'à 71 % du champ normal) au moyen de 8 contacteurs à cames.

Il y a un inverseur de marche par moteur ; les inverseurs sont actionnés pneumatiquement.

Il est possible de marcher avec 3 ou 2 moteurs (en série) quand un ou 2 moteurs sont avariés.

Le fonctionnement des contacteurs de démarrage est automatique sous le contrôle de relais d'accélération réglables.

Il est également possible de commander le démarrage cran par cran, et de manœuvrer à la main l'arbre à cames des contacteurs de démarrage.

L'éclairage et les circuits de contrôle sont alimentés à 72 Volts par un groupe composé d'un moteur à 3000 Volts et d'une dynamo fonctionnant en parallèle avec une batterie alcaline.

L'air comprimé est fourni par deux groupes moteur compresseur.

Tout l'appareillage est logé dans la caisse à l'exception de la batterie ; deux couloirs latéraux donnent accès à l'appareillage.

Il est à noter que la décharge des essieux avant, au démarrage, peut être compensée par une pression exercée par le piston d'un cylindre à air comprimé, tandis que dans la locomotive t. 101 l'effet d'un déséquilibre des charges est combattu par un dispositif électrique ayant pour but d'adapter aux charges les courants et par conséquent les efforts.

**Transmission :** La transmission élastique des locomotives t. 121 est à classer parmi les mécanismes d'entraînement à arbre creux à cardans avec accouplement à disques en acier flexibles.

Cette transmission a été appliquée en 1938 par la Cie Brown Boveri à un essieu de locomotive des Chemins de fer Fédéraux Suisses, puis à des tramways et à deux locomotives B.B. de la Cie du Berne-Lötschberg-Simplon.

Elles est représentée sur les fig. 1 et 2.

Elle est constituée essentiellement par 2 disques en acier absorbant, grâce à leur élasticité, les mouvements relatifs entre l'essieu et le moteur.

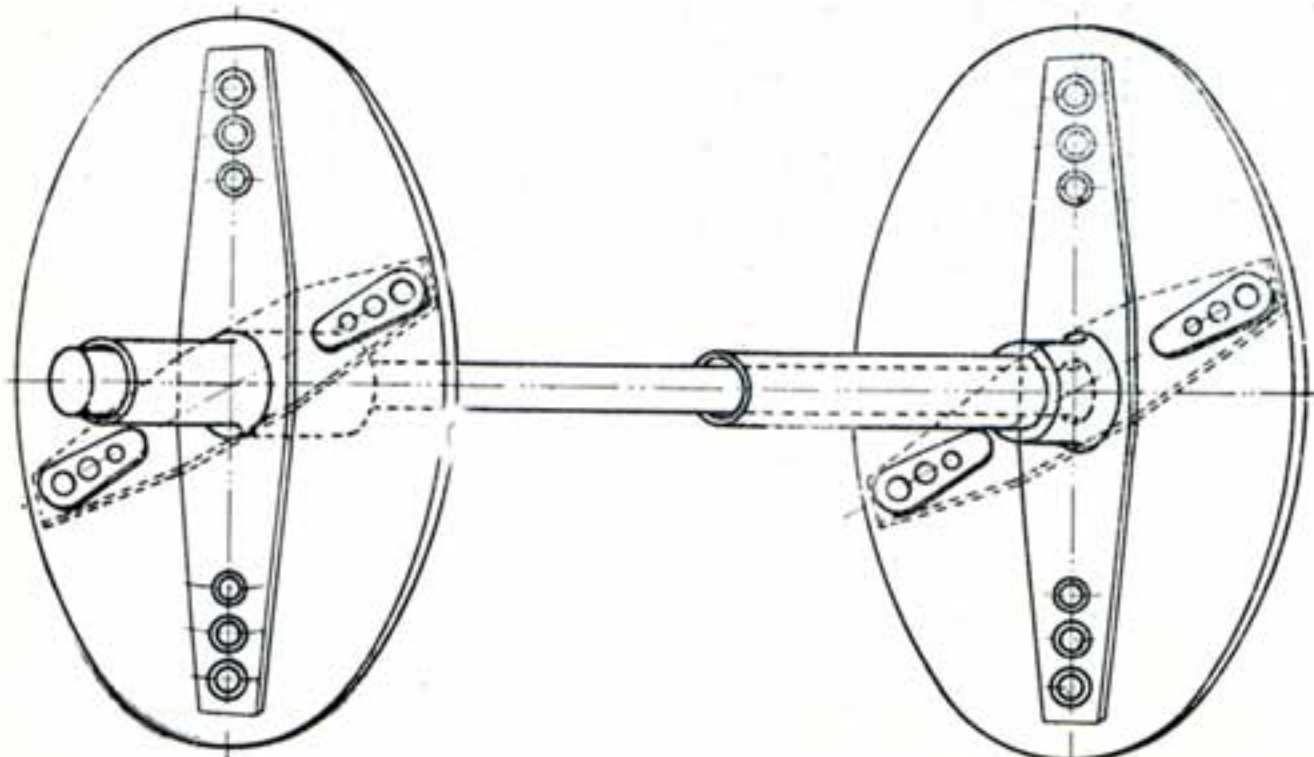


Fig. 1. — Transmission élastique.

Les éléments élastiques d'une telle transmission sont donc intercalés entre le moteur et le pignon, et non, comme dans d'autres systèmes, entre engrenages et roues.

Ce dispositif présente les avantages suivants :

- Il est léger ;
- Il ne réclame aucun graissage, aucune de ses pièces n'étant soumise à usure.

Le couple est transmis par l'arbre creux 1 de l'induit à l'arbre de torsion 6 par l'intermédiaire de l'entraîneur 2, du disque 4 et de l'entraîneur 5 décalé de 90° par rapport au premier.

L'arbre 6 attaque le pignon par l'intermédiaire de l'entraîneur 7 fixé à un second disque auquel

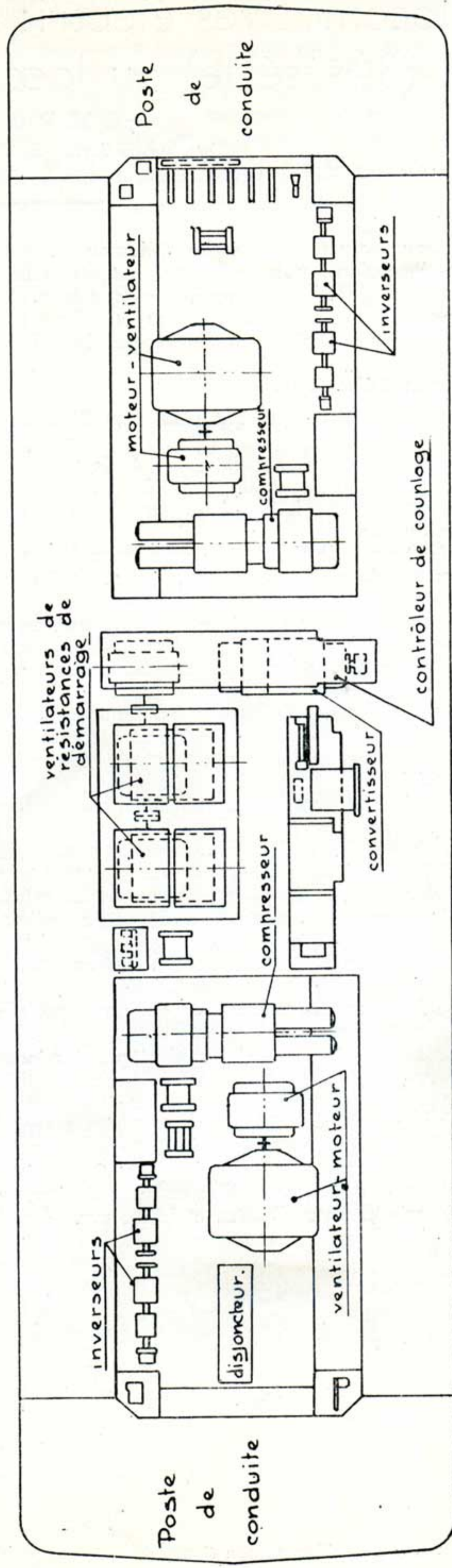
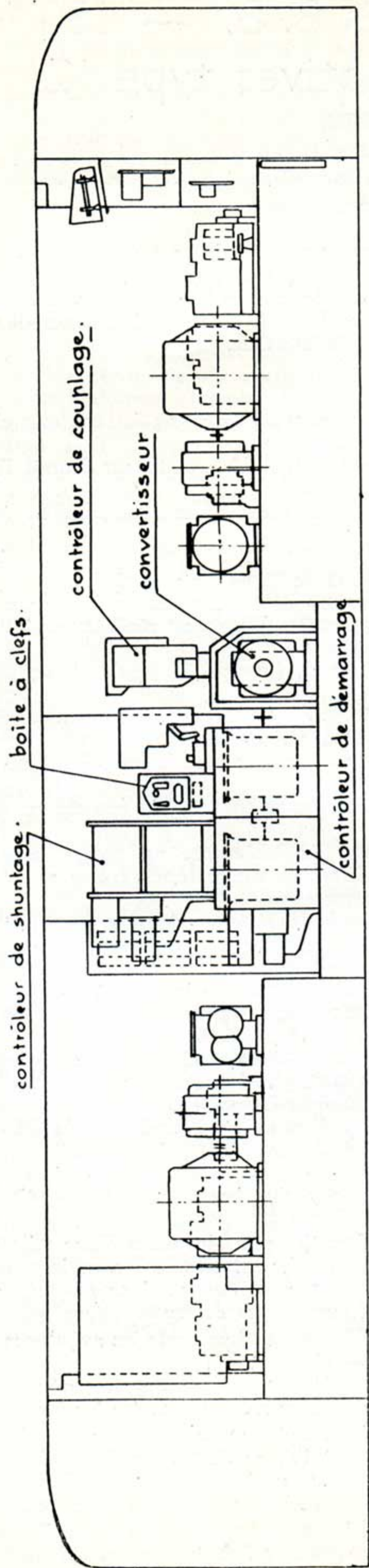


Fig. 4. — Schéma de la caisse de la locomotive type 121.

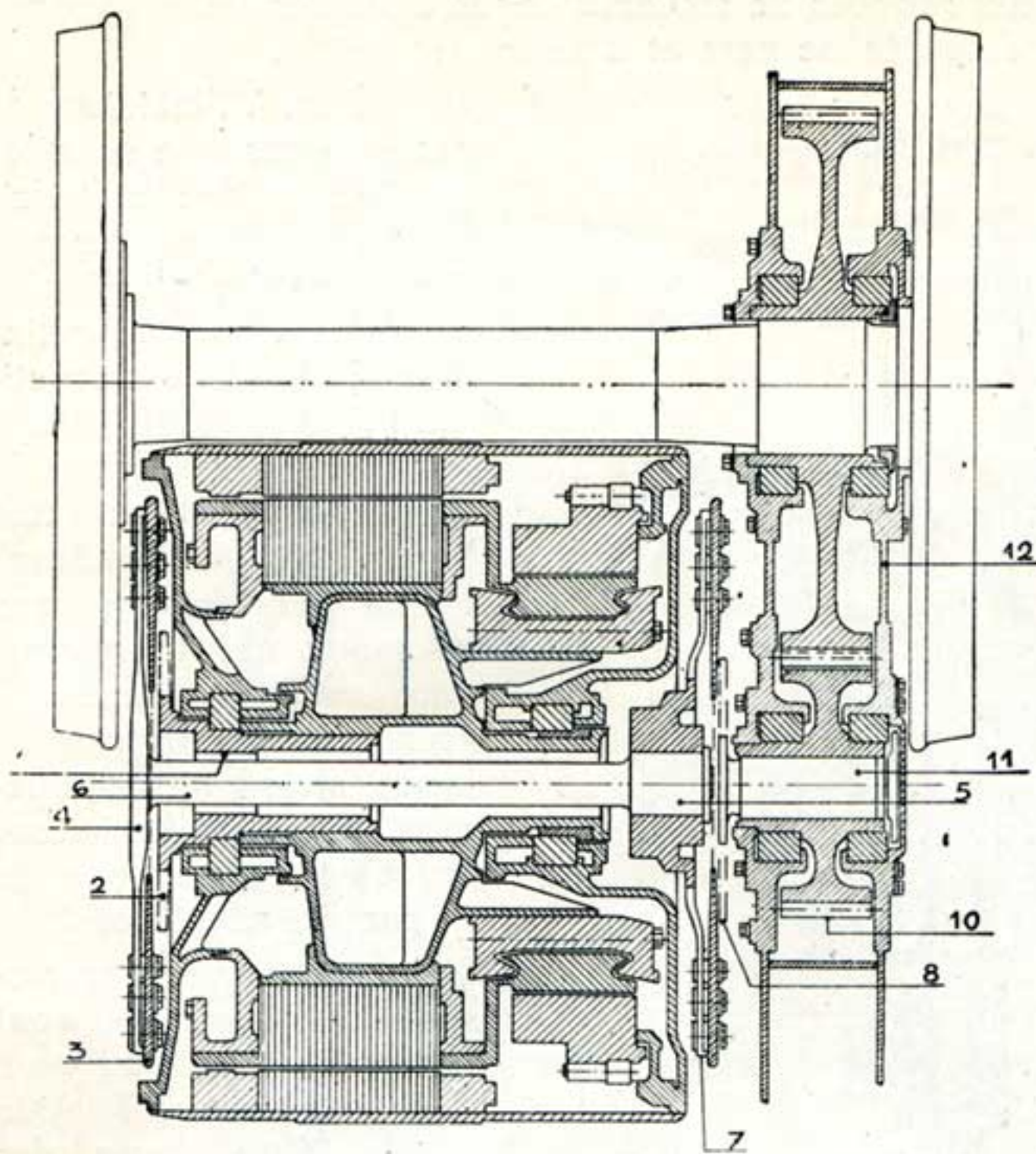


Fig. 2. — Transmission élastique.

Des ouvertures ont été prévues dans le toit afin de faciliter les démontages.

La caisse est divisée en 3 parties (fig. 4) : le compartiment central et 2 postes de conduite.

Deux passages latéraux de chaque côté du compartiment central permettent d'assurer l'entretien de l'équipement électrique qui y est installé, et de se rendre d'un poste à l'autre.

Les portes verrouillées en treillis interdisent l'accès aux pièces sous tension.

Des portières latérales s'ouvrant vers l'extérieur ont été prévues dans chaque poste de conduite.

Les postes de conduite ont été spécialement étudiés pour faciliter la conduite de la machine, tout en permettant au conducteur de rester assis et d'observer les signaux de la voie à travers de larges baies munies de dégivreurs et d'essuie-glaces pneumatiques.

Il est à noter que l'échelle donnant accès au toit se trouve dans un des postes de conduite dont le toit est percé d'une trappe ; celle-ci est verrouillée et ne peut être ouverte que si les pantographes sont abaissés.

*Bogies :* Les bogies et appuis de caisse sont figurés en coupe à la fig. 3.

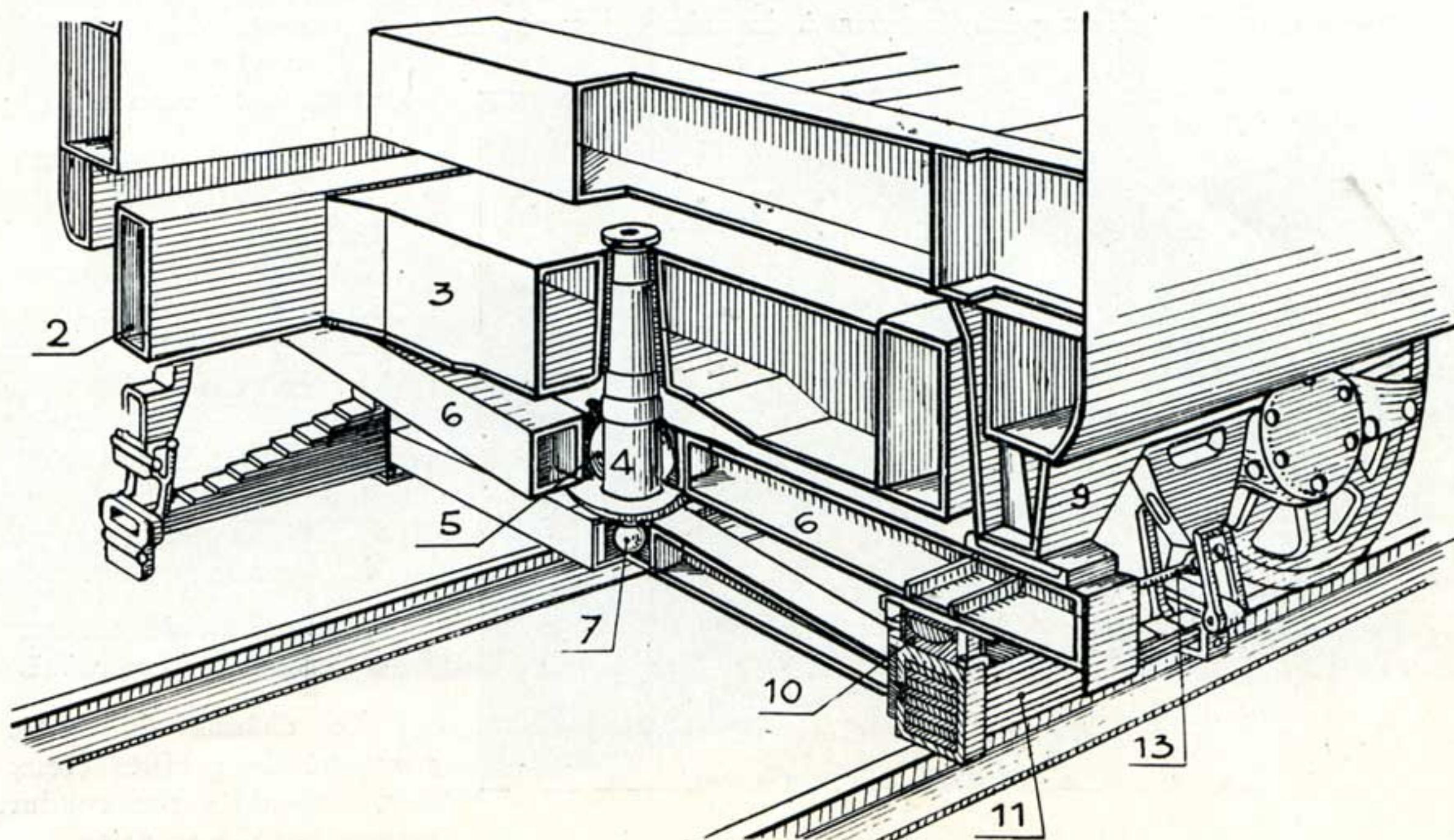


Fig. 3.

est fixé l'entraîneur 8 solidaire du bout d'arbre 11 du pignon.

L'arbre du pignon tourne dans les paliers ménagés dans un carter très rigide reposant d'une part sur le moyeu de l'engrenage (paliers à rouleaux) et d'autre part sur l'entretoise transversale du châssis du bogie.

Il faut que le carter soit très rigide pour garantir un fonctionnement irréprochable des engrenages.

Les disques élastiques sont en acier de toute première qualité ; leur diamètre est de 1065 mm., leur épaisseur est de 7 mm. à la périphérie et de 2 mm. au centre.

*Caisse :* Le châssis est constitué entièrement en tôles soudées ; il comprend deux longerons tubulaires fixés à deux avant corps portant les appareils de choc et de traction ; le châssis ainsi formé est consolidé par des entretoises.

Ainsi qu'il ressort de l'examen de la fig. 3, la suspension de la caisse est située très bas ; les traverses sont fixées par boulons à des pieds soudés sur les longerons et destinées à servir de points d'appui pour le levage de la caisse. Les parois latérales sont fixes ; des ouvertures nécessaires pour l'éclairage et la ventilation y sont ménagées.

Les essieux sont munis de roulements SKF à deux rangées de rouleaux logés dans des boîtes portant le bogie par l'intermédiaire de ressorts hélicoïdaux disposés de part et d'autre des boîtes.

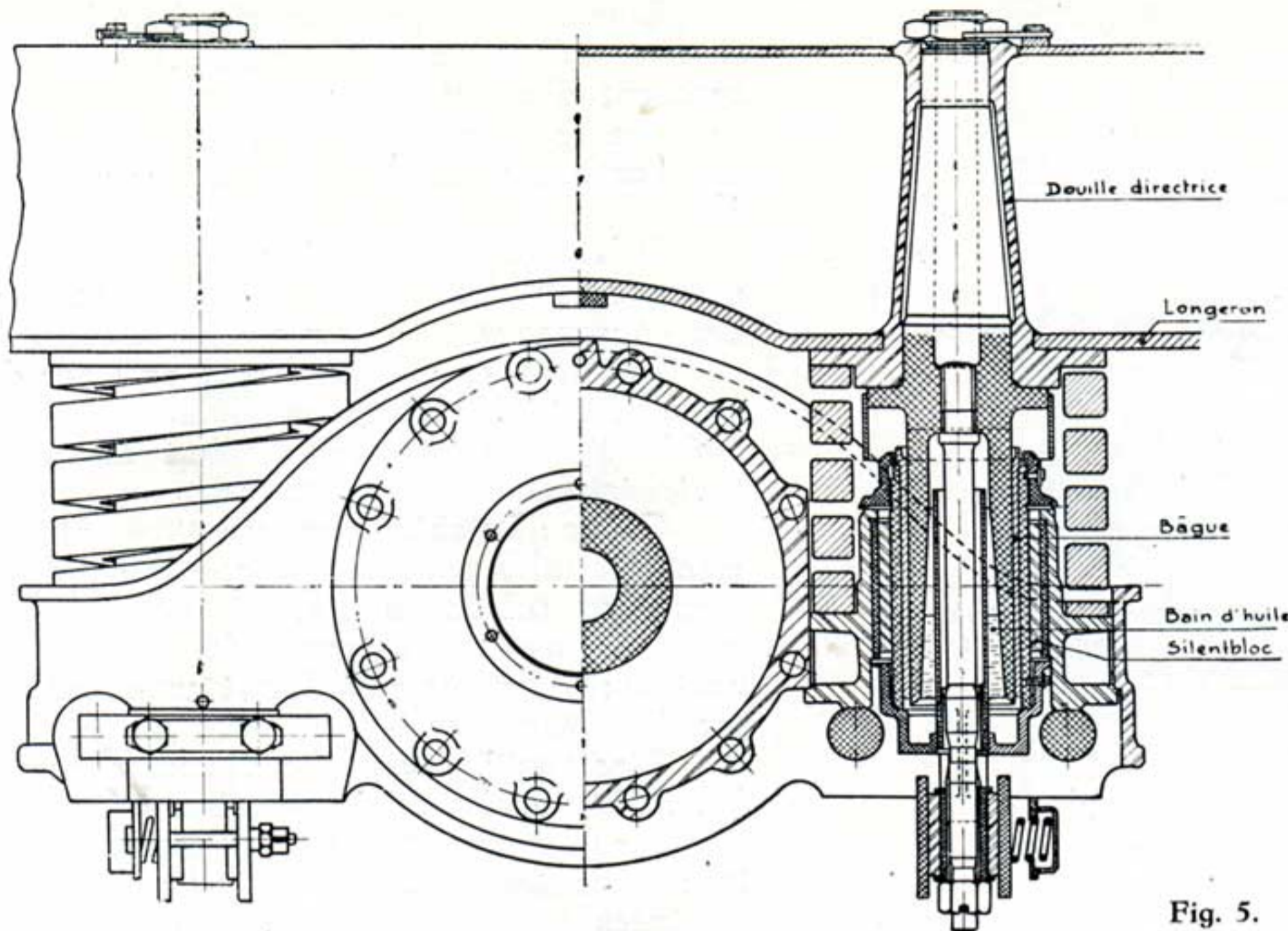


Fig. 5.

C'est à l'intérieur de ces ressorts que sont logés les guides cylindriques (remplaçant les guides plans des plaques de garde). Un guide cylindrique (fig. 5) est constitué par une douille directrice pressée dans le longeron, et en une bague avec silentbloc ; aucun jeu n'existe dans ce guide qui fonctionne dans un bain d'huile. Il en résulte que le train de roues ne subit pratiquement aucune déviation, les chocs étant amortis par les silentblocs.

Notons que les ressorts de suspension sont également pourvus d'amortisseurs à friction placés dans l'axe des guides.

Les forces parallèles à la voie sont transmises aux longerons de la caisse en passant par les corps de boîte, les guides cylindriques susdits, les longerons des bogies (2), la traverse médiane des bogies (3), le pivot conique (4) placé dans cette traverse, le palier du pivot (5), la traverse danseuse (6) et le support de caisse (9) (fig. 3).

Les forces transversales sont transmises de la même façon au pivot, mais elles ne peuvent être transmises par celui-ci à la traverse danseuse à cause du jeu latéral du pivot ; ces forces sont transmises par la bride (7) à l'entretoise (8) et aux ressorts de suspension de la caisse (11). Ceux-ci sont supportés par les longerons du bogie (2) par l'intermédiaire de biellettes.

Les biellettes articulées (13) ont été prévues afin d'éviter que des efforts longitudinaux ne s'exercent sur les ressorts de suspension.

La caisse repose sur ceux-ci par l'intermédiaire des supports (9), de la traverse (6) et du palier de support de caisse (10). Ces paliers comme le palier de pivot (4) sont placés dans un bain d'huile.

Les oscillations des bogies sont évitées grâce au frein antioscillation placé à la partie supérieure de la traverse danseuse et au palier de friction (10).

D'autre part, grâce à la position très basse et aux caractéristiques de la suspension, permettant d'éviter la transmission des effets perturbateurs à la caisse, les bogies sont pourvus d'un dispositif de rappel constitué par des leviers appuyant sur un ressort (fig. 6).

Deux cylindres de frein sont logés dans la traverse centrale du bogie. Chaque cylindre est double et chaque piston actionne la timonerie de frein d'une roue. Chaque timonerie est pourvue d'un régulateur automatique S.A.B. Les timoneries sont reliées transversalement et longitudinalement par des tringles afin de pouvoir être commandées manuellement par la commande de secours.

Chaque bogie est muni de 4 sablières à air comprimé.

Le châssis du bogie est constitué de profilés creux fermés, assemblés par soudure au moyen de tôles en acier.

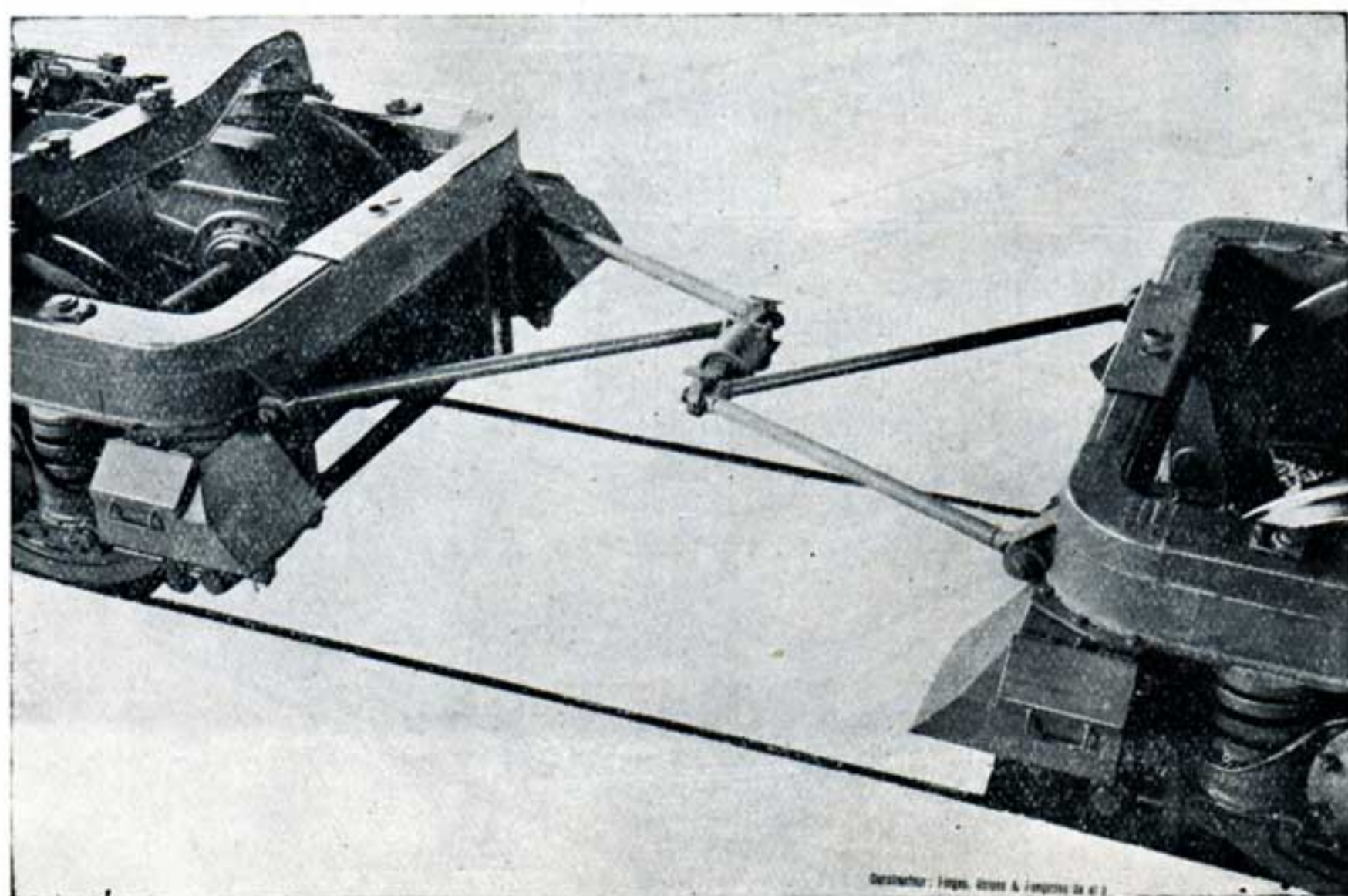


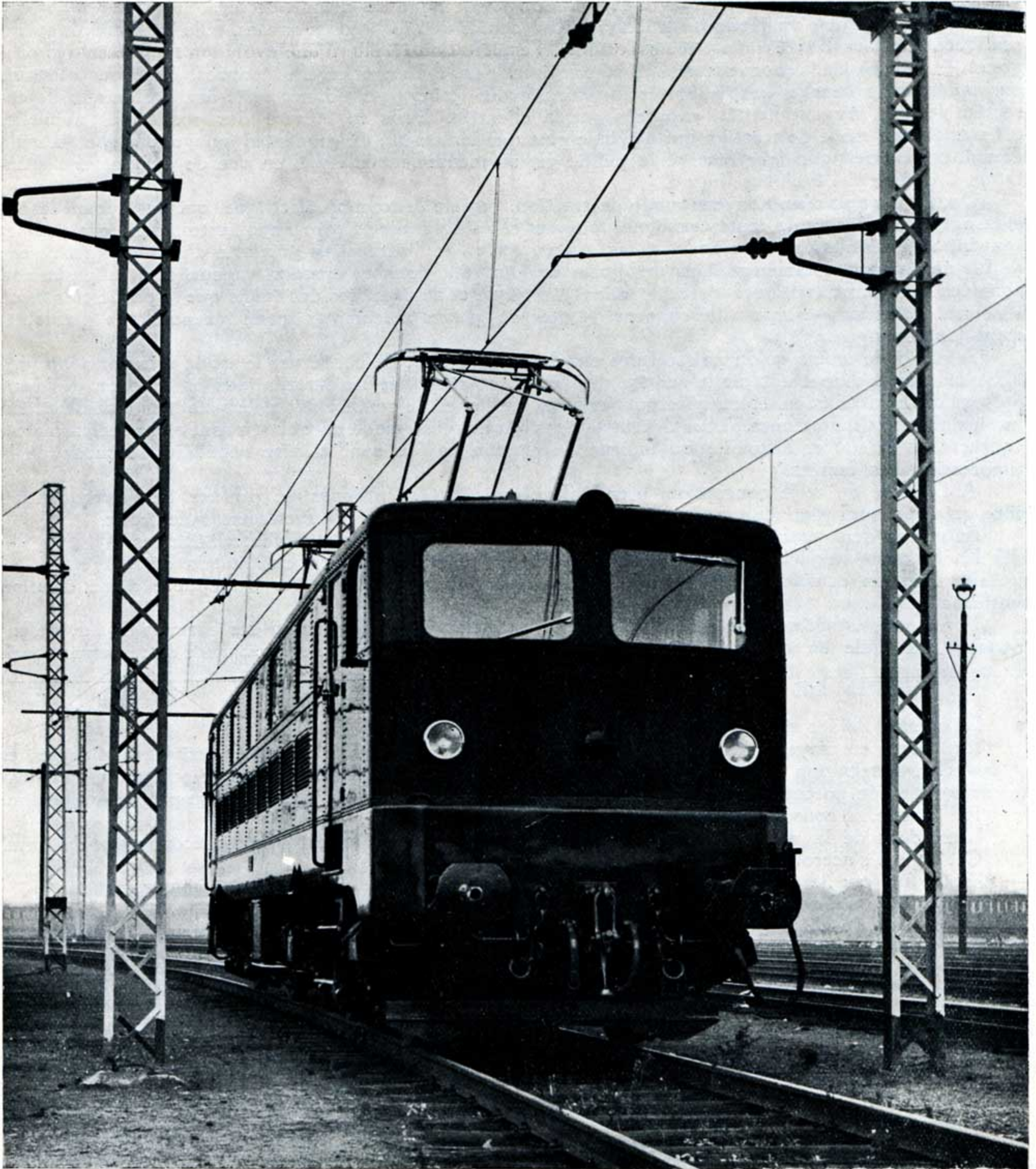
Fig. 6.



**Frein :**

La locomotive est pourvue :

- a) du frein direct à air comprimé pour la locomotive seule ;
- b) du frein automotique pour les trains de voyageurs et à marchandises ;
- c) d'un frein de secours manuel commandé par volant de chaque poste de conduite et agissant sur le bogie voisin.



La locomotive électrique B.B. de la S.N.C.B. - type 121.

# L'exploitation des lignes électriques

par J. VANDERBORGHT,  
Directeur de l'Exploitation,  
et A. MARCHAL, Ingénieur de l'Exploitation.

## INTRODUCTION.

Il existe de multiples méthodes d'exploitation d'une ligne de chemin de fer.

Quand il s'agit d'un mode de traction utilisé depuis de nombreuses années, telle la traction vapeur, pratiquée sur tous les réseaux depuis l'origine, l'exploitation résulte d'une évolution longue et très progressive. A chaque renouvellement des horaires, c'est-à-dire, selon les époques, deux ou trois fois par année, des retouches sont apportées au service des trains pour donner suite aux desiderata, de caractère le plus souvent limités, exprimés par la clientèle. Dans la mesure des possibilités nouvelles offertes par un mode de traction qui n'évolue plus que lentement, de prudentes innovations sont mises à l'essai, et l'accueil que leur réserve le public est soigneusement analysé, en vue de déterminer l'orientation à donner à l'évolution future.

Quand il s'agit d'un nouveau mode de traction, comme la traction électrique, qui du jour au lendemain prend possession de toute une ligne, toujours choisie parmi les plus importantes, dont elle **peut** et souvent **doit** révolutionner le service des trains, qui exige l'installation préalable d'un important réseau de fils de contact, notamment dans des gares parfois déficientes en traction vapeur, et à coup sûr non adaptées aux caractéristiques de la traction électrique et aux services des trains que le public en attend, — et en obtiendra —, on n'a de chances d'éviter de graves mécomptes qu'en « repensant » préalablement toute la ligne.

A priori, le moins qu'on puisse faire en électrifiant, c'est de conserver le mode d'exploitation pré-existant, c'est-à-dire maintenir le service des trains, et simplifier les installations en fonction des facilités qu'offre la traction électrique, puis équiper de lignes de contact et de sous-stations d'alimentation les installations maintenues. Tous les avantages du nouveau mode de traction sont alors exclusivement consacrés à améliorer l'exploitation interne du chemin de fer, sauf à faire bénéficier le public de la suppression des fumées.

A l'opposé de cette conception, prend place celle qui se propose de profiter de l'électrification pour créer un outil répondant aux supputations les plus optimistes d'accroissement de trafic.

Entre ces deux extrêmes, existe une gamme quasi infinie de solutions intermédiaires.

En fonction de quels critères portera-t-on son choix sur un mode d'exploitation déterminé ?

La question comporte trop d'éléments de natures diverses pour être susceptible d'une solution mathématique.

Force nous est de nous reporter aux fondements mêmes de l'exploitation des chemins de fer, à l'expérience mondiale en matière de traction électrique, et à notre propre connaissance du réseau national.

## LE CHEMIN DE FER DANS L'ECONOMIE NATIONALE.

Le chemin de fer est un instrument au service de la communauté.

Il alimente en moyens de production, main d'œuvre et matières, les diverses activités nationales, et il assure la distribution de leurs produits. Il **libère** en quelque sorte des moyens de production qui existaient à l'état de potentiel. L'importance des moyens libérés donne la mesure de sa propre **production**.

Par contre, il **consomme** lui-même des moyens de production.

L'excédent de la production sur la consommation constitue l'**apport** à la vie économique du pays.

Cet apport s'accroît :

- chaque fois que le chemin de fer, tout en conservant sa production, réduit sa consommation ;
- chaque fois qu'il accroît sa production sans augmenter d'autant sa consommation.

En période de chômage des moyens de production, le chemin de fer peut être amené à collaborer à une politique de plein emploi : il augmente sa consommation sans accroître sa production, réduisant délibérément son apport, et perfectionne son équipement en vue du retour à une ère de prospérité, qui bénéficiera d'un apport d'autant plus rapide et d'autant plus important.

Pour augmenter la « production », il est nécessaire de perfectionner l'équipement, ce qui exige des investissements.

Pour obtenir ces investissements, le chemin de fer, qui est en concurrence avec les autres solliciteurs de capitaux, doit justifier d'un rendement suffisant.

L'électrification, qu'elle ait pour unique objectif de réduire la consommation, ou qu'elle se propose d'accroître la production, n'échappe pas à cette règle. Aussi est-il nécessaire de définir son rendement.

Dans le premier cas, tous les éléments du problème sont parfaitement définis, et un bilan financier reflète complètement le caractère de l'opération.

Dans la multitude des solutions qui s'apparentent au deuxième cas, l'élément essentiel du supplément de production échappe complètement à un bilan financier.

Pour faire choix du mode d'exploitation, il faut donc se faire une doctrine en l'absence de chiffres.

Dans cette spéculation ardue, l'expérience déjà longue de la traction électrique dans le monde permet de poser des jalons extrêmement précieux.

## NAISSANCE ET EVOLUTION DE LA TRACTION ELECTRIQUE DANS LE MONDE.

La révolution industrielle qu'allait entraîner la découverte de l'électricité avait été pressentie par bon nombre de nos compatriotes.

Après avoir pris leur part des découvertes initiales, ils furent des novateurs en matière d'applications industrielles de l'électricité, et leur champ d'action s'étendit au monde entier.

Parmi ces applications, la traction électrique les trouve dès les débuts à l'avant-plan.

Appliquée d'abord aux **transports urbains**, elle a contribué largement, en donnant aux réseaux un développement inconnu jusqu'alors, à accroître très rapidement la prospérité des grandes cités. Celles-ci se sont étendues, leur population s'est accrue, rendant possible l'extension et la multiplication des entreprises.

A l'analyse, il s'agit d'un phénomène social. Sans réseau de tramways, on aurait pu concevoir la création, aux abords immédiats des lieux de travail, de grandes concentrations d'habitats pour y loger la main d'œuvre. Mais la forte densité de peuplement est néfaste au bien être de l'individu, qui a besoin pour vivre d'un minimum d'espace, et qui, après ses heures de travail au bureau ou à l'atelier, aspire à reprendre contact avec un cadre plus naturel.

L'extension des réseaux de tramways grâce à la traction électrique a exercé son action, soit en étendant les zones de recrutement de la main d'œuvre, soit en provoquant l'évasion de l'habitat du centre des villes.

Dans certains grands centres, la circulation de plus en plus intensive des tramways, dans des artères souvent étroites, allait encore se compliquer du fait de l'accroissement rapide du nombre des véhicules à moteurs à explosion. Le tramway, entravé dans sa marche, n'eut d'autre ressource que de se créer un site propre, à l'instar du chemin de fer, en s'installant dès l'abord assez largement pour pouvoir faire face dans la suite à une clientèle sans cesse croissante. Chassé de la surface du sol, il s'installa, là où il le pouvait, en surélévation ; mais comme la traction électrique s'accommode parfaitement des tunnels qui ménagent la bâtisse, le « chemin de fer métropolitain » se développa surtout en sous-sol. Et à son origine, nous trouvons encore une large contribution belge.

Au cours des années, les plus grandes villes du monde s'équipèrent de la sorte, chacune suivant des conceptions qui dépendent non seulement de leurs pratiques antérieures en matière de transport de voyageurs, mais aussi de l'état de la technique dans le monde entier au moment où fut entreprise la construction.

A Londres, le métropolitain fut établi à l'image d'un réseau de tramways, avec embranchements et troncs communs parcourus par les trains de lignes différentes.

A Paris, chaque ligne fut établie sans liaison aucune avec les voisines ; tous les trains y sont omnibus, comme des tramways.

A New-York et à Moscou, nous trouvons des lignes à quadruple voie, deux réservées au trafic direct et deux au trafic omnibus. Cette séparation permet d'accélérer les relations pour une partie importante de la clientèle, et d'adopter la fréquence maximum dans chacun des deux services. La puissance de transport est, toutes choses égales, plus que doublée par rapport au système en vigueur à Paris.

Toutes les entreprises semblables ont adopté, à l'exemple des tramways, les rames automotrices, qui seules disposent d'un poids adhérent suffisant pour les démarrages rapides, et sont compatibles avec des installations terminales et des garages d'un minimum d'encombrement.

\*\*

Les tramways dans leur grande majorité, les métropolitains dans leur entièreté, furent d'emblée construits pour et en fonction de la traction électrique, selon des conceptions simples, et en vue de résoudre des problèmes bien limités quant à leur nature.

S'attaquer à l'électrification de réseaux préexistants de chemin de fer, conçus en fonction de la traction vapeur, devait être une œuvre autrement complexe.

Aussi ne faut-il pas s'étonner de voir assigner aux premières réalisations des objets bien limités.

On les rencontre dans des pays à caractéristiques géographiques bien déterminées ; relief montagneux, ressources hydroélectriques, lignes en fortes rampes et en longs tunnels, absence de charbon. Tel est le cas de la Suisse et de la Scandinavie.

Pour ces régions où la consommation de charbon constitue un lourd handicap, tant par les quantités consommées que par les sujétions des importations, la traction électrique est une véritable providence. Le supplément d'apport du chemin de fer à l'économie nationale par la seule réduction de consommation suffit à justifier l'électrification. Il n'y a pas d'investissements plus sûrs pour les capitaux disponibles. L'affaire est intéressante sans même qu'il soit nécessaire de s'assigner l'objectif supplémentaire d'un accroissement de « production ».

Aussi les électrifications y sont elles essentiellement, à l'origine, de simples substitutions de la traction électrique à la traction vapeur.

Très rapidement cependant, ces pays réalisent les multiples ressources de la traction électrique qui leur permet d'améliorer leurs services et de stimuler les transports. Le tourisme, branche essentielle de l'activité suisse, en bénéficie largement, tandis que se développe une industrie très prospère de construction de matériel roulant électrique.

Nous devons à la vérité de dire que, depuis les débuts de la traction électrique, ces pays ont échappé à la perte des 20 années que, de notre côté, nous avons passées en occupations étrangères et en reconstructions d'après-guerre.

Tandis que se poursuit l'équipement des régions prédestinées à l'électrification, nous voyons cette dernière s'imposer dans un domaine tout différent, mais présentant de grandes analogies avec les transports urbains : il s'agit des réseaux de chemins de fer suburbains des grands centres.

Dans des villes comme Paris, Londres, Berlin, où un chemin de fer établi de longue date a su conserver des gares en plein centre et des liaisons directes avec la périphérie, nous voyons la traction vapeur s'essouffler pour essayer de tenir tête à l'afflux sans cesse croissant des voyageurs travaillant au centre et cherchant leur résidence dans des régions aérées de plus en plus éloignées.

Il faut rendre ce mérite aux cheminots de la vapeur d'avoir su réaliser des prodiges dans des gares étriquées comme Paris (Bastille), et d'avoir su épuiser jusqu'à la limite toutes les ressources de leur moyen d'action : réduction des manœuvres par utilisation de locomotives réversibles, étude judicieuse de la réutilisation du matériel dans les gares terminales, emploi de rames réversibles, aménagement des voitures en vue de donner le maximum de capacité à des rames limitées à la longueur inextensible des quais d'embarquement.

Dans certains cas, ces prodiges d'habileté se sont révélés insuffisants en présence d'un trafic sans cesse croissant, et l'électrification s'est présentée comme le seul moyen de résoudre le problème.

L'électrification-type de cette espèce est celle des lignes de banlieue au départ de Paris St-Lazare.

Il s'agit ici d'une électrification s'assignant comme objectif essentiel l'augmentation de la capacité de production des lignes, et il est particulièrement instructif de voir sur quelles bases a été déterminée la grandeur de cette augmentation.

De l'analyse du projet tel qu'il fut exécuté, il ressort que l'on a procédé comme si l'on s'était imposé au départ une double condition :

— la superficie existante de la gare de Paris St-Lazare est une donnée de base, toute extension de cette superficie sortant du domaine des possibilités pratiques ;

— cette superficie sera exploitée au maximum, en faisant appel non seulement à la traction électrique dans sa conception la plus perfectionnée, mais aux toutes dernières ressources qu'offre la technique dans tous les domaines (tracé des appareils de voie, libération des itinéraires, signalisation, organisation de la circulation des voyageurs en gare, aménagement des dégagements, horloges chronographiques en tête des quais, permettant de donner, à la seconde près, le départ aux trains, organisation du mouvement pour limiter les recoupements d'itinéraires au strict minimum).

Ces deux postulats définissent complètement une capacité maximum en trains, qui déterminera d'une manière quasi mathématique les aménagements à prévoir sur toute l'étendue du réseau suburbain à électrifier.

En dépit des travaux gigantesques qui en résultent on ne constate aucune déviation à cette ligne de conduite.

A la sortie de Paris-St-Lazare, de multiples voies d'accès sont créées, qui permettent à presque toutes les lignes de banlieue de rester indépendantes sur tout leur parcours, et entièrement séparées des lignes à longue distance. Ainsi est-il possible d'exploiter chaque direction d'une manière absolument autonome, à la manière des lignes du métropolitain.

Sur chaque ligne, on prévoit un nombre de trains maximum, mais on exclut, vu les distances à parcourir, la solution qui ne comporte que des trains omnibus. Pour concilier ces deux tendances opposées, on consent, vu l'énorme prépondérance des voyageurs utilisant la gare de Paris-St-Lazare, à sacrifier la proportion très réduite de ceux qui se déplacent entre deux gares intermédiaires éloignées : les parcours omnibus de bout en bout, cause de réduction de capacité des lignes où circulent des trains d'allures différentes, sont éliminés. Chaque ligne est divisée en plusieurs zones ; un train omnibus dans une zone déterminée continue en direct jusqu'à Paris-St-Lazare. Ainsi la grande masse des voyageurs atteint Paris dans un temps minimum.

Ce système est connu sous le nom d'exploitation par zone.

Les gares limites de zone devant servir de terminus à certains trains sont pourvues d'un aménagement rationnel.

Partout des quais surélevés accélèrent l'embarquement et le débarquement.

Le matériel, uniquement constitué d'automotrices, allie une capacité élevée par mètre courant de train, à de très larges dégagements.

La souplesse qu'une telle organisation doit réserver à ses débuts en vue d'un accroissement ultérieur de clientèle, réside dans le fait que le trafic initial à envisager n'exige pas que les trains reçoivent d'emblée la composition maximum permise par les installations, ou, ce qui revient au même, que des trains immédiatement portés à leur composition maximum soient dès l'origine aussi nombreux que ne le permettent ces installations.

\*

\*\*

Les électrifications que nous venons d'analyser succinctement ont ceci de caractéristique qu'elles se sont imposées par une argumentation où l'un des éléments domine manifestement l'ensemble. L'apport essentiel à l'économie est, dans le premier cas, la réduction de consommation de charbon, et dans le second, l'augmentation de la puissance de transport.

Ce sont les électrifications de cette espèce qui, à l'heure actuelle encore, prédominent dans le monde entier : une carte de lignes électrifiées fait apparaître leur condensation dans les banlieues des grands centres et dans des régions montagneuses.

À l'origine des réalisations hollandaises, on peut déceler deux éléments principaux : l'économie de charbon, trop peu abondant sur le territoire national, et l'amélioration des services voyageurs entre grands centres relativement rapprochés.

La Hollande, pays de plaines, n'a jamais construit de locomotives très puissantes. Pour accélérer ses services, il lui faudrait en acquérir, et augmenter une consommation de charbon qu'elle estime déjà trop lourde.

D'autre part, le chemin de fer n'assure plus en Hollande de services omnibus tels qu'ils incombent encore à d'autres réseaux. De nombreuses petites gares ont été supprimées, et leur ancienne clientèle est acheminée par tramways ou par la route, soit directement vers sa destination si elle n'est pas trop éloignée, soit vers la gare de chemin de fer la plus proche.

La desserte des lignes ne comprend plus alors que des trains qui correspondent à nos semi-directs, se succédant suivant des horaires presque parallèles.

De tels services n'exigent ni gares compliquées, ni signalisation coûteuse, et l'électrification y devient intéressante, étant données l'économie de charbon et la non acquisition des locomotives nécessaires en service vapeur, dès que le volume du trafic atteint une certaine importance.

\*\*

Ayant accaparé avec un succès incontestable les lignes à l'exploitation desquelles elle confère des avantages tels qu'on peut parler de la « nécessité » d'électrifier, la traction électrique entame immédiatement la prospection des autres lignes. A la faveur de l'expérience, elle se codifie et précise les critères favorables à son intervention.

Les éléments de base se maintiennent : frais de remorque et dessertes-voyageurs intensives.

L'électrification d'un kilomètre de ligne exigeant un investissement déterminé, la réduction des frais de remorque, qui est l'un des éléments du rendement de l'investissement, est dans une certaine mesure proportionnelle à la consommation annuelle d'énergie sur ce kilomètre de ligne.

Sous cet angle, on a des raisons d'espérer de l'électrification un intérêt d'autant plus grand que la ligne est plus chargée et plus accidentée.

C'est la raison pour laquelle les pays qui attachent un prix particulier à l'économie de charbon commencent à s'intéresser non plus seulement aux lignes en fortes rampes, mais aux lignes à fort trafic.

Le prototype en est la ligne Paris-Lyon, dont l'électrification est en cours d'exécution. C'est, parmi les longues lignes non encore électrifiées du réseau français, l'une des plus chargées.

Cet exemple est instructif, parce qu'on y voit un réseau, pour lequel l'économie de charbon revêt une importance très grande (élément qui justifie du reste le choix de la ligne), assigner à cette électrification un second objectif qui modifie complètement la conception de l'entreprise : augmenter la puissance de transport, ce qui nécessite une refonte complète de l'équipement, à la vérité ancien et partiellement détruit par la guerre.

L'électrification de Paris-Lyon, c'est une synthèse. Jusqu'à présent, l'électrification n'était qu'une « ajoute » au chemin de fer, une ajoute à laquelle on confiait des missions bien définies, toujours les mêmes. Sur Paris-Lyon, électrification et chemin de fer ne forment plus qu'une entité. Toute l'exploitation tant voyageurs que marchandises, toutes les installations, ont été repensées en fonction du nouveau mode de traction.

## EVOLUTION DU PROBLEME DE L'ELECTRIFICATION EN BELGIQUE.

Les expériences étrangères ont été suivies dans notre pays avec la plus grande attention, en vue de déceler sur notre réseau les applications possibles de la traction électrique.

Après la guerre 14-18, l'expérience suisse met en évidence, parmi d'autres, les avantages de la traction électrique pour la remorque des trains lourds sur les lignes à fortes rampes, dans des régions susceptibles de fournir de l'énergie hydro-électrique.

La province belge qui réalise le mieux ces conditions est le Luxembourg, desservi principalement par les lignes dites du Luxembourg (Bruxelles-Arlon) et de l'Ourthe (Liège-Jemelle).

L'étude de l'électrification de ces lignes est connue sous le nom de projet L. O (Luxembourg-Ourthe). Elle est conçue à la manière suisse, c'est-à-dire qu'à priori elle ne poursuit d'autre objectif que de réduire la « consommation » du chemin de fer. Les services de trains préexistants sont pratiquement maintenus. Le trafic marchandises, prépondérant sur ces lignes, subit normalement au cours des années des fluctuations d'amplitudes importantes, et il en résulte des variations de l'ordre de grandeur de l'intérêt de l'électrification, cette dernière entraînant une part de dépenses fixes, indépendantes du volume du trafic.

Il ne peut être envisagé de faire une étude distincte pour chaque hypothèse possible de volume de transports. Des limites maximum et minimum raisonnables sont définies rationnellement en fonction de l'évolution probable des activités économiques intéressées à ces transports.

Pour chacun des cas extrêmes, il est procédé à une étude complète. On se place dans le cas de l'alimentation par des centrales thermiques.

Le problème étant parfaitement défini, un bilan financier de l'entreprise est établi. L'électrification envisagée ne se proposant pas une augmentation de la « production » du chemin de fer, le bilan présente la même valeur sur le plan de l'économie nationale que sur le plan ferroviaire.

Ce bilan fait, pour les deux cas extrêmes, la preuve de la rentabilité de l'électrification. Il est rationnel d'admettre que, pour toutes les hypothèses intermédiaires de volume de trafic, cette rentabilité varie linéairement. Il est à présumer d'autre part que cette rentabilité serait encore meilleure si l'on pouvait faire appel à l'énergie fournie par des centrales hydro-électriques.

Une autre étude comprend, outre les lignes L. O., la ligne Bruxelles-Anvers, sur laquelle se prolongent de nombreux trains marchandises venant du Luxembourg. Elle est connue sous le nom de projet L. O. B. A.

La conception du programme est la même que dans le projet L. O.

Mais l'électrification de la ligne Bruxelles-Anvers devait plus tard évoluer dans sa conception, et constituer un projet distinct.

Bruxelles-Anvers est, en même temps qu'une importante voie d'acheminement des marchandises, la première ligne à voyageurs du réseau. Le volume du trafic voyageurs y est en accroissement constant, et la traction vapeur est contrainte d'y développer toute son ingéniosité pour faire face aux besoins croissants du public. La gare terminale d'Anvers (Central), inextensible, pose des problèmes ardu de mouvement des locomotives, à une époque où la signalisation n'a pas atteint le degré de perfectionnement qu'elle connaît actuellement. A Bruxelles (Nord), autre terminus de la ligne, des difficultés du même ordre se produiront dès que seront entamés les travaux de relèvement de la gare, en relation avec l'achèvement de la Jonction Nord-Midi.

La traction électrique s'offre comme le meilleur moyen de résoudre tous ces problèmes.

Comme dans toutes les premières électrifications, on limite initialement l'objectif à atteindre. On laissera de côté, non seulement les trains de marchandises, mais les trains de voyageurs omnibus, et seuls seront électrifiés les trains directs Bruxelles-Malines-Anvers, à vrai dire les plus nombreux. Le service des trains envisagé présente donc une grande analogie avec le système hollandais. Tous les horaires sont parallèles.

Dans la conception de l'équipement, on décèle la méthode que nous avons décrite pour l'électrification de la banlieue parisienne. La portion des gares terminales qui peut être dévolue au trafic à électrifier sera utilisée au maximum grâce à l'emploi exclusif d'automotrices, les fréquences maxima seront envisagées et, pour commencer, la composition des trains sera limitée à 4 voitures. Pour écouler le débit ainsi défini, la voie d'accès sera aménagée, ce qui exige que deux des 4 voies préexistantes soit réservées à ce seul trafic, et débarrassées des recoupements (entraves à la circulation) avec les deux autres, c'est-à-dire rendues totalement indépendantes.

Il s'agit d'une électrification en vue d'une augmentation de la puissance de transport. Elle n'est donc pas, comme nous l'avons vu, susceptible d'un bilan sur le plan de l'économie nationale (et l'on sait combien celle-ci a depuis largement profité de cette électrification). On établit cependant un bilan ferroviaire, comme s'il s'agissait d'une électrification uniquement destinée à réduire la consommation. Malgré les avantages essentiels qu'il néglige, il prouve déjà la rentabilité de l'électrification.

Pour la première fois sur notre réseau, on passe à la réalisation, et la ligne électrifiée est inaugurée en 1935, 100 ans, jour pour jour, après l'inauguration de la première ligne de chemin de fer, Bruxelles-Malines.

\*

\*\*

La faveur extraordinaire rencontrée dans le public par le nouveau mode de traction, fait naître le désir d'intéresser le plus rapidement possible une nouvelle clientèle à l'électrification. D'autre part, l'expérience du service adopté montre que la ligne dispose d'une réserve de puissance non utilisée.

Le parcours électrifié traverse les grandes banlieues, quasi jointives, de Bruxelles et d'Anvers. Les expériences étrangères, en matière d'électrification de banlieues des grands centres, donnent à penser qu'une desserte électrique des banlieues de la capitale et de la métropole serait susceptible de donner lieu à un important mouvement de voyageurs de et vers les centres importants.

La ligne électrique est équipée de quais d'embarquement dans toutes les gares intermédiaires, la signalisation est perfectionnée, un service mixte comportant des trains directs, semi-directs et omnibus est mis au point, un matériel supplémentaire est commandé, non seulement pour assurer les nouvelles catégories de trains, mais pour renforcer les rames initiales déjà devenues insuffisantes, et en 1939, la nouvelle organisation est mise en marche.

Dans le cas considéré, il s'agit donc d'un complément d'équipement, en vue de faire rendre par une ligne précédemment électrifiée, un service supplémentaire.

Pour terminer le chapitre de la ligne Bruxelles-Anvers, signalons que, pour faire face à un nouvel accroissement de trafic, le chemin de fer vient de mettre en marche, aux heures de pointe, des trains de très grande capacité constitués de rames de voitures métalliques remorquées par des locomotives électriques.

\*

\*\*

Tandis que la traction électrique s'installait et se développait sur la relation Bruxelles-Anvers, une grande activité, en matière d'études d'électrification, se manifestait dans un autre domaine.

L'occasion en fut offerte par la question de la Jonction ferroviaire des deux grandes gares du Nord et du Midi à Bruxelles.

On sait que cette Jonction fut décidée par le Parlement vers 1900, et que les travaux furent entrepris vers 1910. Interrompus en 1914 par suite de la guerre, ils ne furent repris qu'en 1935, et n'ont plus été arrêtés depuis lors, que durant le second conflit.

Déduction faite des périodes d'occupation étrangère, la construction de la Jonction Nord-Midi aura connu deux phases actives, séparées par un intervalle de 17 années.

Pendant cet intervalle, l'opportunité même de la Jonction est remise en discussion. Son but initial avait été d'établir la soudure entre les deux parties du réseau nettement séparées dès l'origine du chemin de fer (l'une desservie par Bruxelles Nord, l'autre axée sur Bruxelles Midi), et d'améliorer l'exploitation de ces deux gares en impasse en les transformant en gare de passage.

Après la guerre 14-18, des doutes s'élèvent sur l'utilité d'un tel travail. Le réseau, dit-on, dispose déjà d'une liaison entre le Nord et le Sud par la ligne de ceinture ouest de Bruxelles, empruntée notamment par les trains internationaux Amsterdam-Paris ; des craintes se font jour au sujet du préjudice que pourrait causer à la capitale la possibilité de la traverser sans s'y arrêter ; des inquiétudes se manifestent au sujet de la circulation de nombreuses locomotives à vapeur crachant leurs fumées dans les tunnels de la Jonction et dans les points d'arrêt qui y sont prévus ; on prédit déjà la fin du chemin de fer, et l'on va jusqu'à proposer de nouvelles affectations pour les terrains qui ont été expropriés et déblayés en vue de la construction de la Jonction.

C'est alors qu'intervient la traction électrique, qui a en quelque sorte sauvé la Jonction.

L'électrification de grandes banlieues réalisée à l'étranger commence à porter ses fruits, assurant aux centres desservis, dans une mesure inespérée, de nouvelles sources de prospérité.

Cette expérience a fait ressortir l'importance de l'existence, dans la ville desservie, de points d'embarquement à proximité immédiate des centres d'activité.

Etablir la Jonction, c'est du même coup créer ces points d'embarquement ; électrifier la banlieue de Bruxelles, puis pousser cette électrification jusqu'aux principales villes du pays, c'est assurer à la capitale et à la plus grande partie de la population un regain de prospérité. Par surcroît, la traction électrique résout le problème de l'atmosphère dans les tunnels.

En repensant la Jonction dans le cadre d'une électrification rayonnante, baptisée « Métropolitain de Belgique », on ramenait la confiance, et le Parlement décida la reprise des travaux.

\*\*

En même temps que les chantiers reprennent leur activité, le « Métropolitain de Belgique » est mis à l'étude.

Deux phases d'exécution successives sont envisagées.

La première comporte l'électrification des principales lignes issues de Bruxelles jusqu'aux gares importantes situées dans un rayon de 30 km. autour de la capitale : Louvain, Ottignies, Nivelles, Braine-le-Comte et Alost. Pour des raisons d'opportunité, l'électrification vers Nivelles doit être poussée d'une traite jusqu'à Charleroi, à 55 km. de Bruxelles. D'autre part, il n'y a plus à se préoccuper de la ligne à voyageurs Bruxelles-Anvers déjà électrifiée, si ce n'est, comme il a été dit, pour y superposer un service de banlieue au service direct existant.

Cette première phase, connue sous le nom de « Petite Etoile », comporte l'équipement de 175 km. de lignes à double voie.

On se propose d'y instaurer des services électriques de banlieue fréquents et cadencés, par automotrices, les trains rapides pour les destinations plus lointaines continuant à être remorqué par des locomotives à vapeur, dont on espère pouvoir autoriser le passage dans les tunnels de la Jonction grâce à une ventilation appropriée.

A cette première phase doit en succéder une seconde, dénommée « Grande Etoile », couvrant un cercle de 60 km de rayon autour de Bruxelles, c'est-à-dire prolongeant l'électrification des lignes de la Petite Etoile jusqu'aux gares importantes de Tirlemont, Namur, Mons et Gand. Il est rapidement admis qu'au lieu de s'arrêter à Tirlemont, on poussera directement jusque Liège. Atteignant ainsi les principaux centres du pays, l'électrification intéressera dès ce moment une fraction importante de la population belge.

La priorité d'exécution est réservée, d'accord avec le Parlement, à la ligne Bruxelles-Charleroi qui, dès achèvement de la Jonction, sera exploitée en prolongement de Bruxelles-Anvers.

Les signes prémonitoires d'une guerre prochaine font différer la réalisation, et presque rien n'a encore pu être entamé quand les hostilités se déclenchent.

\*\*

Dès que possible les études sont reprises sur la base de la documentation sauvée de la débâcle de 1940.

La conception de l'électrification de la Petite Etoile de Bruxelles résulte d'une judicieuse adaptation aux circonstances locales, des enseignements tirés de l'expérience des banlieues des grandes villes étrangères.

Elle se propose l'augmentation de la puissance de transport.

La mesure de cette augmentation est choisie, pourrait-on dire, à l'échelle : il n'est évidemment pas question de doter Bruxelles d'un instrument de transport aussi puissant que ceux de Paris, Londres et New-York.

A l'exception de courtes sections (Bruxelles-Hal, Bruxelles-Jette, Charleroi-Luttre) dont la traction vapeur avait déjà faire ressortir l'insuffisance au regard de leurs prolongements normaux, on ne recourra nulle part au quadruplement. On s'en tiendra aux lignes existantes à double voie, dont l'entrée indépendante dans les gares de Bruxelles (Nord et Midi) a déjà été réservée dans le cadre de la Jonction. Ces lignes existantes seront équipées en vue d'un service de trains maximum (signalisation automatique).

Le service des trains comprend en principe toute la journée, à chaque demi-heure, un train omnibus de bout en bout, et une relation rapide pour la gare terminus de la Petite Etoile. Aux heures de pointe, des trains directs et semi-directs supplémentaires sont mis en marche avec départs cadencés ; à noter que des omnibus supplémentaires ne peuvent être retenus, sous peine d'entraver, voire même d'empêcher le passage des trains plus rapides.

La notion des trains omnibus de bout en bout, opposée à celle des omnibus fractionnés de la ban-

lieue parisienne, se justifie sur notre banlieue par le fait suivant : la clientèle qui se déplace entre deux gares intermédiaires est loin d'être proportionnellement négligeable, comme c'est le cas à Paris. Les omnibus de bout en bout, qui la satisfont le mieux, étant compatibles avec la solution d'ensemble, grâce à la traction électrique par automotrices qui accélère considérablement leur marche, il s'indique de maintenir ce type de trains.

Les différentes lignes de la Petite Etoile présentant de grandes analogies au point de vue de la longueur, du nombre des arrêts intermédiaires et des temps de parcours des trains des diverses espèces (à noter que pour l'établissement d'une formule d'horaires ce sont les différences de temps de parcours entre trains des diverses catégories qui seules importent), on est automatiquement amené à y prévoir des services de trains très semblables.

Ils comportent en principe 8 trains de banlieue par heure, auxquels il faut ajouter deux trains vapeur par heure pour les destinations plus éloignées.

Les sections Bruxelles-Louvain et Bruxelles-Ottignies présentent, par rapport aux autres, la difficulté supplémentaire de devoir livrer passage en outre à des trains internationaux, mais des circonstances locales favorables permettent de la résoudre, sans accroc aux principes de base des services intérieurs.

L'amélioration est mise en évidence par l'exemple suivant, relatif à la ligne Bruxelles-Louvain. En traction vapeur, le nombre maximum de trains qui ait jamais été mis en marche en l'espace d'une heure est égal à 7, et encore moyennant suppression à ce moment de tout train omnibus. En traction électrique, ce nombre est porté à 12, y compris deux omnibus partant exactement à la minute prévue pour toute la journée, de demi-heure en demi-heure.

Les conditions énoncées ci-dessus définissent complètement en nombre de trains, la capacité à conférer aux lignes de la Petite Etoile.

On en déduit la signalisation nécessaire en pleine voie et aux abords des gares terminus, ainsi que les modifications d'aménagement indispensables dans ces dernières.

Compte tenu de la clientèle maximum recensée avant 40, et étant donné le nombre de trains prévus, la composition de ces derniers ne doit pas excéder, à l'origine, 4 voitures, ce qui réserve une marge suffisante d'accroissement possible, pour faire face à l'augmentation de clientèle à escompter normalement après électrification.

Les gares intermédiaires comportant des cours à marchandises et raccordements subissent le contre-coup de l'intensification des circulations de trains de voyageurs : leur desserte marchandises, pour être maintenue, nécessite dans certains cas des remaniements des installations, en vue de réduire l'utilisation des voies principales pendant l'exécution des manœuvres.

Partout sont prévus des quais d'embarquement surélevés, reliés par des passages souterrains évitant aux voyageurs la traversée à niveau de voies intensivement parcourues.

Les trains de marchandises, auxquels il serait irrationnel d'imposer un relai de moteur sous prétexte de les remorquer électriquement sur 30 km. ne représentant qu'une petite partie de leur parcours, sont maintenus en traction vapeur, de même que les trains de desserte des gares intermédiaires. On peut donc se borner, dans les gares, à électrifier les seules voies parcourues par les trains de voyageurs.

La succession des trains envisagée est telle que les passages à niveau devraient rester fermés pendant de longs intervalles, interrompant gravement la circulation routière. Aussi la suppression de tous les passages à niveau sur les lignes de la Petite Etoile est-elle prévue, d'accord avec l'Etat auquel il incombe de supporter les dépenses (construction de ponts et tunnels, de passages pour piétons, détournement de la voirie, etc.)

L'étude du passage de tous les trains de base et de la plupart des trains d'heures de pointe dans la Jonction Nord-Midi, condition essentielle de leur rendement, a donné lieu à la conception de l'accouplement des lignes : les trains d'une ligne arrivant à Bruxelles (Nord) sont prolongés sur une ligne partant du Midi : Anvers-Charleroi, Louvain-Braine-le-Comte. Une traversée de la Jonction remplace les deux circulations qui seraient nécessaires, si les services étaient scindés, pour faire assurer par chacun la desserte de toutes les gares de la Jonction.

\*\*

La mise au point de ces études se poursuivait quand en 1943, en présence des ravages causés dans notre parc de locomotives par les bombardements, il fut décidé de préparer, pour la fin des hostilités, la possibilité d'utilisation de locomotives électriques. A cette fin, parallèlement à la Petite Etoile, est mise à l'étude l'électrification de la ligne à marchandises Bruxelles-Anvers, la plus parcourue du réseau, tronçon de l'ancien projet L.O.B.A., et principale voie d'accès vers notre grand port national.

Le projet est mieux connu sous le nom d'électrification Linkebeek-Anvers (Nord). Il comporte en effet le raccord en gare de Linkebeek avec la ligne Bruxelles (Midi)-Charleroi, et il se termine à l'importante gare de formation d'Anvers (Nord), porte d'accès vers le port. Il comporte également le raccord à Schaerbeek (Formation) et à Muizen. Il permet la remorque électrique des trains de marchandises Anvers-Schaerbeek, Anvers-Bruxelles (Mons et Namur) et, par combinaison avec l'électrification Bruxelles-Charleroi, celle des trains Anvers-Charleroi et Schaerbeek-Charleroi.

La traction électrique accélère les trains de marchandises, de sorte que l'intercalation de ces derniers entre des trains de voyageurs également accélérés n'est pas aggravée. Sur les sections essentiellement parcourues par des trains de marchandises, comme Bruxelles-Anvers, l'accélération augmente la capacité de la ligne. L'électrification permet au tronçon Muizen-Anvers (par Kontich) d'absorber le trafic exclusivement marchandises antérieurement acheminé par l'itinéraire parallèle Muizen-Waarloos-Anvers, dont la suppression est envisagée dans un but d'économie.



L'électrification Linkebeek-Anvers requiert deux aménagements importants, au voisinage de Linkebeek et de Mortsels (Anvers), où de nouveaux ouvrages d'art sont nécessaires pour éliminer des recoupements à niveau d'itinéraires. Ces recoupements sont en effet rendus inadmissibles du fait de l'intensification des services, tant voyageurs que marchandises.

\*  
\*\*

Libération ! Immense espoir, mais aussi tâche gigantesque de relèvement des ruines accumulées par la guerre.

Le pays, qui éprouve une hâte fébrile à se remettre à des tâches pacifiques, réclame à corps et à cris la restauration urgente des services de trains.

Dans cette fièvre, le chemin de fer se reconstruit autant que possible dans le cadre d'un plan de modernisation de son équipement conçu pendant la guerre en tenant compte des électrifications futures.

Mais parfois, l'urgence impose la solution la plus expéditive, qui est le rétablissement de la situation antérieure.

L'électrification voit se prévaloir de nouvelles conceptions, qui se sont fait jour à l'étranger, pendant les années où nous étions isolés du reste du monde.

A l'électrification par tronçon de faible longueur, est opposée celle de longs itinéraires de bout en bout.

Il est estimé intéressant de généraliser la conception d'électrifications qui permettent d'adopter la traction électrique pour les trains de marchandises en même temps que pour les trains de voyageurs.

Des éléments nouveaux s'imposent, tels que l'augmentation du nombre des voyageurs.

La remise en exploitation laborieuse de nos charbonnages donne une importance accrue à l'économie de charbon. Il est procédé à un classement de nos lignes par consommation annuelle d'énergie par km. Toutes celles qui dépassent le quantum considéré à l'étranger comme le minimum susceptible de rendre l'électrification intéressante, sont incorporées dans un nouveau programme s'étendant sur 1500 km. A côté des lignes du métropolitain de Belgique, y prennent place notamment: Herbesthal-Verviers-Liège-Tournai, Ronet-Louvain-Muizen, Liège-Jemelle, Namur-Arlon, Athus-Meuse, Charleroi-Gand, Bruxelles (Midi)-Ostende, Blankenberghe et Knokke, Malines-Gand, ainsi que diverses antennes et raccords.

## L'ELECTRIFICATION DE LA LIGNE BRUXELLES-LIEGE.

L'étude de l'électrification Bruxelles-Louvain dans le cadre « Petite étoile » était basée sur des renseignements statistiques de l'année 1938.

L'étude de Bruxelles-Liège devait tenir compte de deux éléments nouveaux.

En premier lieu, la clientèle journalière en 1947 est supérieure à celle d'avant-guerre, bien que le public ne dispose ni d'autant de trains, ni de relations aussi rapides, ni d'un égal confort. C'est une raison supplémentaire de reprendre pour la section Bruxelles-Louvain la conception antérieurement admise du service maximum de trains de voyageurs. D'autre part, la condensation de clientèle aux heures de pointe se manifeste d'une manière beaucoup plus sensible : le débit maximum par heure de la ligne est passé de 3500 voyageurs en 1938 à près de 6000 en 1947, alors que pour toute une journée, l'augmentation est proportionnellement moindre : de 15.000 à 18.000. L'opportunité d'assurer tous les services par rames automotrices devient discutable ; en effet, aux effectifs primitifs, il faudrait ajouter les unités nécessaires pour absorber l'accroissement de la pointe de trafic, et ces unités supplémentaires coûteuses n'auraient qu'un très mauvais rendement. Une politique nouvelle est définie : il ne sera plus prévu d'automotrices que dans la mesure où ces engins sont assurés d'une bonne utilisation. Les voyageurs à transporter en plus aux heures de pointe seront acheminés par des trains lourds de voitures ordinaires remorqués par locomotives électriques ; dans les intervalles entre les pointes, seules les voitures chômeront, tandis que les locomotives électriques seront utilisées à la remorque des trains de marchandises.

En second lieu, la nouvelle étude doit, à l'encontre de la précédente, tenir compte de l'unité du mode de traction depuis Bruxelles jusque Liège, de telle sorte que le service des trains doit être étudié d'emblée pour tout le parcours, tout en conservant entre Bruxelles et Louvain la saturation de la ligne et le nombre antérieurement prévu de trains de chaque espèce.

Sur la distance Bruxelles-Liège longue de 100 km, il ne peut plus être envisagé de trains omnibus de bout en bout qui réduiraient exagérément la capacité. Les gares intermédiaires importantes divisent la ligne en sections très différentes au point de vue du nombre des voyageurs. Maximum entre Bruxelles et Louvain, ce nombre décroît de Louvain à Tirlemont, puis de Tirlemont à Waremme, pour remonter ensuite aux approches de Liège.

Au delà de Louvain, il n'est plus question de saturer la ligne en nombre de trains, mais le problème n'est pas simplifié d'autant : en effet, la saturation entre Bruxelles et Louvain impose dans cette dernière gare des conditions de succession des trains venant de Bruxelles. Ceux-ci arrivent par rafale dans l'ordre normal : omnibus, semi-direct, direct et express. Le prolongement de certains d'entre eux, sans arrêts nuisibles à la clientèle, impose a priori des sujétions d'horaires. Il en résulte que, bien qu'il y ait moins de trains au delà de Louvain, les conditions de succession sont aussi draconiennes, en matière de sectionnement de block, que sur la section la plus chargée.

Les horaires étudiés prévoient aux heures creuses :

- un express Bruxelles-Liège en 1 heure avec arrêt à Louvain ;
- un semi-direct partant de Bruxelles une demi-heure plus tard, desservant les gares de coïncidence, et assurant de plus la desserte omnibus de la section la moins peuplée Tirlemont-Waremme. Ces

2 services assurent en même temps, à la fréquence d'une demi-heure, la relation rapide Bruxelles-Louvain ;

— un omnibus par demi-heure Bruxelles-Louvain et un omnibus par heure entre Louvain et Tirlemont, et entre Waremme et Liège.

Ces trains sont en correspondance entre eux dans les gares de coïncidence et assurent :

— pour les gares intermédiaires, une desserte par heure entre Louvain et Liège, et deux par heure entre Bruxelles et Louvain ;

— pour les gares de coïncidence : 2 dessertes supplémentaires par heure pour Louvain, et 1 pour les autres.

Aux heures de pointe, la fréquence de tous ces trains est doublée, à l'exception des omnibus Bruxelles-Louvain, qui sont par contre dédoublés par des trains semi-directs desservant les plus importantes des gares intermédiaires de la section.

De plus, en vue du passage de trains internationaux remis en marche en plus grand nombre, chaque demi-heure réserve un sillon dans deux conditions de vitesse différentes.

Ce service représente approximativement 40 % de trains de plus qu'en 1938 et le double du nombre de trains en 1947.

A ces circulations-voyageurs viennent s'ajouter les trains de marchandises. Dans un domaine aussi sujet à fluctuations, il n'y a d'autre issue que de repérer une période de fort trafic, et d'en adapter les trains au service-voyageurs prévu.

Enfin la desserte marchandises des gares intermédiaires exige une refonte complète en raison de la restriction des possibilités de passage en ligne des trains caboteurs. Il est apparu qu'il n'y aurait plus, une fois instauré le service des trains projeté, d'autre possibilité que d'assurer cette desserte la nuit, les manœuvres étant simplifiées à l'extrême et assurées par du personnel accompagnant le train. Seules exceptions à cette règle, 3 gares intermédiaires à trafic important seraient chacune desservie par une rame directe distincte, circulant matin et soir.

L'organisation ainsi définie permet l'étude des installations.

La capacité de la ligne elle-même doit être augmentée, ce qui exige sur toute la distance Bruxelles-Liège l'installation du block automatique.

Les gares de coïncidence, qui constituent déjà actuellement des étranglements de la capacité de la ligne, doivent être réétudiées.

D'une manière générale, ces gares sont vétustes. Chacune présente un manque d'unité consécutif à des accroissements successifs au cours de sa longue histoire. Elles portent en elles la marque de la complexité des mouvements en exploitation vapeur, complexité qui déborde sur les voies parcourues par les trains en passage. Ceux-ci, déjà soumis en ligne à des conditions très rigides de succession, viennent dans chaque gare s'enchevêtrer dans des itinéraires de mouvements locaux, alors que le maintien de la capacité de la ligne exigerait leur indépendance complète par rapport au réseau des voies locales. Ces gares, — sauf à l'origine peut-être, mais alors le nombre de trains était très réduit — n'ont jamais été parfaitement adaptées au service des trains ; c'est plutôt ce dernier qui s'est plié aux installations.

La traction électrique seule ne peut guère porter remède à cette situation : au contraire, elle ne pourrait que fixer au sol, plus fortement encore qu'elles ne le sont maintenant, des installations anachroniques. Par contre, elle permet de réaliser à moindres frais la transformation nécessitée par l'obtention d'une capacité donnée.

Qu'on ne s'y trompe du reste pas. Une par une, les vieilles gares seront un jour transformées, même en traction-vapeur, parce qu'elles sont un obstacle au progrès normal de l'exploitation.

D'autre part, l'électrification elle-même modifiant le gabarit du matériel roulant, exigeant l'implantation de poteaux de support, demandant des circuits impeccables de retour du courant, entraînant la révision de la signalisation pour en assurer la bonne visibilité malgré les superstructures, et celle des circuits téléphoniques pour les soustraire aux phénomènes d'influence, nos gares doivent en tout état de cause subir des retouches généralement coûteuses, et un investissement supplémentaire souvent réduit permettrait en fin de compte de refaire une gare moderne dans des conditions favorables.

C'est la raison pour laquelle, sur la ligne Bruxelles-Liège, toutes les gares de coïncidence ont fait l'objet d'une étude approfondie, qui comportait, outre les données de base de la ligne électrifiée, celles résultant de la réorganisation des services de trains sur les lignes aboutissantes, de manière à réaliser les correspondances désirables.

Les aménagements étudiés sont par ordre d'importance : Liège (Guillemins), Louvain, Landen, Tirlemont, Ans et Waremme.

## L'ELECTRIFICATION DE LA LIGNE BRUXELLES-OSTENDE.

Cette électrification comporte l'équipement de la ligne Bruxelles (Midi) - Gand (voies rapides) - Bruges - Ostende, et des antennes Bruges-Blankenberghe et Bruges-Knokke.

Cette étude, entreprise 18 mois plus tard que la précédente, est actuellement en cours.

En vue de la mise en exploitation de la Jonction Nord-Midi, le service des trains Bruxelles-Ostende est traité, selon le principe appliqué pour la Petite Etoile, en prolongement de Bruxelles-Liège.

Une telle organisation comporte à côté de ses avantages des sujétions qui restreignent le champ des solutions possibles.

Tout d'abord un train Liège-Ostende ne peut pas avoir d'arrêt important ni à Bruxelles (Nord), ni à Bruxelles (Midi), sinon les avantages escomptés de la Jonction seront perdus pour les voyageurs de

l'une ou l'autre ligne : 10' d'arrêt au Nord seront préjudiciables aux voyageurs de Liège pour la Halte Centrale, 10' d'arrêt au Midi seront perdues pour un voyageur de la Halte Centrale pour Gand ou Ostende. Dans les études en cours, on a limité le temps d'arrêt à 2' dans l'une des deux gares et à 4' dans l'autre. Ce dernier stationnement permet un changement de composition pour les trains d'automotrices, mais non pour les trains lourds remorqués par locomotive électrique. Ces derniers doivent donc conserver leur composition de bout en bout.

Un train dont la composition se modifie à Bruxelles doit avoir dans la Jonction sa composition maximum, ce qui fixe la gare où doit avoir lieu la modification, et où l'arrêt de 4' est par conséquent nécessaire.

Lorsqu'un train d'une ligne n'a pas son correspondant sur l'autre ligne, il doit traverser la Jonction : Bruxelles (Midi)-Liège, Bruxelles (Nord)-Ostende.

Nous allons montrer par un exemple l'incidence de ces sujétions sur l'organisation du service des trains.

A l'heure de pointe du matin, la masse des voyageurs qui affluent de Gand vers Bruxelles est nettement supérieure au nombre de ceux qui partent de Bruxelles vers Liège.

Comme nous l'avons signalé, une exploitation économique commanderait que l'on acheminât cette masse de voyageurs par un train lourd remorqué par une locomotive électrique.

S'il y a en dehors de ce train lourd suffisamment d'autres services pour assurer la continuation de tous les trains vers Liège, le train lourd en question est limité à Bruxelles, et peut recevoir (à quelques réserves près), la forte composition désirée.

Mais s'il doit lui-même continuer vers Liège, sa composition doit être limitée à celle nécessaire au delà de Bruxelles.

D'autres sujétions de même espèce se manifestent sur le parcours Bruxelles-Ostende.

Les sections Ostende-Bruges, Bruges-Gand et Gand-Bruxelles sont caractérisées par des clientèles croissantes. Les arrêts de 3' prévus à Bruges et Gand permettent d'adapter la composition à l'occupation quand il s'agit de trains d'automotrices. De plus, des trains originaires de Blankenberghe et Knokke viennent gonfler le nombre de relations entre Bruges et Gand, et des trains au départ d'Adinkerke ou de Gand contribuent à absorber le surplus de clientèle au départ de cette dernière gare.

Mais lorsqu'un train lourd est mis en marche au départ d'Ostende, il ne peut nulle part subir de remaniement, et l'économie d'exploitation requiert qu'il soit limité à la composition nécessaire sur la section Ostende-Bruges, surtout si ce train continue vers Liège.

Malgré ces difficultés, il a été possible de mettre sur pied un service pour lequel le coefficient d'augmentation du nombre de trains par rapport à l'avant-guerre, n'excède pas celui de 40 % cité pour la ligne Bruxelles-Liège.

L'étude a également abordé le problème particulier de la liaison directe de Blankenberghe et Knokke avec Bruxelles. Actuellement, étant donnée la difficulté de le résoudre en traction vapeur, le nombre des relations directes est dérisoire en période normale (4 par semaine pour les deux destinations) et insuffisant pendant la saison balnéaire. En dehors de ces trop rares trains, un transbordement à Bruges est toujours nécessaire.

L'électrification, grâce à l'emploi d'automotrices jumelées accouplables, laisse entrevoir une possibilité de résoudre la question.

Si l'on fait partir deux automotrices, l'une de Knokke, l'autre de Blankenberghe, et qu'on les accouple à Bruges en un train continuant vers Bruxelles, on n'est assuré d'avoir une clientèle suffisante que si l'on ne répète l'opération que toutes les 4 heures.

Mais si l'on disposait d'une courbe de raccord de Zeebrugge à Blankenberghe (qui a existé autrefois), on ferait partir une seule automotrice de Knokke via Blankenberghe (où aurait lieu un rebroussement, aisément réalisable en automotrice) vers Bruges, où elle serait accouplée à une automotrice venant d'Ostende pour former un train direct vers Bruxelles. On aurait de la clientèle pour un tel train circulant toutes les 2 heures (et toutes les heures au moment des pointes du matin et du soir).

Ce second service serait autrement attrayant. Il fait actuellement l'objet d'un examen, dans le cadre d'un programme complet qui comporterait aux heures creuses :

— un express toutes les heures à Bruxelles (Midi) pour Ostende en 1 h. 10'. Ce train comporte aux heures paires une tranche directe Blankenberghe-Knokke qu'il abandonne à Bruges, tandis qu'aux heures impaires il donne correspondance à deux omnibus Bruges-Blankenberghe et Bruges-Knokke ; toutes les localités balnéaires sont ainsi atteintes une fois par heure ;

— un omnibus Gand-Bruges et un omnibus Bruges-Ostende toutes les deux heures.

Aux heures de pointe, la fréquence de ces trains est doublée et, de plus, deux fois par heure, un semi-direct Bruxelles-Bruges est prévu.

Enfin, chaque demi-heure réserve pour les trains internationaux deux sillons d'allures différentes.

Pendant les jours de semaine normaux de la saison balnéaire, le surplus de clientèle est absorbé par des renforcements de composition, par des extensions de la formule d'heures de pointe et par la mise en marche de trains express supplémentaires Bruxelles-Ostende, Bruxelles-Blankenberghe et Bruxelles-Knokke.

Les journées exceptionnelles de la saison (week-ends, fins de mois, 21 juillet, 15 août) ne feront pas l'objet d'études préalables, car elles diffèrent par trop l'une de l'autre suivant les dates du calendrier : fins de mois ou 15 août ou 21 juillet coïncidant ou ne coïncidant pas avec des débuts ou des fins de week-end, créent une multitude de cas d'espèce, qui donneront lieu à des dispositions particulières à prendre au début de chaque saison.

Il ne nous est pas encore possible d'aborder les autres questions relatives à l'électrification de Bruxelles-Ostende : elles sont à l'étude.

Il convient cependant d'attirer l'attention sur les possibilités qu'offrent les rames automotrices accouplables et réversibles. Dès que l'électrification s'étend à plusieurs lignes ou tronçons de lignes, comme c'est le cas pour les ramifications de Bruges, dont nous venons de parler, il devient possible, grâce à ce matériel, d'établir de nombreux services directs, sans ralentir les délais de trajet par des arrêts prolongés dans les gares où s'opèrent les manœuvres. Il y a donc matière à augmenter considérablement l'attrait de nos services.

## CONCLUSION.

Dans notre pays groupant, sur un territoire exigu, un nombre relativement grand d'agglomérations importantes, l'électrification des chemins de fer est dominée par la question du transport des voyageurs de banlieue.

La conception « Petite Etoile » était intégralement une application de cette préoccupation; les études d'électrification de lignes complètes ont fait apparaître, non seulement que l'on ne pouvait se dégager du problème des banlieues, mais que ce dernier avait une incidence prépondérante sur le programme d'exploitation.

Nos électrifications essentielles couvrent une ou plusieurs banlieues.

Tout le programme découle de la desserte de ces banlieues, exception faite des trains internationaux et des relations directes de centre à centre, questions qui sont du reste maintenant suffisamment codifiées. Quant au service marchandises, il est traité en corollaire du service des voyageurs.

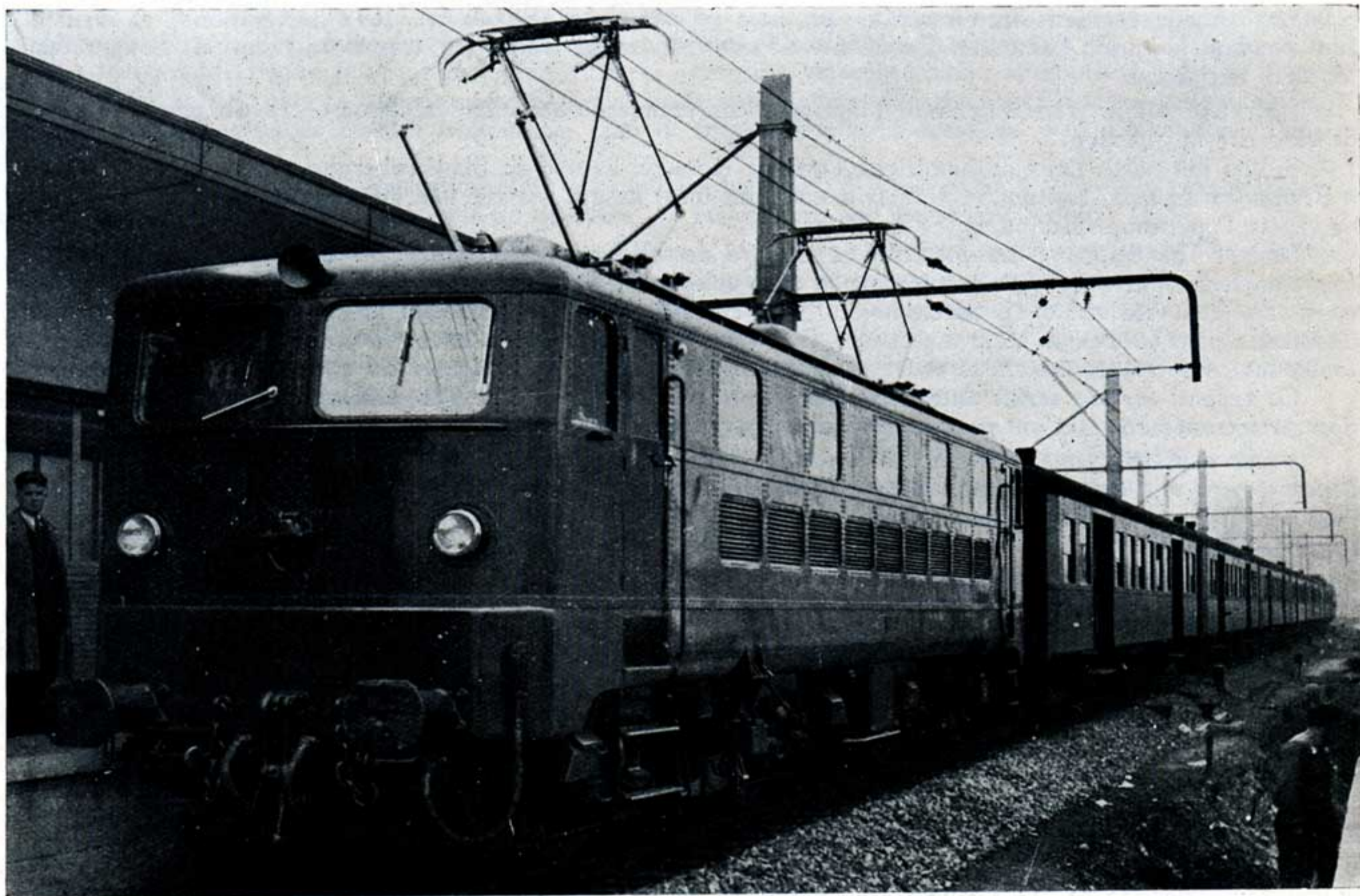
Les services de banlieue dépendent essentiellement de la capacité de l'installation-maîtresse de chaque banlieue : Jonction Nord-Midi à Bruxelles, gare des Guillemins et chemin de fer de Ceinture à Liège, gare centrale à Anvers, etc.

A moins que ces installations ne soient notoirement insuffisantes au regard de celles des autres villes — auquel cas il faut les aménager préalablement — on peut admettre, d'après l'expérience étrangère, qu'en concevant les électrifications de banlieue de façon à utiliser la pleine capacité de ces installations, on agira raisonnablement, c'est-à-dire que l'on n'aura électrifié ni trop largement, ni d'une manière trop étreinée.

L'électrification d'un réseau est du reste progressive.

L'expérience acquise au cours de sa réalisation permet, si c'est nécessaire, de corriger pour les phases ultérieures les erreurs éventuelles du programme initial.

Etant donné le soin qui a été apporté aux études, nous avons la ferme conviction que notre électrification répondra à l'attente du pays.



Un des premiers trains tracté par la locomotive électrique t type 121.

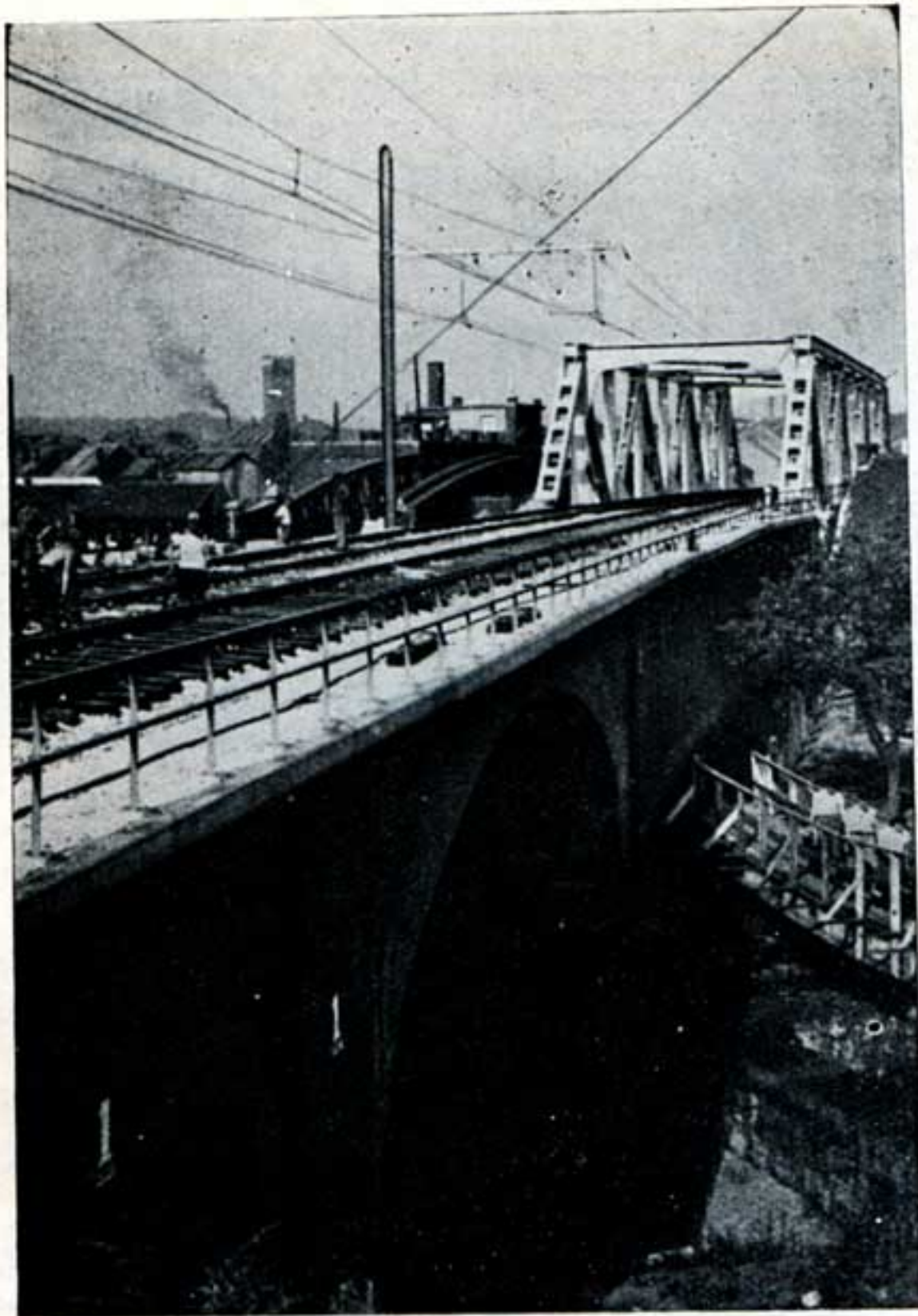


Fig. 1. — Marchienne-au-Pont. — Pont sur l'Eau d'Heure et pont métallique sur la Sambre.

# Electrification des lignes de Bruxelles à Charleroi et de Linkebeek à Anvers-Nord

par M. J. BOUCIQUE,

Directeur de la Voie à la S.N.C.B.,

avec la collaboration de M. FINNE, Ingénieur Principal.

En 1939 la S.N.C.B. avait mis en chantier certains travaux d'ouvrages d'art et d'aménagement nécessaires pour l'électrification de la ligne Bruxelles-Charleroi. Elle comptait entamer dans un avenir très proche des travaux analogues sur la ligne reliant le nœud de Linkebeek à la gare de formation d'Anvers-Nord.

Grâce aux travaux à exécuter sur ces deux lignes, à la relation électrifiée qui existe depuis 1935 entre Bruxelles-Nord et Anvers-Central, ainsi qu'aux nouvelles installations que l'on construit pour la Jonction Nord-Midi, notre Société espérait bien terminer en 1943 l'électrification de la quasi totalité des relations ferroviaires entre la Métropole, la Capitale et le bassin de Charleroi

Les travaux préparatoires à l'électrification furent fortement entravés et même statés au cours de la deuxième guerre mondiale. A la libération, ils furent repris et menés rapidement. Ce n'est toutefois qu'au cours du 4ème trimestre de 1949 que l'on terminera l'équipement électrique de ces lignes, et que l'on pourra substituer la traction électrique à la traction vapeur

\*\*\*

Le programme des travaux que l'on s'était fixé initialement pour l'électrification de ces 2 lignes s'est notablement compliqué du fait des destructions subies au cours de la dernière guerre.

Ainsi, à la sortie de la formation d'Anvers-Nord vers Linkebeek, au droit du « Schijn » et d'un canal de dérivation, on a reconstruit deux ponts à voie unique comportant des tabliers en béton armé supportés chacun par 5 appuis. Ceux-ci remplacent les 2 ponts provisoires installés hâtivement en cet endroit.

Quelques kilomètres plus loin, à la hauteur de la gare d'Ekeren, deux tabliers à double voie et trois voutes en béton pour deux voies ont été reconstruits en lieu et place des tabliers métalliques de fortune qui avaient permis le rétablissement de la circulation du pays vers la gare de formation d'Anvers-Nord. Afin de ne pas entraver ce trafic au cours du rétablissement définitif de ces quatre ouvrages d'art on a détourné les trains par la ligne d'Anvers à Esschen jusqu'en gare d'Ekeren, grâce à un raccord provisoire à double voie reliant cette ligne à celle allant de Linkebeek à Anvers-Nord.

A Duffel également à la suite des destructions subies par le pont de la Nèthe, on a dû rétablir successivement 2 ponts provisoires et 2 ponts définitifs.

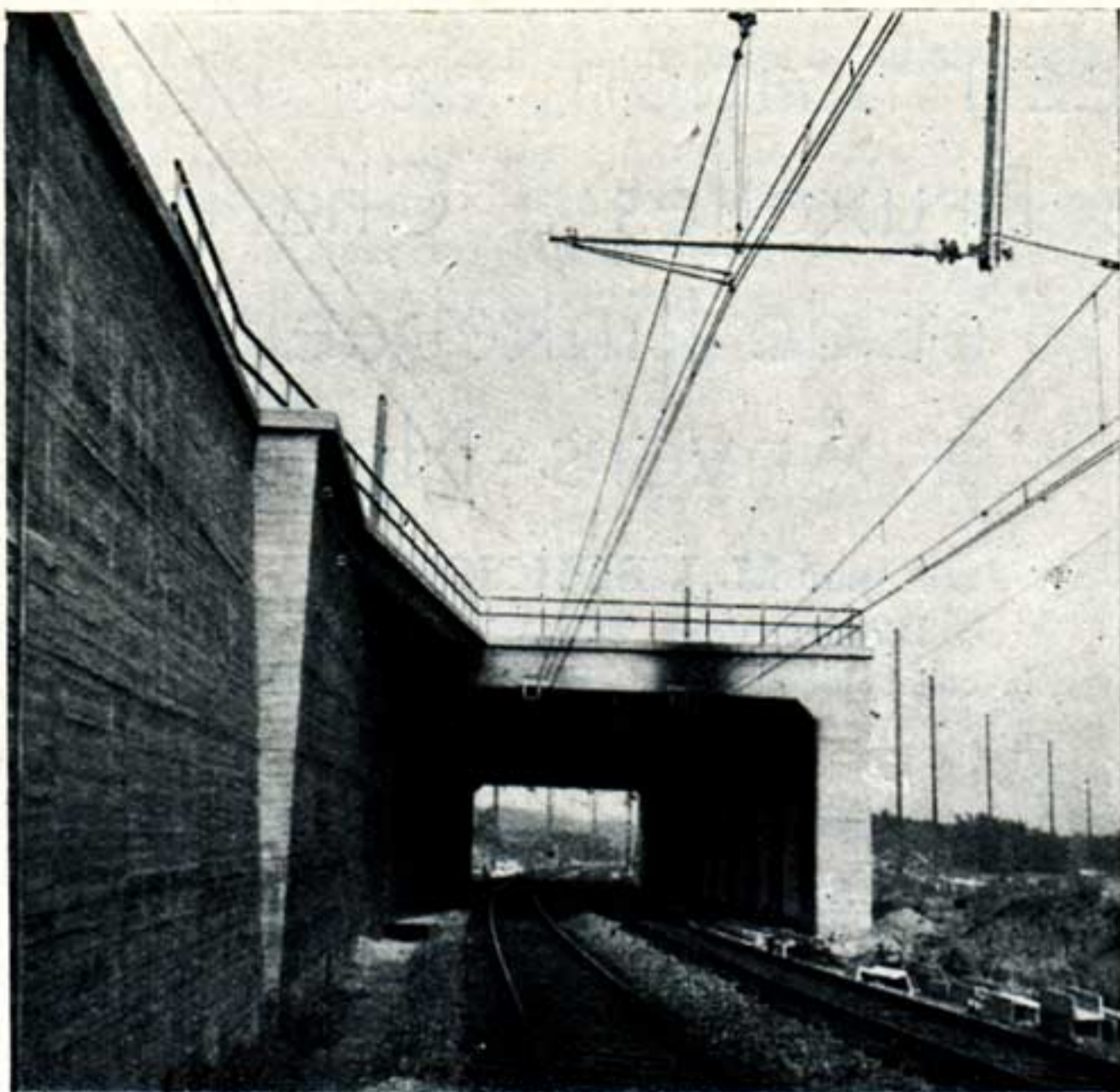
A Baulers et à Luttre, deux stations de coïncidence importantes de la ligne de Bruxelles à Charleroi, on a rebâti et rééquipé deux nouvelles cabines de signalisation électrique en remplacement de celles qui furent détruites par sabotage et remplacées par des installations réduites et provisoires, montées dans des voitures désaffectées.

Entre Luttre et Obaix Buzet, à l'endroit où les 2 voies principales franchissaient le canal de Bruxelles à Charleroi, le pont détruit par fait de guerre fut remplacé par un pont provisoire. En 1945, on a mis en service l'ouvrage d'art définitif, comportant quatre tabliers métalliques à simple voie, construit au point de rencontre du canal et du tracé détourné des voies électriques.

Entre Luttre et Courcelles Motte aux bornes kilométriques 42850 et 44950, en deux autres points où les deux voies principales franchissent le canal, on a monté successivement des ponts provisoires puis des ponts définitifs, afin de n'interrompre que le moins possible le trafic.

Actuellement il reste encore à rétablir une cabine électrique en gare de Monceau-Formation, pour remplacer celle qui fut incendiée par les résistants. La reconstruction définitive de cette cabine se fera plus tard à l'occasion des travaux d'aménagement de la gare de formation. On se contente pour le moment d'une cabine provisoire installée dans un wagon.

\*\*\*



Ces travaux de reconstruction mis à part, on a exécuté ou parachevé depuis la libération les nombreux travaux de voies, de bâtiments et d'ouvrages d'art qui figuraient au programme d'avant guerre.

Ces derniers découlaient directement de l'état des lignes à équiper et des améliorations à réaliser pour faciliter l'exploitation en traction électrique.

\*\*\*

En plus des travaux d'établissement des lignes de contact, de leurs supports et de leurs fondations, il faut en réaliser de nombreux autres pour l'aménagement des voies, des bâtiments et des ouvrages d'art.

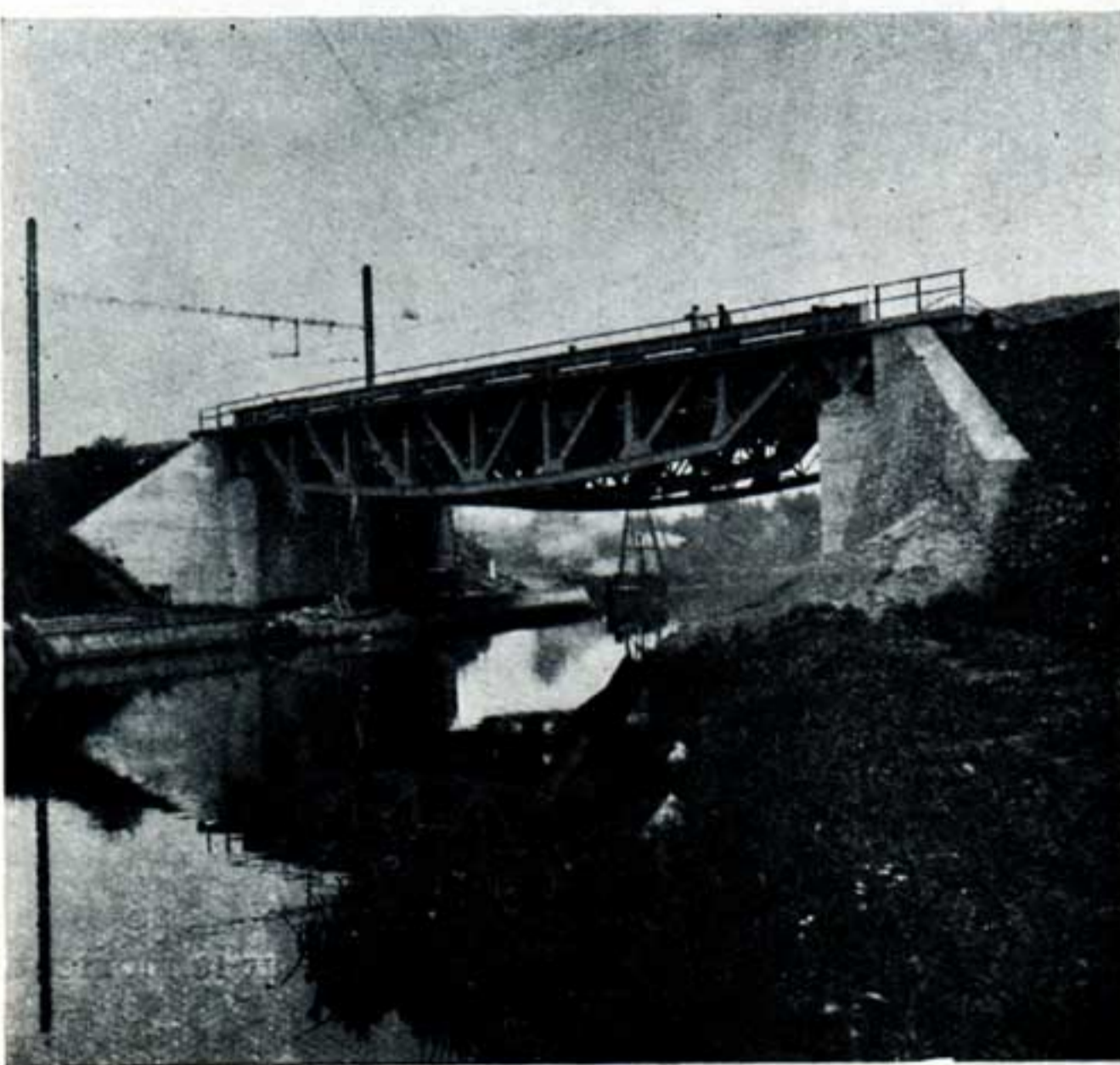
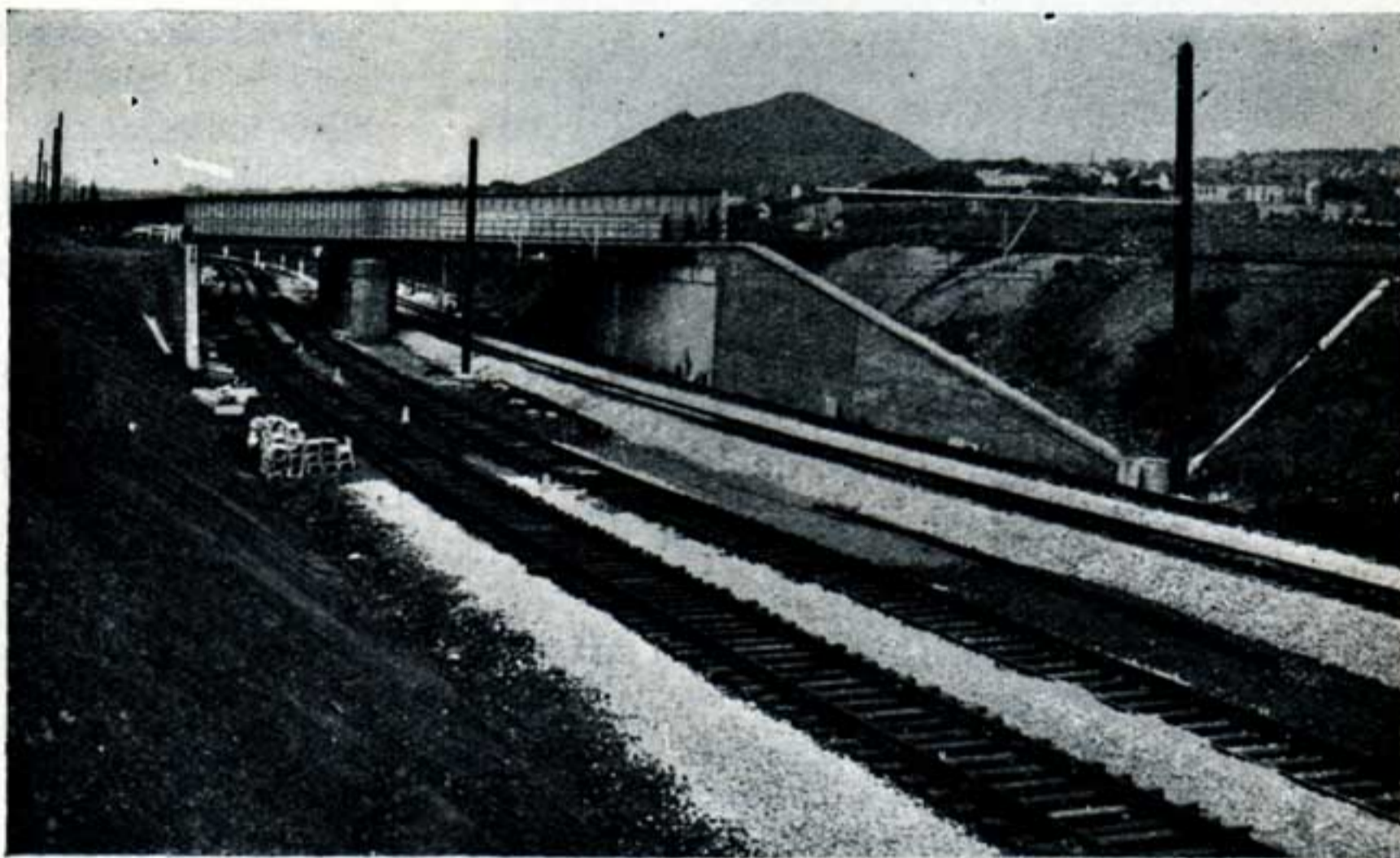
En quelques endroits de pleine voie et dans les grandes gares, certaines entre-voies sont trop étroites pour installer les files ininterrompues des supports de caténaires. Dans ces cas pour per-

Fig. 2. — Linkebeek. — Pont tube au-dessus des voies de Bruxelles à Charleroi.

mettre une mise en place convenable de ces supports et de leurs fondations en béton, on est obligé de modifier partiellement ou totalement les aménagements.

A l'occasion de ces remaniements obligatoires, on procède à des améliorations de tracés et de profils, qui, bien que jugées indispensables, n'ont pu être réalisées plus tôt faute des capitaux importants nécessaires pour en couvrir la dépense. Dans les cas d'électrification, il ne peut plus être question de reporter à plus tard ces améliorations vu le coût élevé et les difficultés supplémentaires

Fig. 3. — Monceau-Formation. — Nouveau pont au-dessus des voies vapeur et électriques.



qui proviendraient de tout déplacement ultérieur des lignes de contact et de leurs supports.

On est ainsi amené à exécuter immédiatement tous les travaux nécessaires pour améliorer le trafic et le rendre moins onéreux. Il faut entre autres :

- rectifier des voies principales pour supprimer certains ralentissements gênants ;
- poser certaines voies de garages directs ou par rebroussement ;
- installer de nouveaux faisceaux, affectés spécialement aux garages des automotrices et des rames électriques dans les gares d'about ;
- établir des voies supplémentaires afin de cadencer le trafic entre plusieurs points ;
- supprimer certaines traversées à niveau des voies principales, grâce à des traversées anglaises.

Fig. 4. — Entre Luttre et La Chaussée. — Nouveau passage inférieur au-dessus du canal.

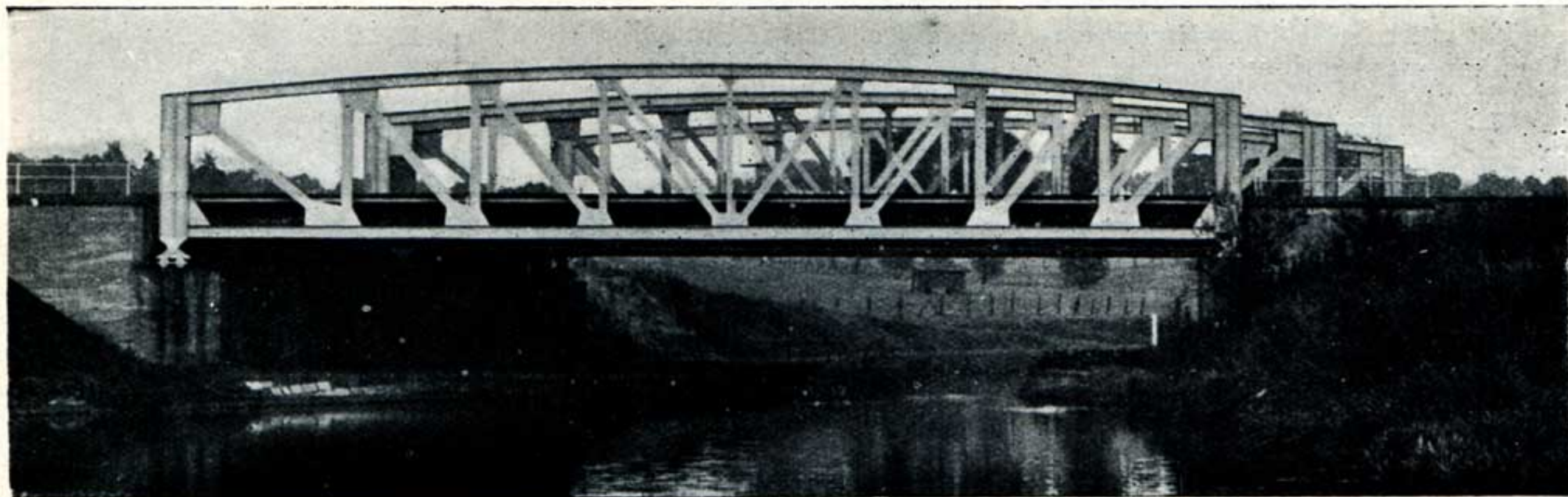


Fig. 5. — Entre Courcelles Motte et La Chaussée. — Nouveau pont au-dessus du canal.

Comme d'autre part les lignes anciennes ont été établies en tenant compte des gabarits pour voies vapeur, qui prévoient une hauteur libre maxima de 4,80 m, le passage des pantographes et la pose des lignes de courant sous certains ouvrages d'art nous obligent à de nouveaux travaux.

Si en général on peut se contenter en traction électrique d'une hauteur libre comprise entre 5,05 m et 5,20 m, on est parfois conduit à des hauteurs de 5,50 m à proximité des quais et même de 6,05 m au droit des ouvrages d'art dont la construction doit se faire au-dessus des lignes sous tension.

Pour assurer ces hauteurs on relève ou approprie certains passages supérieurs rencontrés (ponts passerelles pour piétons, passerelles de signalisation) ou, si cela est impossible, on procède à des abaissements de plateformes, de voies, de quais, etc...

Par ailleurs, l'augmentation du nombre de trains et leur cadence en cas de traction électrique, ne permettent plus d'assurer une desserte convenable de certains passages à niveau ; aussi est-on amené à supprimer ces derniers, grâce à la construction d'ouvrages d'art et au détournement de chemins.

Par suite du type d'automotrice adopté et pour activer l'évolution des voyageurs à l'embarquement et au débarquement, il faut généraliser l'établissement des quais surélevés ; cela impose dans certains cas l'établissement de nouveaux couloirs sous voies. En plus de ces nombreux travaux le Service de la Voie doit en exécuter bien d'autres pour préparer l'électrification du réseau ; il suffira de citer :

- la construction des bâtiments et postes extérieurs destinés à abriter les installations électriques des sous stations, des postes de sectionnements, des postes d'alimentation,
- la construction ou l'adaptation de certains bâtiments de recettes, et de bâtiments à usages divers,
- l'établissement ou l'allongement des bâtiments de signalisation,
- la mise en place des circuits de retour de courant (connexions soudées reliant les rails et les poteaux métalliques, aux rails et par là, aux points neutres des sous stations),
- le remplacement des traverses métalliques et des traverses en béton par des traverses en bois dans le but de réduire les effets nocifs des courants vagabonds.
- les modifications apportées aux garde-corps des passages supérieurs afin d'éviter aux passants tout approche avec les lignes de contact.

\*\*\*

Une étude préalable des conditions d'exploitation, auxquelles on devra faire face, après électrification.



Fig. 6. — Luttre. — Pont métallique sur le canal.

des lignes Bruxelles Midi-Charleroi Sud et Linkebeek-Anvers Nord, a conduit notre Société à des modifications importantes d'installations.

— **Au nœud de Mortsel** — où se croisent les lignes reliant Lierre et Bruxelles aux gares d'Anvers-Nord, Anvers-Central et Anvers-Sud, il est indispensable de faire passer la ligne de Lierre à Anvers-Central au-dessus de la ligne de Linkebeek à Anvers-Nord, en cas d'électrification de cette dernière.

Ce fait a eu pour conséquence de modifier profondément les tracés et les profils de toutes les voies du nœud et a imposé la construction de trois ouvrages d'art importants : d'une part, un pont tube au point commun aux deux lignes précitées et d'autre part, deux passages supérieurs à quelque 100 mètres de ce point. Grâce à ces deux derniers ouvrages on pourra faire passer au-dessus des voies, la route militaire qui relie les anciens forts d'Anvers et supprimer 3 passages à niveau très parcourus.

— **Au nœud de Linkebeek** — où se croisent déjà à des niveaux différents les lignes de Schaerbeek à Hal et de Bruxelles à Charleroi, il convenait pour des raisons de trafic, d'éviter le recouplement à niveau de la voie de Bruxelles à Charleroi, et de la voie de Charleroi à Anvers-Nord par Linkebeek. Cela a entraîné la construction de quatre ouvrages d'art pour permettre à la voie de Charleroi à Anvers-Nord de franchir les lignes de Charleroi à Bruxelles et de Schaerbeek à Hal et de passer sous l'avenue des Tilleuls et au-dessus de la rue Engeland.

— **Entre Luttre et Charleroi** — pour les raisons de trafic également, on a décidé d'affecter deux nouvelles voies électriques aux rames électrifiées et de réserver au trafic vapeur les deux voies anciennes.

Cette décision a entraîné des modifications très importantes aux installations rencontrées sur tout le trajet compris entre ces deux stations.

— **En gare de Luttre** — dès 1946, on a procédé à l'aménagement des voies et des têtes de faisceaux du côté Bruxelles, et raccordé celles-ci au tracé détourné des voies principales de Bruxelles à Charleroi, qui franchissent le canal sur les nouveaux ponts à 4 tabliers déjà mentionnés plus haut.

Par ce travail on a supprimé le ralentissement à 60 km à l'heure imposé par le tracé ancien et permis la circulation à 120 km à l'heure.

A l'autre extrémité de la gare on termine actuellement les aménagements rendus indispensables par la mise en place de deux voies électriques supplémentaires.



Fig. 8. — Marchienne Est. — Pont au-dessus des voies vers Bruxelles et Paris, construit dans le but de supprimer deux passages à niveau.

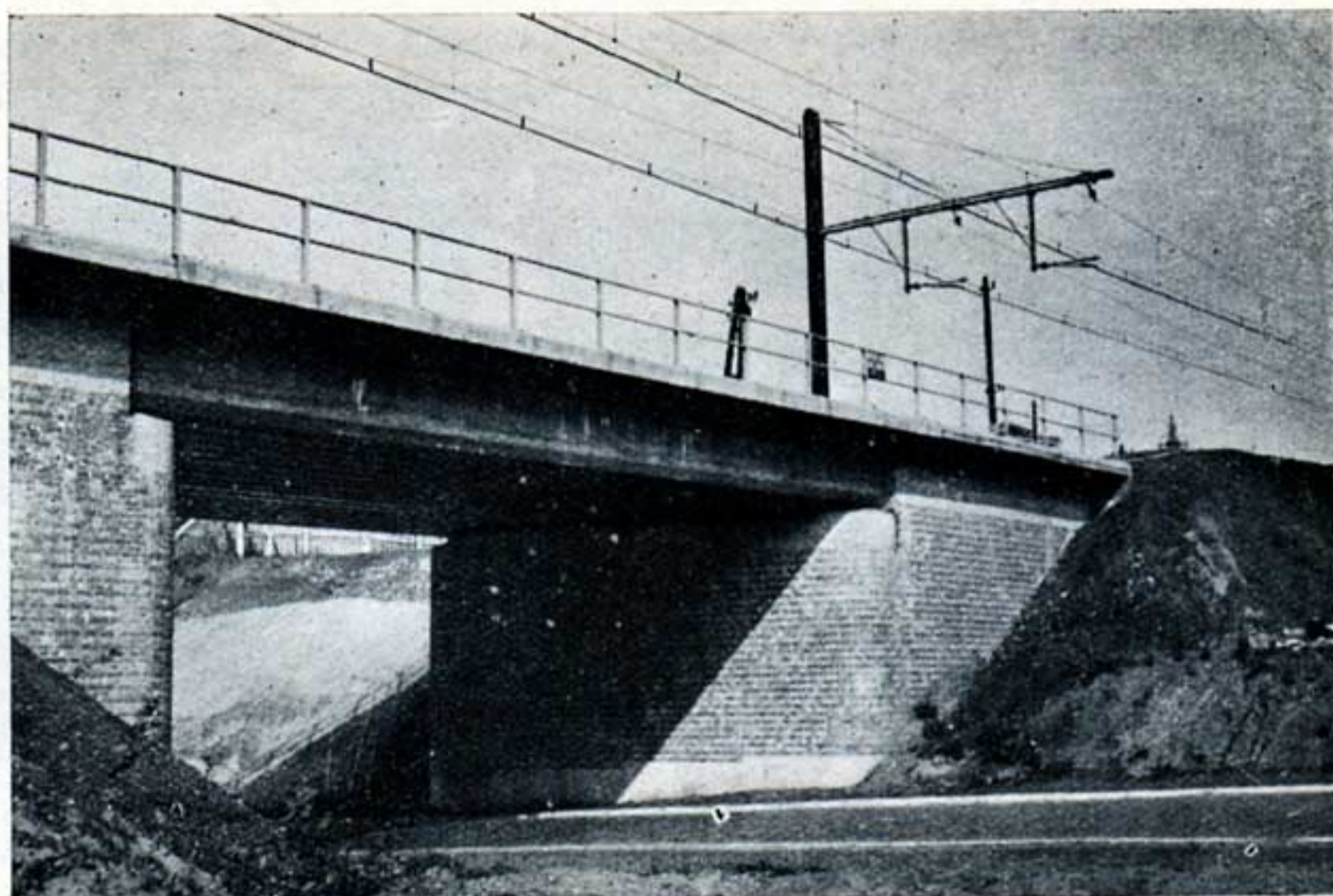


Fig. 9. — Rhode-Saint-Genèse. — Nouveau passage inférieur construit dans le but de supprimer le passage à niveau.

Dans cette zone, par suite de la situation initiale des voies et la présence d'une remise importante il a fallu réaliser de nombreux et importants travaux pour donner aux voies les rayons de courbures suffisants.

Après avoir relevé les deux tabliers et entaillé la pile et la culée du petit pertuis du pont Léonard, afin de disposer d'une section libre suffisante pour les voies à électrifier, on a procédé au détournement d'une rue et à l'établissement d'un mur de soutènement le long de son tracé détourné.

De plus, on a dû se résoudre à remanier deux parcs à charbon, deux fosses à piquer les feux, une fosse de visite, les installations hydrauliques et les voies d'accès à la remise, avant de pou-



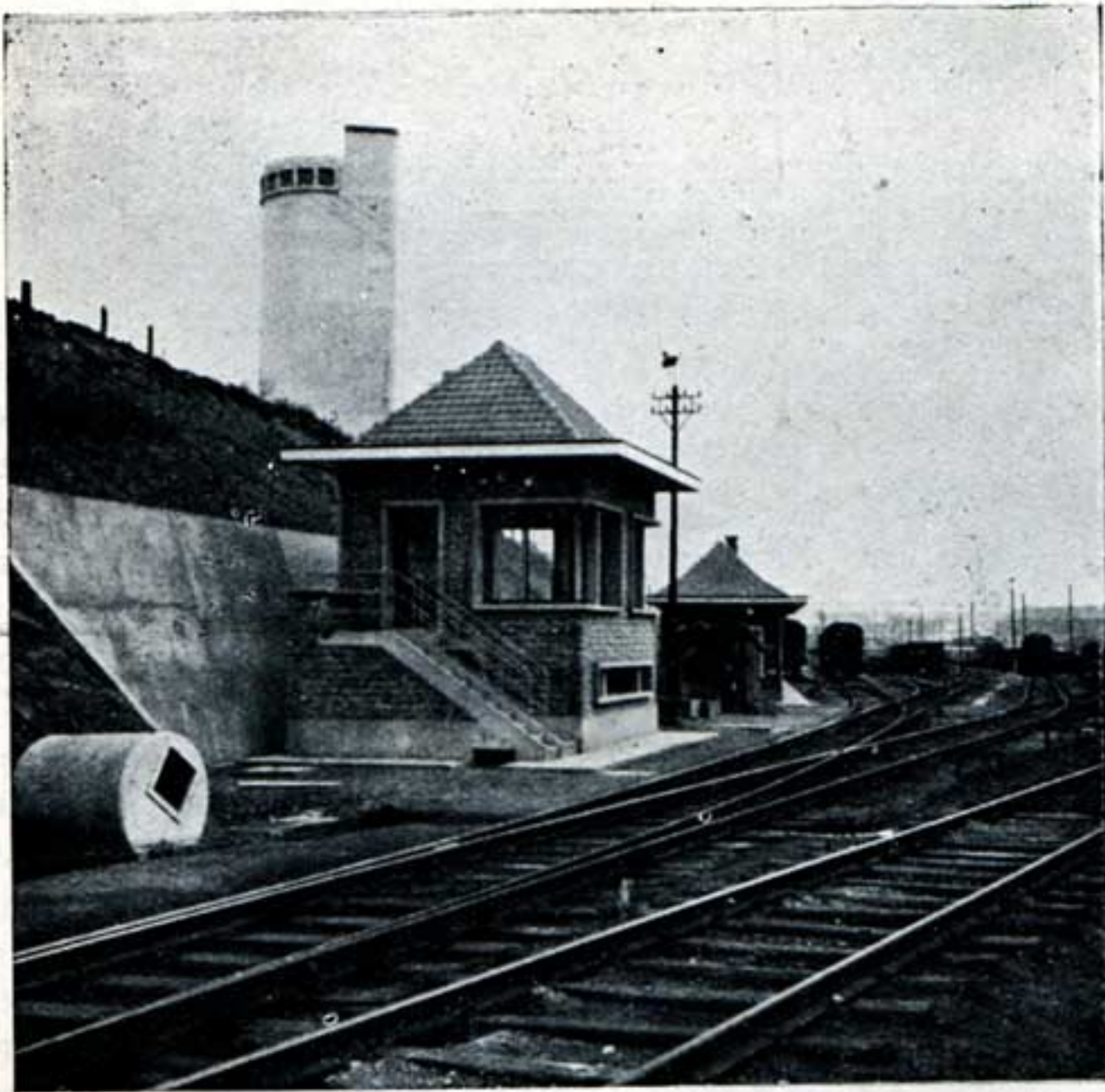


Fig. 9. — Marchienne-au-Pont. — Cabine de signalisation, château d'eau et bâtiment à usages divers.

ment desservie par la Formation de Monceau. Les accès directs à partir de cette formation et de Luttre ont été supprimés pour éviter les prises en pointe dans les voies électrifiées. On a pourvu cette gare de quais hauts pour le trafic électrique et prolongé le couloir mixte pour piétons et pour voyageurs au-delà des voies électriques. De plus, on a relevé de 60 cm environ le pont du vicinal, situé à la sortie de cette gare vers Charleroi.

— **Entre Courcelles-Motte et Roux** la mise en place des 2 voies supplémentaires a exigé un ripage important des 2 voies vapeur, l'allongement d'un passage inférieur et la démolition des fondations d'un ancien pont désaffecté.

— **En gare de Roux** les 2 voies électriques n'ont pu être posées qu'après ripage des 2 tabliers métalliques du pont de La Lâche, appropriation des culées du pont de la rue Maréchal Foch, pose de deux tabliers métalliques supplémentaires pour ce pont, modification et allongement du couloir sous voies existant.

Faute de place disponible et afin d'éviter des expropriations coûteuses d'habitations trop proches, on a construit un mur de soutènement de grande longueur et de grande hauteur entre ces 2 ponts, pour soutenir les 2 voies nouvelles et un quai en encorbellement.

A **Monceau Formation** la préparation de la plateforme des 2 voies électriques nouvelles, des deux voies « vapeur » détournées et d'un faisceau nouveau a exigé l'évacuation d'un terril des Charbonnages d'Amercœur (170.000 m<sup>3</sup> environ) et le remblayage d'un vaste marécage.

Dans cette zone la pose de 4 voies principales a entraîné une rectification de la rivière « Le Piéton », l'établissement de deux murs de soutènement, l'un le long de cette rivière, l'autre le long d'un petit chemin, l'allongement du pont de Sart les Moulins et du tunnel du Martinet.

A la limite des gares de Marchienne-au-Pont et de Monceau-Formation, on a construit un ouvrage métallique biais à 4 tabliers d'une portée totale de 80 m. environ qui permet aux simples voies Monceau-Marchienne et Monceau-La Doucherie de franchir les 4 voies principales de la ligne de Bruxelles à Charleroi.

En **gare de Marchienne-au-Pont** les nombreux travaux exécutés découlent des dispositions qui ont été adoptées pour la modernisation et l'allongement de la gare de formation de Monceau.

Afin de réserver l'emplacement nécessaire à la pose des 4 culs de sac surélevés de reclassement des 3 faisceaux de débranchement de cette formation, on a écarté les 4 nouvelles voies de Bruxelles

voir mettre en place les voies des faisceaux marchandises et les voies principales.

— **Entre Luttre et Courcelles-Motte.** — On a installé les 2 voies électriques sur des terrains qui avaient été acquis et aménagés il y a une vingtaine d'années pour la mise à quadruple voie de la ligne de Luttre à Charleroi.

En dehors des nombreux ouvrages d'art construits ou allongés dans ce but à cette époque, il ne restait plus qu'à mettre en place deux ponts métalliques au-dessus du canal de Bruxelles à Charleroi et à remonter de 60 cm. le pont qui supporte la ligne de Luttre à Jumet. Les deux ponts métalliques installés sur le canal pour les voies électriques sont analogues à ceux qui existent déjà en ces points et qui sont affectés aux deux voies en service pour le trafic vapeur. A mi-distance entre ces ponts, on a établi des quais surélevés et une passerelle pour voyageurs, pour desservir les voies rapides du point d'arrêt de la Chaussée.

— **En gare de Courcelles-Motte.** — La plupart des installations ont été remaniées pour permettre la pose des 2 voies électriques. Depuis l'achèvement de ces travaux, cette gare est unique-



Fig. 10. — Braine-l'Alleud. — Nouvelle cabine et bâtiment des recettes modernisé.

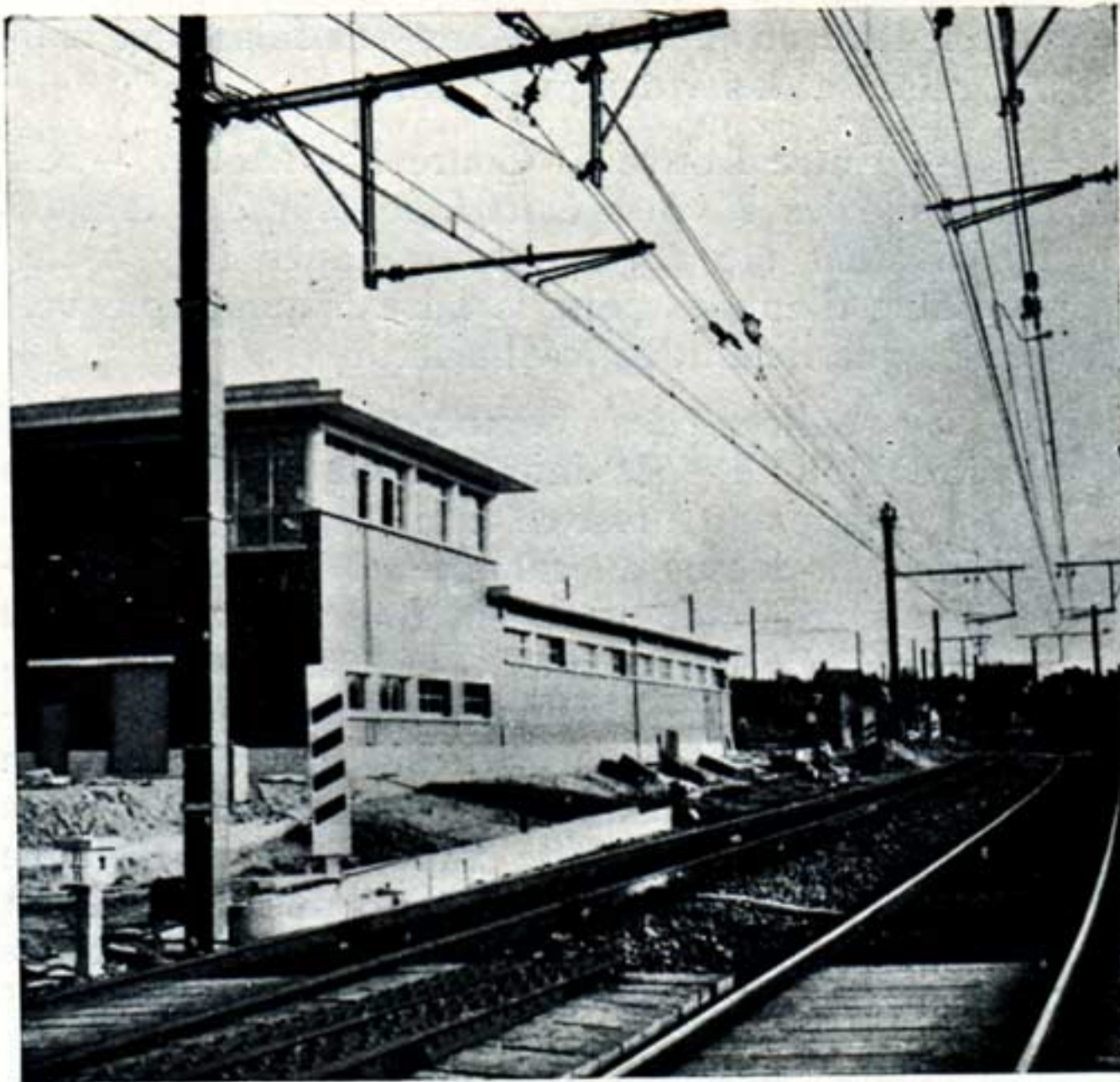


Fig. 11. — Linkebeek. — Cabine de signalisation et poste de sectionnement.

Afin de faciliter l'accès vers Monceau Formation des trains de minerais destinés aux usines de La Providence et des Aciéries et Minières de La Sambre et d'éviter la double traction de ces trains lourds à l'arrivée à Marchienne, on a procédé à un relèvement général des voies d'accès anciennes en gare de Marchienne-au-Pont.

Le relèvement de ces voies a entraîné avec lui le relèvement de 2 à 2,5 m des quais et des voies électriques, l'établissement d'un nouveau couloir sous voies, l'allongement et la modernisation du bâtiment des recettes et la construction d'un mur de soutènement pour protéger ce bâtiment du côté du quai voisin.

A l'extrémité de Marchienne vers Charleroi 3 murs de soutènement de grande longueur et de 6 m. de hauteur environ ont été construits en remplacement de perrés en mauvais état. Grâce à ces murs, on a pu substituer 4 voies principales correctement tracées aux 3 voies qui existaient précédemment dans cette zone.

Au Sud de la station de Marchienne-au-Pont, sur une distance de 300 mètres environ, on a établi un grand pont métallique à double voie au-dessus de la Sambre, un pont en béton à double voie au-dessus de l'Eau d'Heure, deux tabliers métalliques à simple voie au-dessus de la rue de la Réunion et 4 tabliers à simple voie au-dessus de la route de Mons.

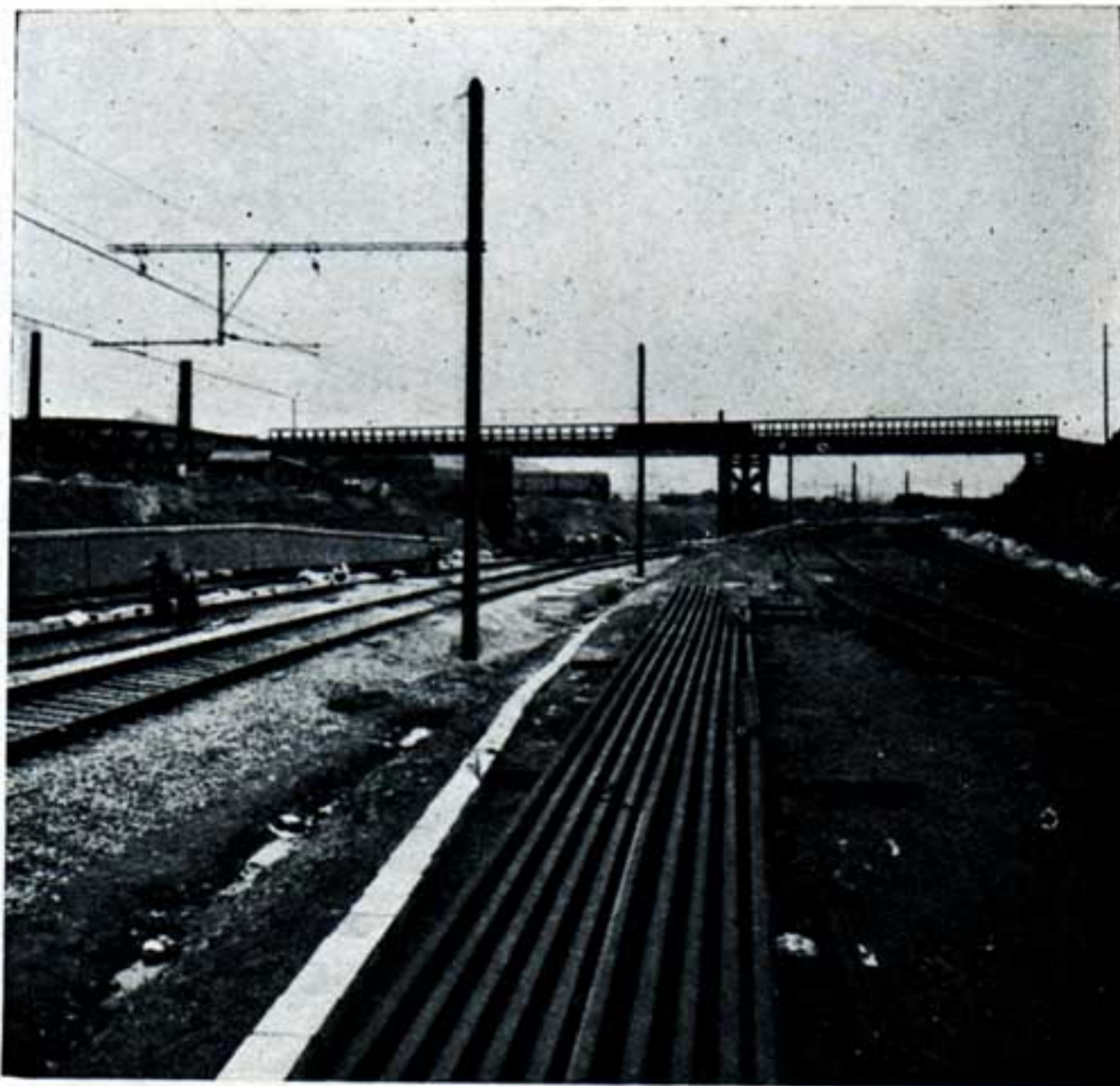


Fig. 12. Marchienne-au-Pont. — Passerelle provisoire et mur de soutènement.

à Charleroi de la double voie reliant Fontaine l'Évêque à Marchienne-au-Pont et ramené la bifurcation vers Fontaine et vers Bruxelles aux abords du bâtiment des recettes de Marchienne-au-Pont. Les niveaux respectifs des voies principales et les culs de sac voisins nous ont imposé la construction de 3 murs de soutènement de grande longueur en des endroits occupés jusqu'alors par les voies accessoires de Marchienne.

Le rejet des voies principales de Bruxelles à Charleroi le plus loin possible des voies vers Fontaine l'Évêque à l'emplacement occupé par des voies du faisceau Nord de Marchienne-au-Pont, a entraîné un nouvel aménagement de ce faisceau, la construction d'un nouveau poste de signalisation, et d'un nouveau bâtiment à usage divers (les anciens bâtiments devant être démolis pour permettre la pose des nouvelles voies). En outre, on a dû construire un nouveau château d'eau en remplacement de l'ancien qui occupait un emplacement incompatible avec le tracé des nouvelles voies de la ligne de Bruxelles à Charleroi. Ce nouveau château d'eau alimente toutes les grosses stations groupées aux bords : Marchienne-au-Pont, Monceau Formation, La Sambre, Charleroi-Sud et Charleroi-Sud-Quai.

Il restera encore à construire au-dessus des voies de Marchienne-au-Pont et des 4 culs de sac de Monceau un pont de 118 m. de longueur pour permettre à la rue du Chinois détournée et élargie de franchir le chemin de fer. En attendant on dispose de l'ancien pont et d'une passerelle provisoire pour assurer le service routier.

En gare de Marchienne-Est l'établissement de 2 nouvelles voies électriques entre les 2 voies vapeur existantes et la voie de deserte des usines de La Providence, de Ferrociment, et de la Fabrique de Fer a eu pour résultat une transformation complète de toutes les installations anciennes.

Comme la largeur faisait défaut pour installer 5 voies et 3 quais entre la Fabrique de Fer et l'ancien bâtiment des recettes, il a fallu démolir ce dernier, en construire un nouveau en recul par rapport aux voies principales et diminuer la largeur de la rue le long de la Fabrique de Fer.

Vu le grand nombre de voies à traverser et l'importance du trafic on a construit un couloir sous voies pour desservir les 3 quais surélevés de la gare.

Pour ces mêmes raisons on a décidé de supprimer les 2 passages à niveau qui existaient à la traversée des voies Charleroi-Bruxelles et

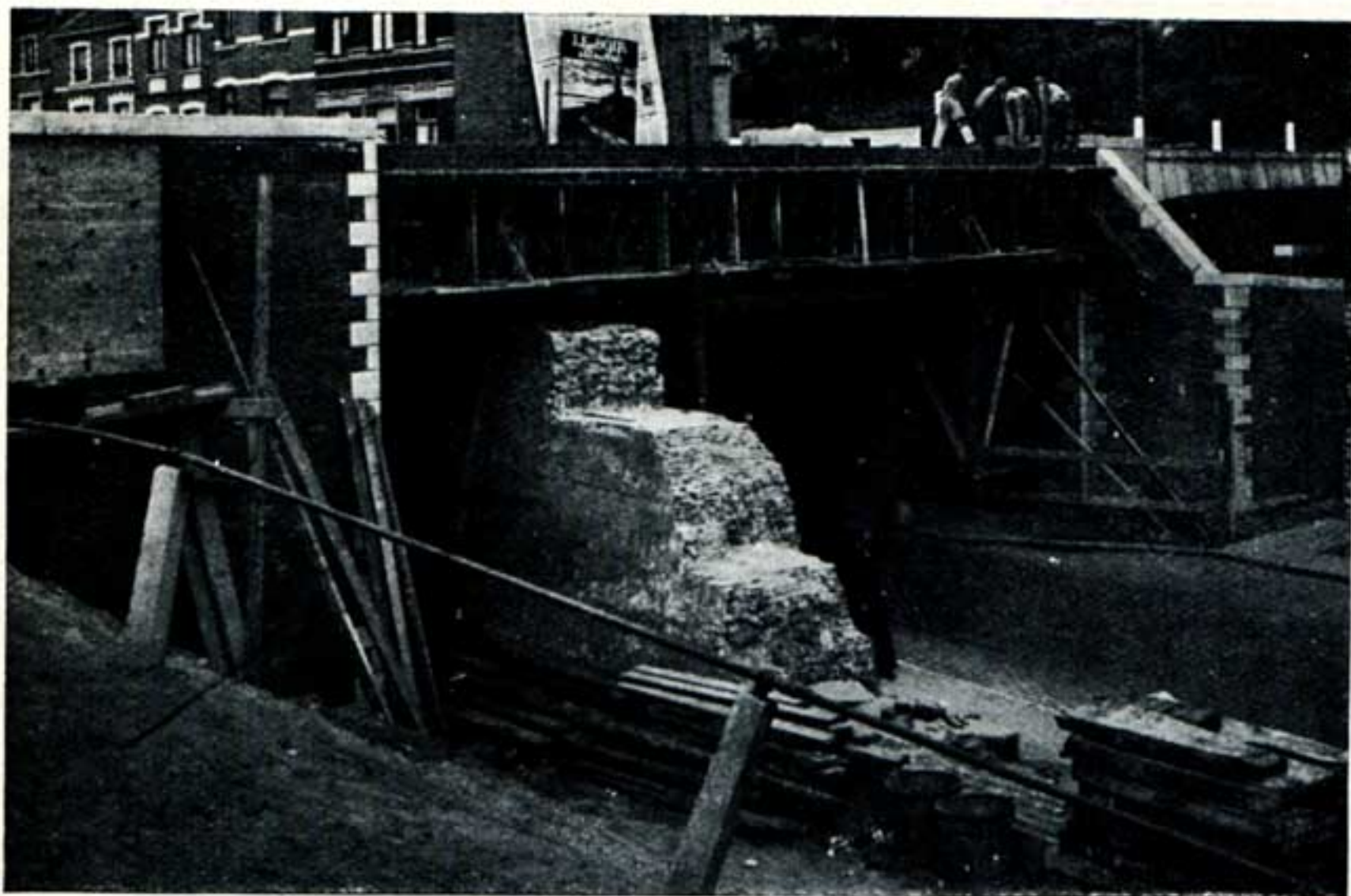


Fig. 13. — Forest-Est. — Nouveau pont de la rue Van Pée, culée ancienne en cours de démolition.

voies à quai en gare latérale et l'établissement d'un faisceau de garage pour automotrices comportant 6 voies, ont exigé une refonte complète de toutes les installations situées du côté Bruxelles. On a saisi cette occasion pour améliorer les tracés et de ce fait pour augmenter les vitesses dans cette zone. Pour réaliser ce nouvel aménagement il a fallu libérer l'emplacement occupé par l'ancienne cabine électrique. Cette cabine, dont les installations intérieures atteignaient la limite d'usure, a été démolie et remplacée par une nouvelle, construite aux abords du pont de La Villette.

Entre Luttre et Bruxelles-Midi ainsi qu'entre Linkebeek et Anvers-Nord on pourra, en général, se contenter des installations existantes pour écouler le trafic prévu en cas d'électrification des lignes.

En gare de Baulers on a toutefois dû remanier et améliorer le tracé des voies principales et de la siding line vers Nivelles-Est, afin d'élargir les entrevoies au droit des poteaux caténaires à établir. A l'occasion de ce travail on a supprimé une des deux transversales d'entrée, et relié les voies de Baulers à la 3ème voie de Nivelles-Est, dans le but de pouvoir assurer le service navette Bruxelles-Nivelles-Est. Ces déplacements de voies n'ont malheureusement pu se réaliser qu'après allongement du pont de La Maillebotte et construction d'un mur de soutènement important, la largeur de la plate-forme des voies étant insuffisante aux abords de la remise de Baulers.

En gare de Braine-l'Alleud, comme les hauteurs disponibles sous la voûte en brique du pont du vicinal étaient trop faibles pour installer la traction électrique sur les 2 voies de garage direct, on a été amené à abaisser toute la tête Sud de la gare.

Aux abords de Rhode-St.-Genèse on a eu recours à une rectification importante des voies pour augmenter les rayons de courbures et permettre la circulation à 120km./heure en cet endroit. Dans cette station on a de plus supprimé le passage à niveau par détournement de route et construction d'un passage inférieur.

Pour permettre la vitesse de 120 km./heure en gare de Forest-Est, on a également rectifié le tracé. Ce travail a marché de pair avec le remplacement des 2 tabliers métalliques de la rue Van Pée, par des tabliers plus longs.



Fig. 14. — Monceau-Formation. — Pont de biais de 80 cm. en cours d'essai.

Charleroi-Paris. A cette fin on termine actuellement un passage supérieur important, qui franchit ces nombreuses voies.

Entre Marchienne-Est et Charleroi on a ripé les 2 voies vers Paris, les 2 voies vapeur vers Bruxelles, et modifié les deux têtes de la gare de Marchienne, afin de trouver la place nécessaire pour installer les 2 voies électriques nouvelles.

Pour pouvoir réaliser ces ripages et pour établir le passage supérieur, en gare de Marchienne-Est, on a dû acquérir au préalable une bande de terrain appartenant aux ACEC et exproprier une rangée d'habitations de la Fabrique de Fer.

En gare de Charleroi l'installation des 2 voies principales électriques, la mise place des 4

Enfin en gare de Bruxelles-Midi, on termine les travaux de phases qui sont indispensables pour procéder à l'électrification de la ligne de Bruxelles à Charleroi. Ces travaux consistent en l'établissement d'une partie des voies 14, 15 et 16, des quais correspondants et d'un faisceau de garage des rames automotrices. Grâce à ces installations réduites on pourra recevoir en gare haute bon nombre de rames électrifiées pendant que les installations de la gare basse continueront à recevoir les rames



Fig. 18. — Baulers. — La nouvelle cabine de signalisation.

Berchem, Anvers-Schijnpoort et Anvers Nord pour la ligne de Linkebeek à Anvers-Nord ;

— l'établissement de cabines de signalisation électrique en gares de Braine-l'Alleud, Baulers et à Linkebeek ;

— des détournements de voies en gare de Uccle-Calevoet, Anvers-Dam, Weerde, etc. ;

— des suppressions de passages à niveau par détournement de route à Braine-l'Alleud et Nivelles-Est ;

— le relèvement des quais dans toutes les gares et haltes de la ligne de Bruxelles à Charleroi ;

— l'établissement de couloirs sous voies à Forest-Est, Uccle-Stalle, Uccle-Calvoet, Waterloo, Braine-l'Alleud, etc.

\* \* \*

Dans ce qui précède nous nous sommes limités à une simple énumération des travaux d'ouvrages d'art, de bâtiments et de voies.

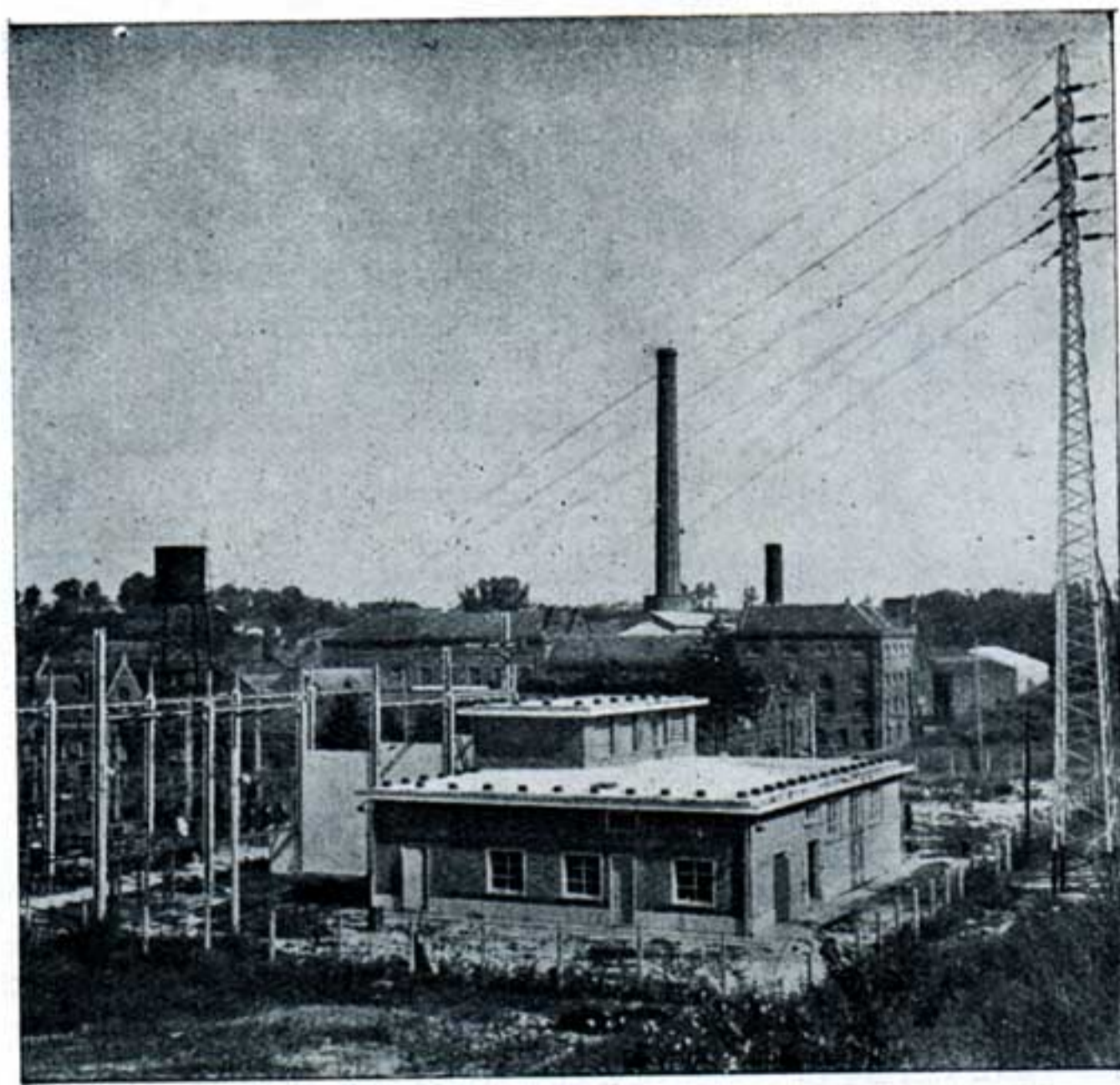


Fig. 16. — Baulers. — La sous-station de traction.

vapeur, qui subsisteront jusqu'au début de 1950 pour le service omnibus.

Lorsque l'on disposera de la voie 17 et que tout le service « voyageur » Bruxelles-Charleroi sera assuré par des automotrices électriques, on pourra supprimer les derniers vestiges de la gare basse et terminer l'aménagement de la gare haute.

En plus des nombreux travaux mentionnés plus haut, il faut encore noter tout au long de ces deux lignes :

— l'établissement de trois sous-stations importantes de traction électrique en gares de Bruxelles-Petite Ile, Baulers et Charleroi-Sud, pour l'alimentation en 3.000 Volts continu de la ligne de Bruxelles à Charleroi ;

— les extensions apportées aux sous-stations de traction de Haren et de Mortsels pour pouvoir alimenter en haute tension la nouvelle ligne de Linkebeek à Anvers-Nord (ces deux sous-stations desservent déjà la ligne de Bruxelles-Nord à Anvers-Central) ;

— la construction de huit postes de sectionnement et d'alimentation au nœud de Linkebeek, à Luttre et à Monceau pour la ligne vers Charleroi, et en gares de Schaerbeek-Josaphat, Muyzen, Berchem, Anvers-Schijnpoort et Anvers Nord pour la ligne de Linkebeek à Anvers-Nord ;

— l'établissement de cabines de signalisation électrique en gares de Braine-l'Alleud, Baulers et à Linkebeek ;

— des détournements de voies en gare de Uccle-Calevoet, Anvers-Dam, Weerde, etc. ;

— des suppressions de passages à niveau par détournement de route à Braine-l'Alleud et Nivelles-Est ;

— le relèvement des quais dans toutes les gares et haltes de la ligne de Bruxelles à Charleroi ;

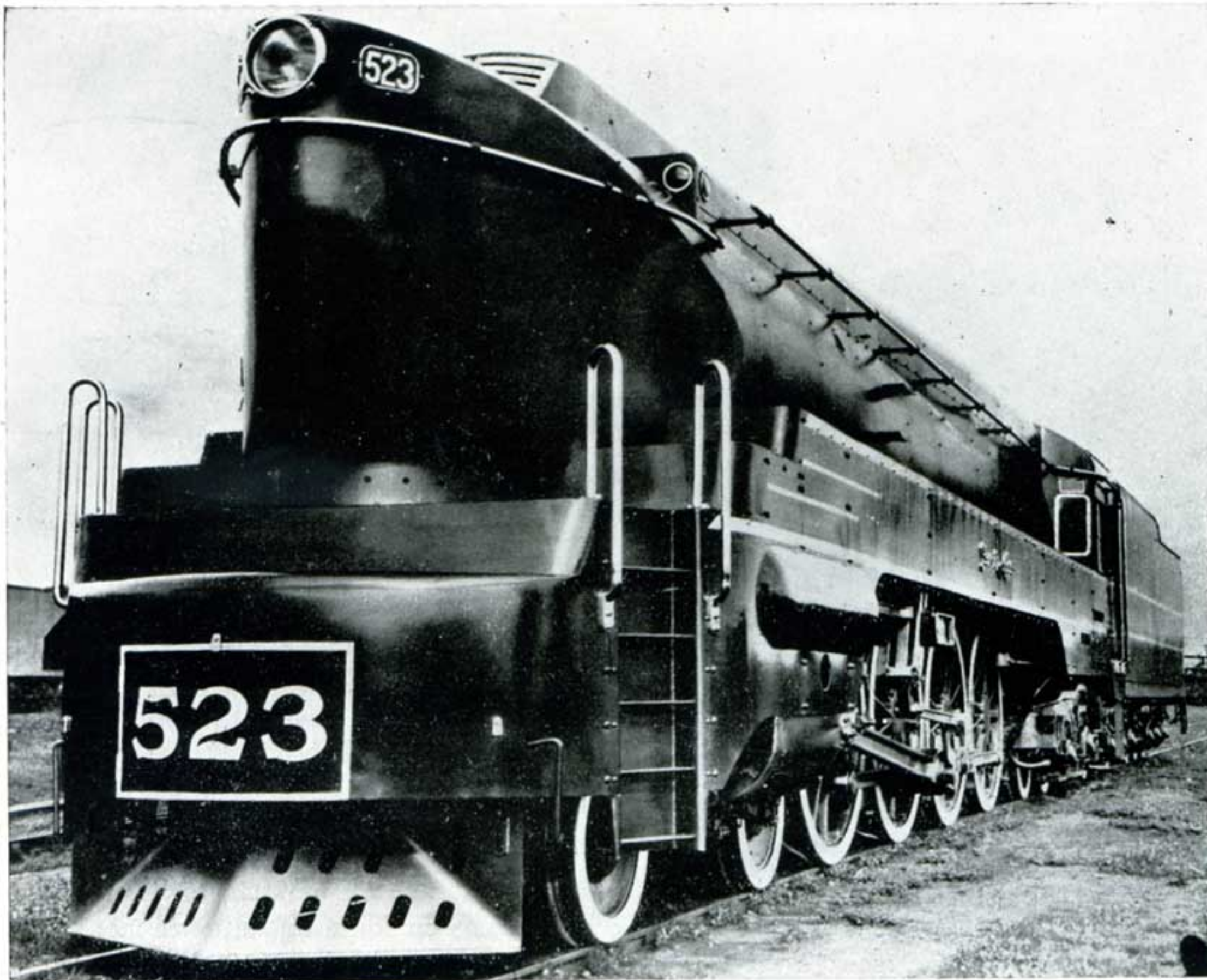
— l'établissement de couloirs sous voies à Forest-Est, Uccle-Stalle, Uccle-Calvoet, Waterloo, Braine-l'Alleud, etc.

Faute de place, il ne nous est pas possible de passer en revue les caractéristiques de ces travaux, leurs modes d'exécution et les précautions à prendre dans chaque cas.

Bornons-nous à noter à ce sujet, que tous ces travaux durent être conduits, en conservant au trafic une sécurité intégrale, et qu'il fallut, bien souvent dans ce but, avoir recours à des voies et des ponts provisoires.

Quoique incomplet, cet exposé donne une idée des difficultés rencontrées, et explique les délais importants, qui sont nécessaires pour améliorer et électrifier les quelques kilomètres de ligne, qui séparent Bruxelles de Charleroi et Linkebeek d'Anvers-Nord.

Pour la plupart des autres lignes à électrifier sur le réseau, les travaux préparatoires à l'électrification seront heureusement moins importants. Pour celles-là on ne prévoit des complications que sur les tronçons de lignes quadruplées reliant Laeken à Jette et Bruxelles-Midi à Hal, dans certaines grandes gares telles que : Liège, Louvain, Namur, Malines et quelques autres de moyenne importance.



Une locomotive du SOUTH AUSTRALIAN RAILWAY, type 4-8-4 dont tous les essieux sont équipés de boîtes à rouleaux TIMKEN.

## Progrès accomplis dans le domaine de l'application des roulements à rouleaux au matériel de chemins de fer

**R. HOWARD**

*Chief Technical Engineer — Railway Division  
British Timken Ltd., Birmingham*

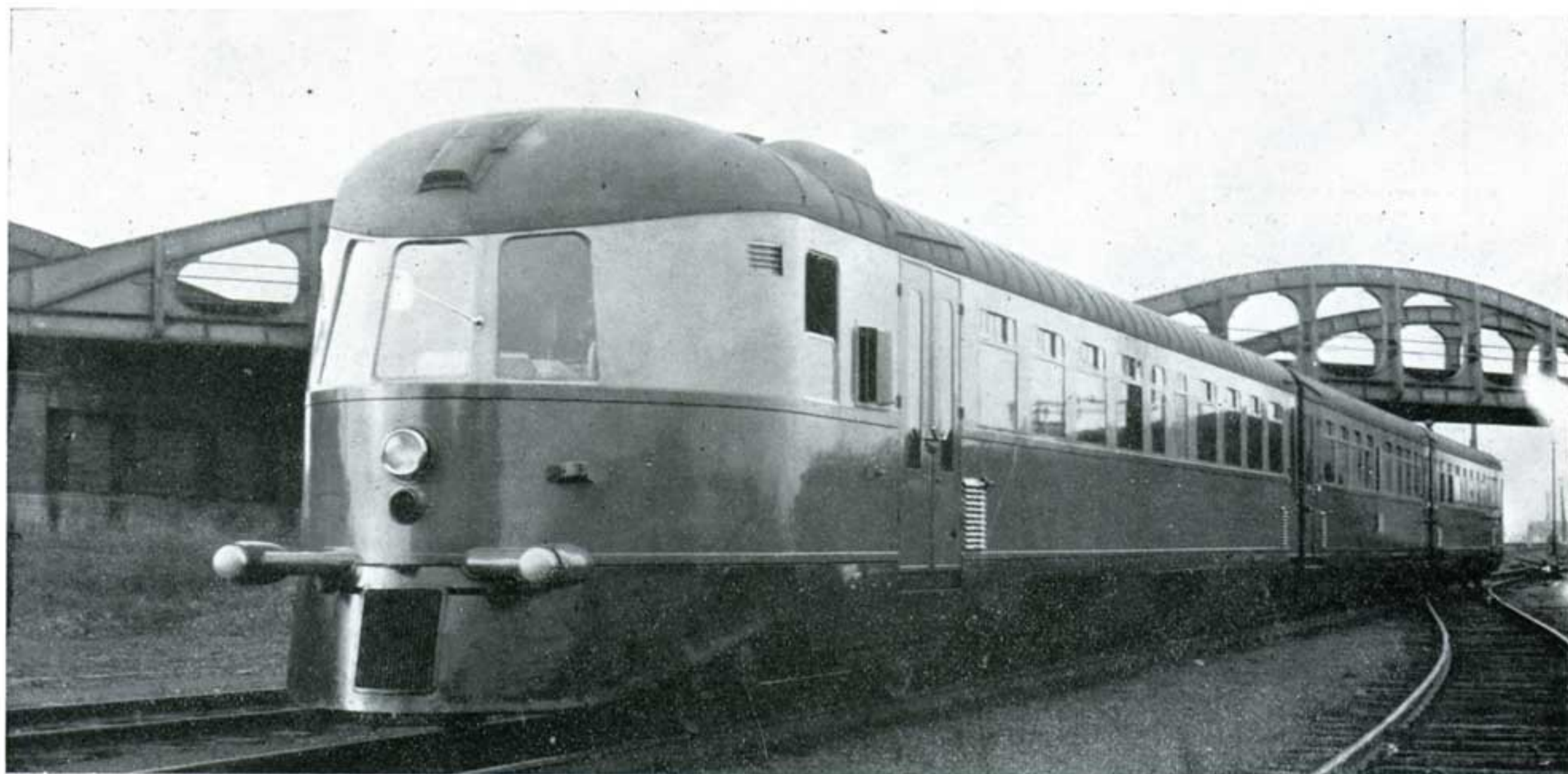
### INTRODUCTION

L'exploitation satisfaisante de tout matériel ferroviaire moderne est subordonnée à la bonne tenue en service de nombreux organes mécaniques qui ont chacun un rôle important à remplir, et qui sont tributaires les uns des autres. Parmi ceux-ci, il convient de citer les boîtes d'essieux qui permettent aux essieux de tourner librement sous le véhicule; la sécurité de marche des trains dépendant, par ailleurs, du fonctionnement irréprochable des roulements contenus dans ces boîtes.

Les véhicules de chemins de fer peuvent être pourvus de boîtes à coussinets (c'est-à-dire à friction), ou de boîtes à rouleaux. Cet article met en relief les avantages des roulements à rouleaux et décrit notamment les particularités des boîtes à rouleaux coniques TIMKEN très répandues dans le monde entier pour l'équipement du matériel ferroviaire.

**TIMKEN**





Autorail de la S.N.C.B. équipé de boîtes à rouleaux TIMKEN (1936).

## BOITES D'ESSIEUX A COUSSINETS OU A FROTTEMENT

Dès l'origine, les véhicules de chemins de fer ont été montés sur coussinets lisses (ou à frottement) ; cette disposition consiste fondamentalement en une boîte en fonte ou en acier moulé renfermant un coussinet lisse ou en bronze moulé, garni de métal anti-friction. Le coussinet et l'essieu étant en contact, les proportions du palier sont déterminées en fonction de la pression unitaire et de la vitesse relative entre les deux surfaces.

Le glissement qui en résulte sous charge donne naissance à un frottement qui, à vitesse réduite, influe sur la résistance au démarrage des véhicules de chemins de fer comportant des coussinets lisses.

À des vitesses plus élevées et lorsqu'un film d'huile s'est interposé entre les surfaces en contact, le frottement décroît, mais reste néanmoins appréciable surtout lorsque les calories dégagées ne s'évacuent pas suffisamment rapidement et qu'elles restent au voisinage des surfaces. Dans ces conditions, des arrachements de métal peuvent se produire et il n'est pas rare que des grippages de coussinets en résultent. Même lorsque tout se passe normalement, le frottement occasionne une usure des surfaces qui, malgré la lenteur avec laquelle elle se produit, agit simultanément sur l'essieu et sur le coussinet, entraînant consécutivement pour ces deux pièces, des frais d'entretien et de remise en état non négligeables.

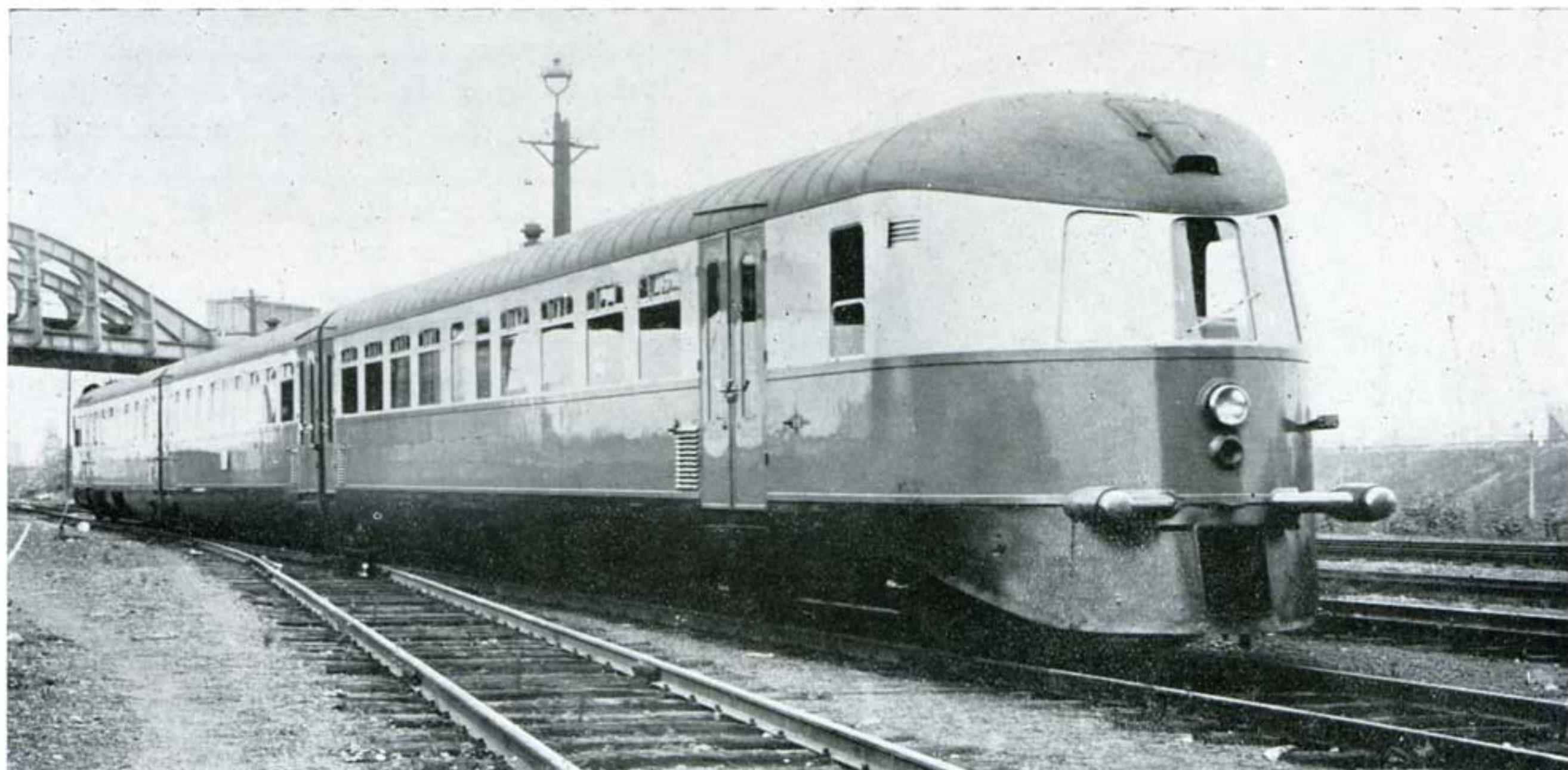
## AVANTAGES DU ROULEMENT A ROULEAUX

Les progrès accomplis dans le domaine de l'application des roulements à rouleaux au matériel de chemins de fer remontent à 1920 et sont consécutifs aux résultats particulièrement satisfaisants, obtenus avec ce type de roulement dans la construction automobile.

Si on compare le roulement à rouleaux au coussinet lisse, on constate qu'il présente de nombreux avantages qui le rendent particulièrement indiqué pour les applications au matériel de chemins de fer ; tout d'abord, il faut citer, parmi ses avantages, son très bas coefficient de frottement : celui-ci est en effet, inférieur à 0,03 p.c., et ceci contribue naturellement à abaisser l'inertie des véhicules qui en sont pourvus. Au démarrage, la



**TIMKEN**



Autorail de la S.N.C.B. équipé de boîtes à rouleaux TIMKEN (1936).

résistance passive d'un wagon de construction récente monté sur coussinets lisses est approximativement de 7 kg. par tonne, mais par suite de la détérioration progressive de l'état des surfaces du coussinet, ce chiffre peut atteindre des proportions beaucoup plus élevées. Certains essais effectués avec du matériel comportant des roulements à rouleaux ont révélé que dans ce cas, la résistance au démarrage tombait à 2 kg. par tonne, ce qui représente une économie d'environ 74 %, économie particulièrement appréciable lorsqu'il s'agit de faire démarrer des trains lourdement chargés.

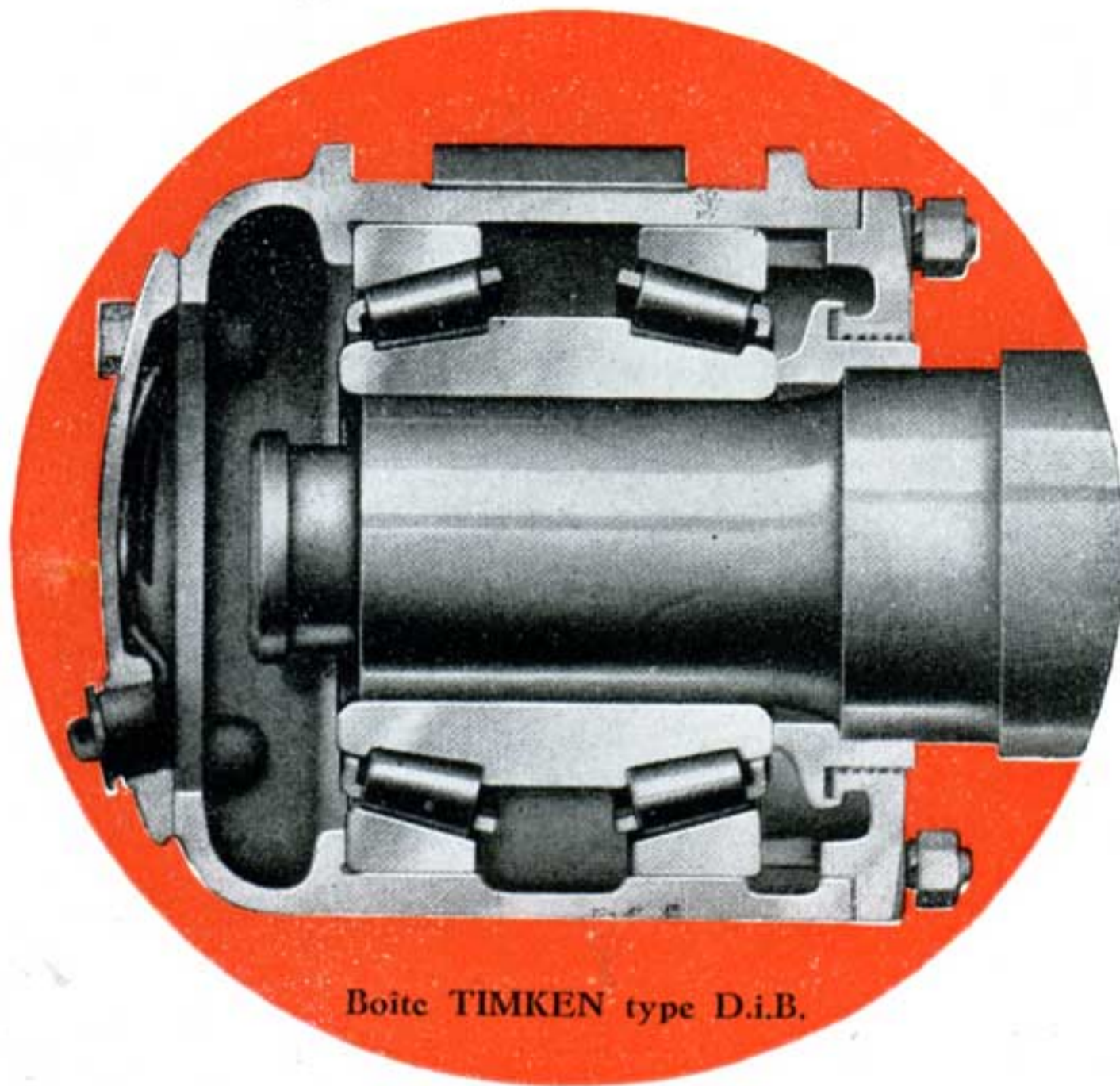
Bien que la diminution de la résistance passive soit plus marquée aux basses vitesses, elle subsiste encore lorsque les écarts de vitesses sont plus importants, et même, à 80 km. à l'heure, on constate encore, comparativement au matériel pourvu de coussinets lisses, une diminution de la résistance au roulement de l'ordre de 10 %. Cette réduction de résistance passive a été mise en évidence par les économies de combustible et d'énergie qui peuvent être réalisées et ceci a été confirmé par des essais effectués en Angleterre, qui ont démontré qu'une rame électrique sur roulements à rouleaux consommait moins de courant qu'une rame identique sur boîtes à coussinets lisses, l'économie d'énergie pouvant être chiffrée à 8-15 %. Des essais analogues réalisés avec des locomotives à vapeur ont fait ressortir une économie de combustible de 17 % en faveur des machines remorquant des wagons sur roulements à rouleaux.

Dans le cas des locomotives, un avantage supplémentaire doit être mentionné ; c'est celui qui a trait à une amélioration marquée des caractéristiques relatives à la traction pour les locomotives munies de boîtes à rouleaux. Partant du principe que les frottements qui prennent naissance dans les boîtes à coussinets se trouvent pratiquement éliminés, un pourcentage plus élevé de l'effort de traction peut alors intervenir pour faire démarrer les trains. Cet accroissement de l'effort de traction peut atteindre 12 %, et il en résulte que les locomotives montées sur roulements à rouleaux peuvent remorquer des trains beaucoup plus lourds que celles qui sont pourvues de coussinets lisses.

En ce qui concerne l'utilisation des véhicules, les boîtes à rouleaux sont très appréciées des services chargés de l'exploitation du matériel, car elles suppriment radicalement les chauffages et permettent de mettre en service des trains beaucoup plus rapides, et ceci en toute sécurité. Les boîtes étant pourvues de joints rigoureusement étanches, des consommations d'huile de l'ordre de 93 gr. pour 8.000 kilomètres parcourus, ont été enregistrées sur des boîtes d'essieux moteurs de locomotives, ce qui se traduit par des frais d'entretien plus réduits et des graissages périodiques moins fréquents.

**TIMKEN**





Boîte TIMKEN type D.i.B.

Les temps morts pour entretien étant pratiquement nuls, le matériel est plus longtemps disponible et ceci résout en grande partie le grave problème des services d'exploitation qui cherchent avant tout à ce que le matériel ne rentre pas dans les ateliers, mais qu'il demeure en service. Les roulements à rouleaux ne nécessitant pratiquement aucun entretien et ne s'usant pour ainsi dire pas, ont contribué à réduire les temps d'immobilisation des locomotives et des wagons d'une façon très appréciable.

Avec les roulements à rouleaux, les fusées n'ayant plus à être déterminées en fonction de la pression unitaire, et n'étant plus, par ailleurs, soumises à des usures ou à des échauffements, peuvent désormais être calculées suivant leur propre taux de travail. L'emploi de roulements à rouleaux permettant de réduire la longueur de la fusée, le moment de flexion se trouve considérablement diminué ; ce qui revient à dire

que pour un taux de travail déterminé, le diamètre de la fusée peut être plus faible, et l'essieu moins gros et, par conséquent, plus léger.

Depuis quelques temps, des études très poussées ont été faites sur l'influence du jeu latéral des essieux sur la tenue de voie ; des wagons et certains bogies ont été conçus avec un jeu latéral des essieux très réduit. A ce sujet, il convient de noter que l'utilisation des roulements à rouleaux permet de donner à ce jeu une valeur déterminée et que ce jeu peut rester constant pendant toute la durée du véhicule. Il en résulte que la tenue de voie ne s'aggrave pas en fonction de l'usure progressive comme c'est précisément le cas avec les coussinets lisses qui soumettent les collets de fusées à une usure inévitable. Ces avantages, joints à la résistance passive excessivement basse des véhicules montés sur roulements à rouleaux, contribuent à améliorer leur tenue de voie et à réduire les efforts dynamiques qui agissent sur les bogies et qui sont dûs aux chocs perçus par les roues et par les essieux. Si l'on tient compte d'autre part que la fusée est complètement entourée par le roulement à rouleaux, il devient peu probable que l'essieu puisse se présenter obliquement par rapport au châssis en service courant ou lorsque le freinage n'agit que d'un seul côté de l'essieu. Pour ce qui est des locomotives, les roulements à rouleaux ont permis de démontrer que la réduction des jeux avait également une heureuse influence sur la durée des bielles qui fonctionnent alors dans des conditions meilleures. Enfin, il convient de signaler les faits suivants : en hiver, le lubrifiant employé pour le graissage des coussinets a pour effet d'augmenter la résistance passive des véhicules ; au contraire, les variations de température restent sans effet sur le matériel pourvu de roulements à rouleaux. Ceci revient à dire qu'il n'y a pas lieu de raccourcir les rames lorsqu'elles sont constituées par des voitures comportant des boîtes à rouleaux, même lorsque la température devient particulièrement critique.

## ROULEMENTS A ROULEAUX CONIQUES TIMKEN POUR MATERIEL DE CHEMINS DE FER

Les avantages qui précèdent et les indications fournies au sujet des roulements à rouleaux reposent sur l'expérience acquise à l'aide des roulements à rouleaux coniques TIMKEN qui équipent des véhicules de tous types circulant dans le monde entier. Le roulement à rouleaux coniques représenté suivant figures N<sup>os</sup> 1 et 2 comporte quatre



**TIMKEN**



éléments : le cône ou bague intérieure, la cage, les galets et la cuvette ou bague extérieure. Ce type de roulement a été utilisé avec succès pour l'équipement de tous les modèles de véhicules, et on peut affirmer qu'il convient particulièrement bien pour supporter des charges radiales et axiales comme celles qui se rencontrent notamment dans les chemins de fer.

Les succès remarquables obtenus par les roulements TIMKEN appliqués au matériel de chemins de fer, sont dus essentiellement au principe même qui prévoit l'utilisation de galets coniques intercalés entre des chemins de roulements également coniques, cette disposition étant pratiquement la seule qui permet de donner à un roulement une capacité suffisante pour résister à toutes les combinaisons de charges. On remarquera que les surfaces coniques ainsi que les génératrices des galets concourent en un point commun situé sur l'axe, ce n'est d'ailleurs que lorsque cette condition est exactement remplie que l'on obtient une rotation sans frottement. Si elle n'est pas rigoureusement observée, la vitesse angulaire des galets relevée en différents points de leur génératrice n'est pas constante, des glissements peuvent alors en résulter et parfois les galets peuvent même se placer obliquement par rapport aux chemins des roulements.

Etant donné que les charges radiales ne sont supportées que par les galets supérieurs et que les poussées axiales se répartissent sur tous, les roulements TIMKEN, qui ont un angle au sommet de  $24^\circ$  environ, ont des capacités radiales et axiales presque identiques. Il convient de noter que les poussées axiales se décomposent en charges radiales qui sont à leur tour supportées sans frottement sur toute la longueur des génératrices en contact, de la même façon que les charges radiales directes; cet avantage est inhérent au principe même du galet conique.



Fig 1

Une cage est prévue pour maintenir l'écartement des galets, c'est elle qui assure une équidistance absolue entre leurs axes. Les galets d'un même roulement TIMKEN sont maintenus correctement alignés par le contact qui existe entre leur grande base et la collerette du cône et qui s'effectue suivant deux petites surfaces, la pression est légère et le frottement qui en résulte est excessivement réduit.

Les roulements TIMKEN sont fabriqués avec un acier allié, nickel, chrome, molybdène, de qualité supérieure, cémenté et traité pour donner aux surfaces des chemins et des galets une dureté superficielle très résistante à l'usure. Le cœur est également très résistant et convient très bien pour supporter les chocs sans qu'il y ait lieu de craindre une rupture des différents constituants du roulement.



Fig. 2

**TIMKEN**



## AVANTAGES DES BOITES D'ESSIEUX TIMKEN

Par suite du principe même de la conicité des roulements TIMKEN, ceux-ci doivent être jumelés s'il s'agit, bien entendu, de roulements simples. On peut aussi combiner deux roulements simples pour les transformer en roulement double.

Etudions d'abord la boîte courante pour fusée extérieure représentée figure N° 3. On constatera qu'elle comporte un roulement TIMKEN à cône double d'une conception simple et ramassée. Ce roulement

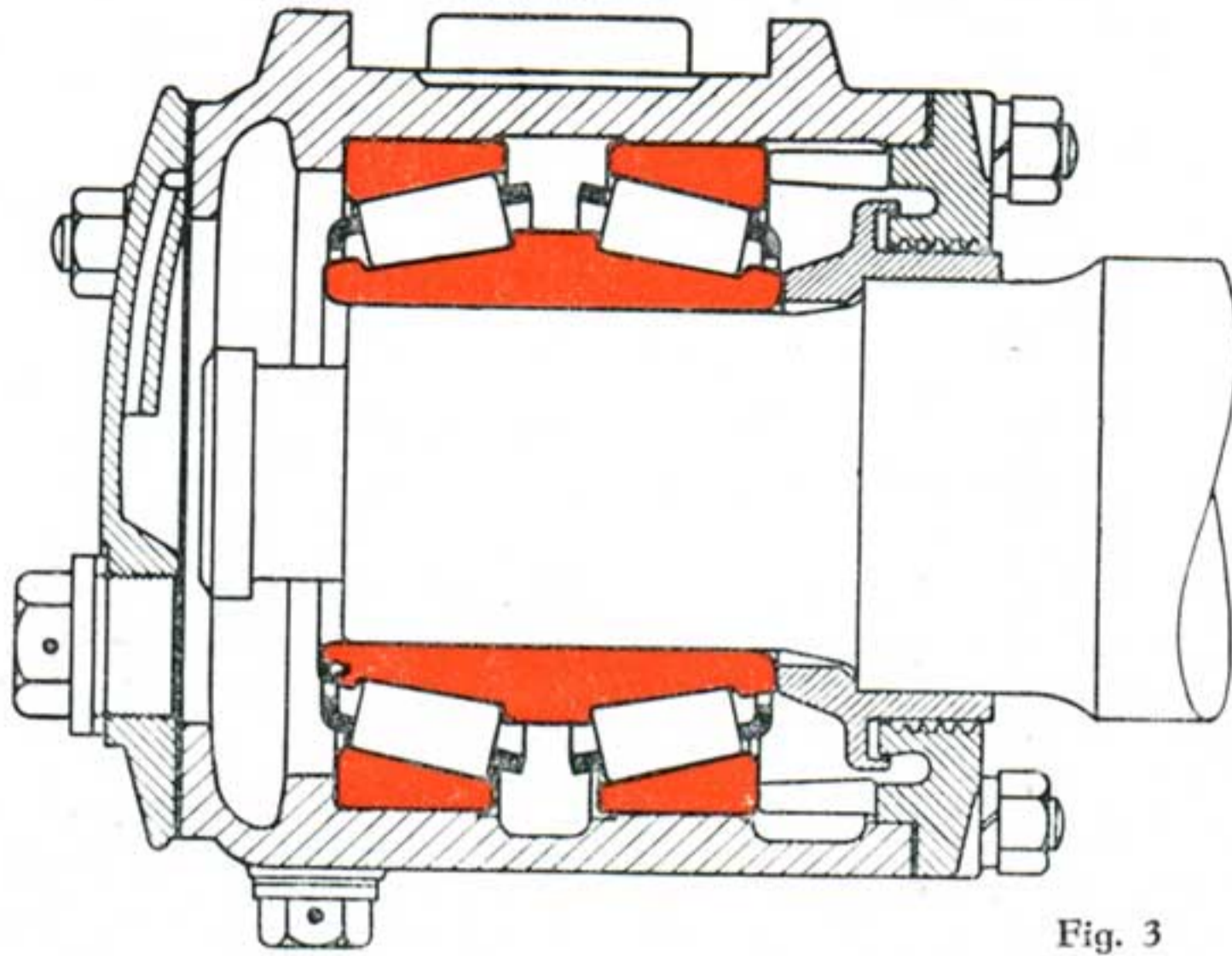


Fig. 3

est calé directement à la presse sur l'essieu, cette méthode de montage est d'une sûreté absolue quelles que soient les conditions de fonctionnement et rappelle la technique observée par les chemins de fer pour caler les roues et les arbres manivelles. La pression de calage enregistrée à l'emmanchement étant parfaitement connue, aucun dispositif de blocage n'est à prévoir, écrou par exemple.

Le roulement double à rouleaux coniques se loge dans une boîte en une seule pièce, en acier moulé de qualité supérieure, qui reçoit en outre un couvercle de visite et un couvercle arrière en acier coulé. Des dégagements venant de fonderie sont prévus dans les pièces coulées pour permettre à l'huile de circuler librement sous l'effet de la pression occasionnée par la conicité des roulements. L'étanchéité est assurée à l'arrière de la boîte par des gorges annulaires usinées dans le couvercle arrière et par un déflecteur d'huile solidaire de la bague d'appui.

Bien qu'il soit excessivement rare qu'on ait besoin de procéder à un rattrapage du jeu des roulements, cette opération peut s'effectuer rapidement en agissant sur les cales en clinquant placées sous le couvercle arrière, et ce réglage n'influe aucunement sur le calage des roulements sur la fusée, contrairement à ce qui se passe lorsque l'on utilise un montage sur manchon conique.

On peut examiner facilement les roulements en dégageant la boîte des roulements après avoir enlevé au préalable les écrous qui assujettissent le couvercle arrière. La boîte et les roulements peuvent aussi être montés ou démontés ensemble, par contre, lorsqu'on désire tourner les bandages, il n'y a pas lieu de retirer la boîte, il suffit simplement d'enlever le couvercle de visite. Ce couvercle comporte un reniflard ayant fait l'objet d'un brevet, qui s'oppose à la formation de condensations dans la boîte et permet aux organes intérieurs de communiquer librement avec l'air ambiant.

Il existe parfois des boîtes d'essieux extérieures sur lesquelles la charge n'agit pas exactement au centre : bogies porteurs de locomotives par exemple : dans ce cas, la

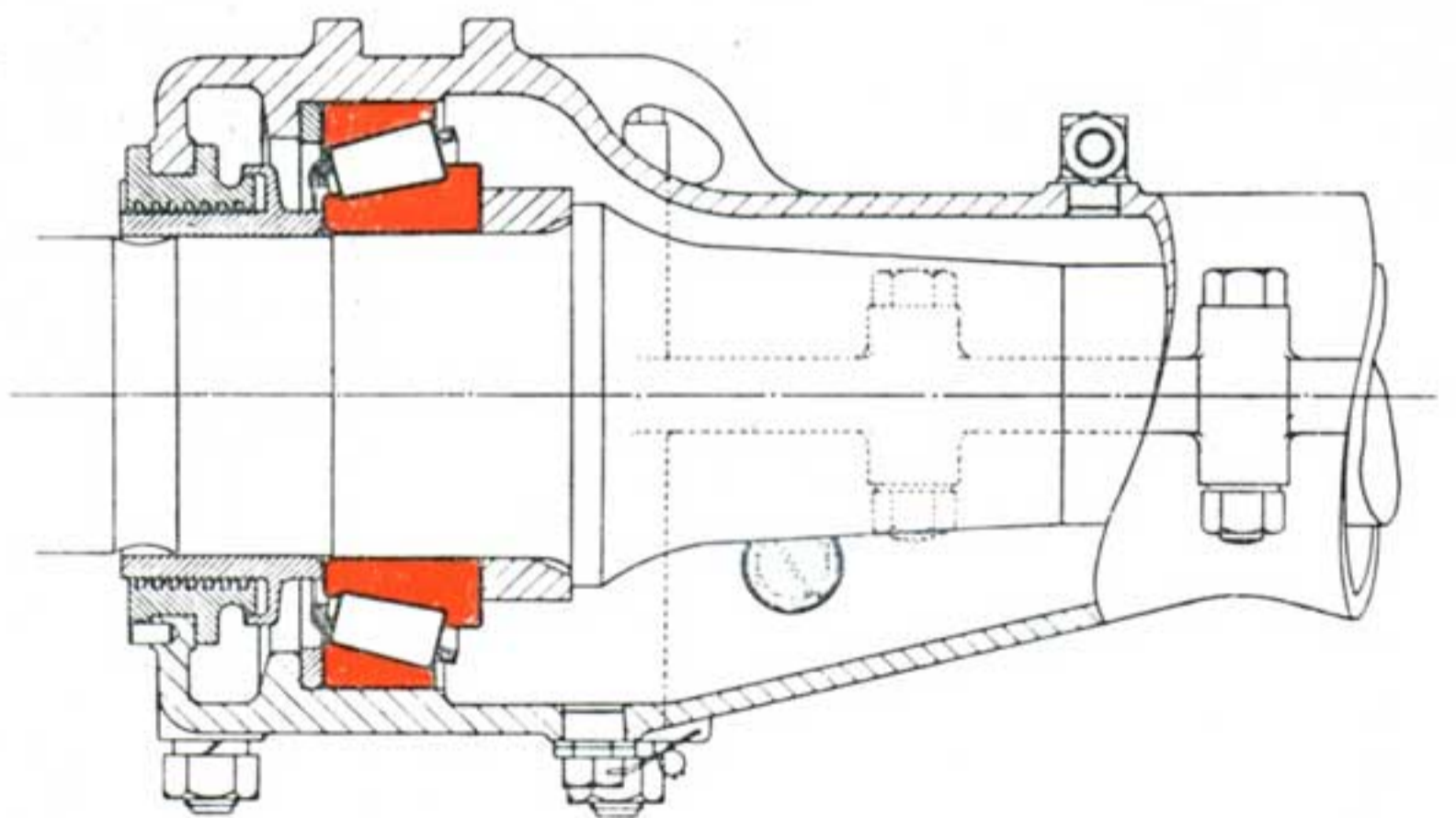


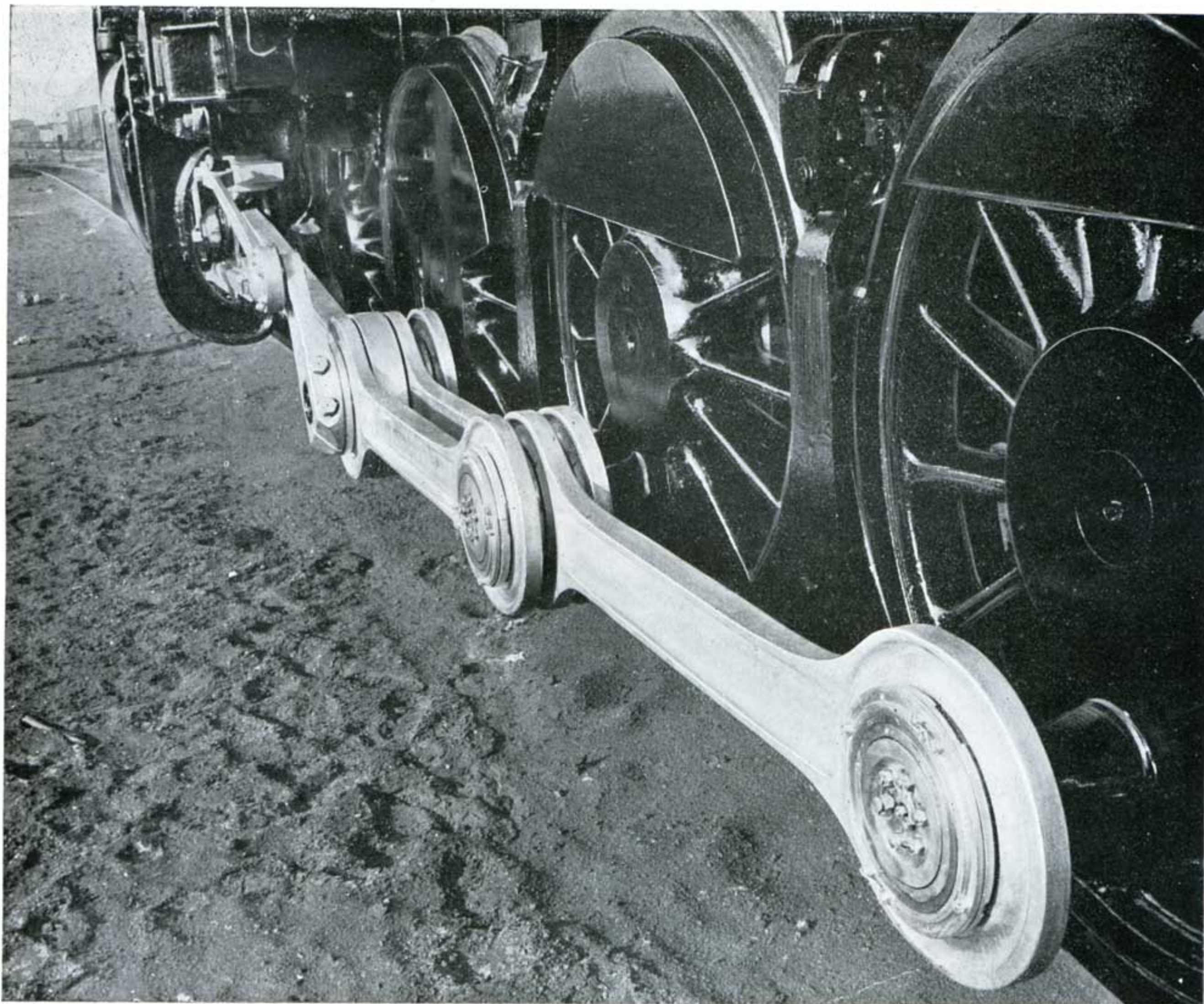
Fig. 4



TIMKEN

boîte comporte deux roulements TIMKEN simples, entretoisés. Suivant cette disposition, les grandes bases des galets de chaque roulement sont orientées vers l'extérieur, on obtient ainsi une plus grande stabilité et l'ensemble résiste mieux au couple de renversement occasionné par le déport de la charge.

Pour les bogies moteurs ainsi que pour les bogies directeurs des locomotives, de nombreux réseaux de chemins de fer se sont orientés vers la solution qui consiste à monter les roulements à rouleaux coniques TIMKEN dans une boîte canon (voir fig. 4) ; ce montage a été surtout conçu pour accroître la rigidité de la boîte et permettre aux roulements de mieux résister aux efforts combinés résultant du poids mort du véhicule et de la réaction des pistons. Suivant cette réalisation, les roulements et le corps de boîte constituent un ensemble mécanique qui suit les irrégularités des voies sans nuire à l'alignement



Locomotive dont les bielles-manivelles sont munies de roulements TIMKEN.

des roulements. La boîte en acier moulé est en deux parties ; elle entoure et supporte l'essieu moteur et les roulements baignent dans un réservoir d'huile de grande contenance faisant corps avec le carter. Les demi-corps de boîte inférieur et supérieur sont assemblés au moyen de boulons ajustés. Quant au réglage des roulements, il s'effectue par l'intermédiaire de cales en deux pièces interposées sous les cuvettes.

Les indications qui précèdent concernent les boîtes TIMKEN normales, mais il est bien évident que de très nombreux modèles spéciaux ont été conçus et construits pour répondre à différents problèmes de véhicules de chemins de fer, par exemple, les boîtes destinées aux bogies types « Diamond ».

**TIMKEN**



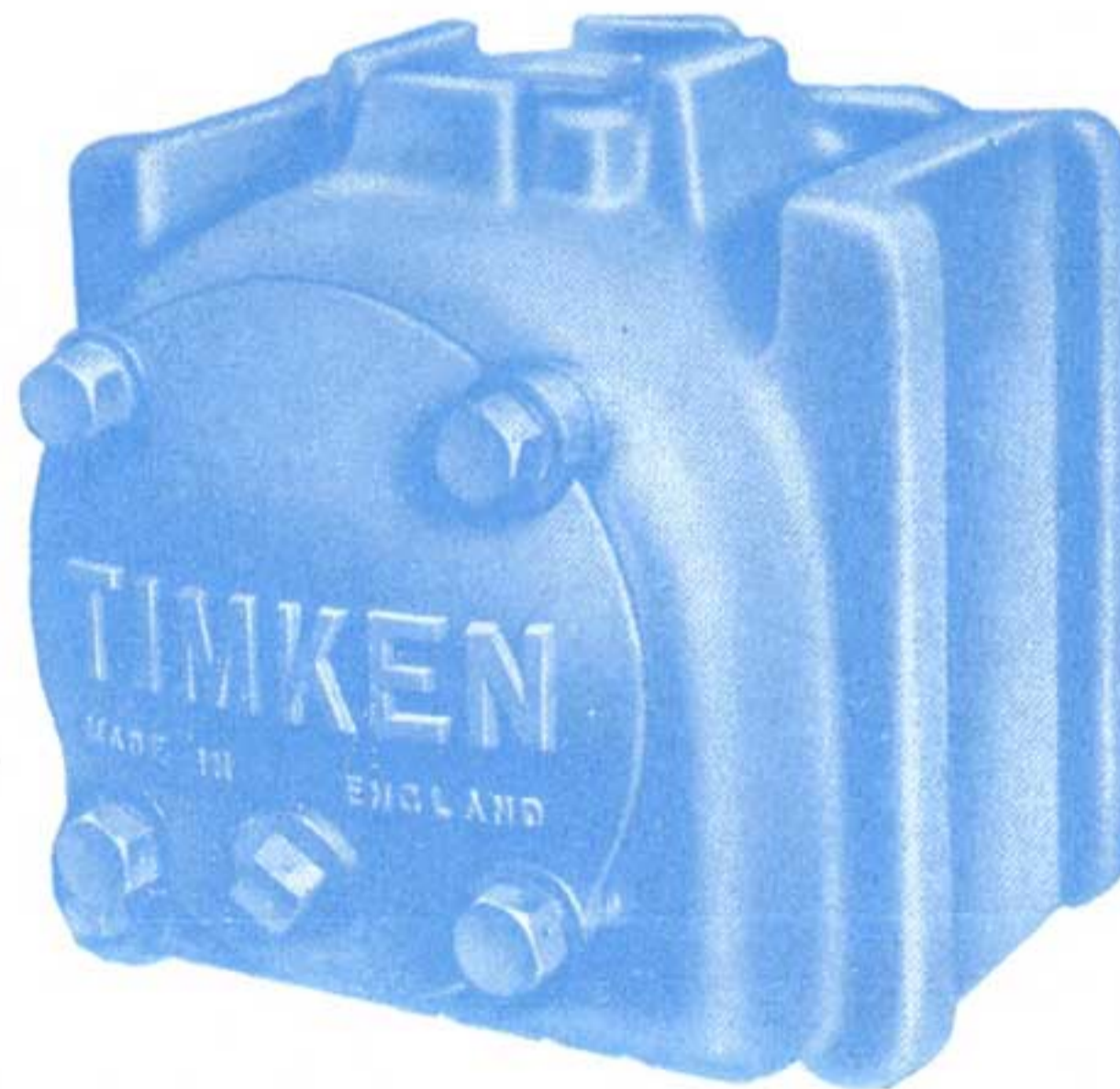
Il est intéressant de signaler le nombre des machines ou wagons montés sur roulements à rouleaux coniques TIMKEN. En voici ci-après le détail approximatif :

Bogies directeurs de locomotives . . . . .	5.000
Essieux moteurs de locomotives . . . . .	2.200
Bogies porteurs de locomotives . . . . .	4.000
Tenders . . . . .	3.500
Locomotives Diesel et électriques . . . . .	2.000
Voitures de grandes lignes . . . . .	7.000
Wagons de marchandises . . . . .	3.000

Les chiffres ci-dessus ne comprennent pas les nombreux wagons d'aciéries, les autorails et les tramways qui font également un large emploi de roulement TIMKEN.

Enfin, il faut signaler que la première locomotive à vapeur pourvue de roulements à rouleaux sur tous les essieux a été montée sur roulements TIMKEN, et que certaines locomotives diesel électriques munies de roulements TIMKEN ont parcouru, chacune à ce jour, et ceci d'une façon tout à fait satisfaisante, plus de 3.200.000 kilomètres.

Mentionnons aussi les progrès réalisés dans l'application des roulements TIMKEN aux tourillons de bielles de locomotives à vapeur, cette intéressante adaptation ayant eu immédiatement pour effet d'augmenter la disponibilité du matériel correspondant.



**OSTENDE-QUAI**  
**tél. 725.26**



**SI PRATIQUE!**

*Un simple coup de téléphone suffit  
pour réserver un emplacement pour  
votre **VOITURE** à bord des paque-  
bots de la ligne*

**Ostende-Douvres**



*Les chemins de fer belges vous offrent leurs  
services pour vos voyages et vos transports*

Moussinoux

SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES