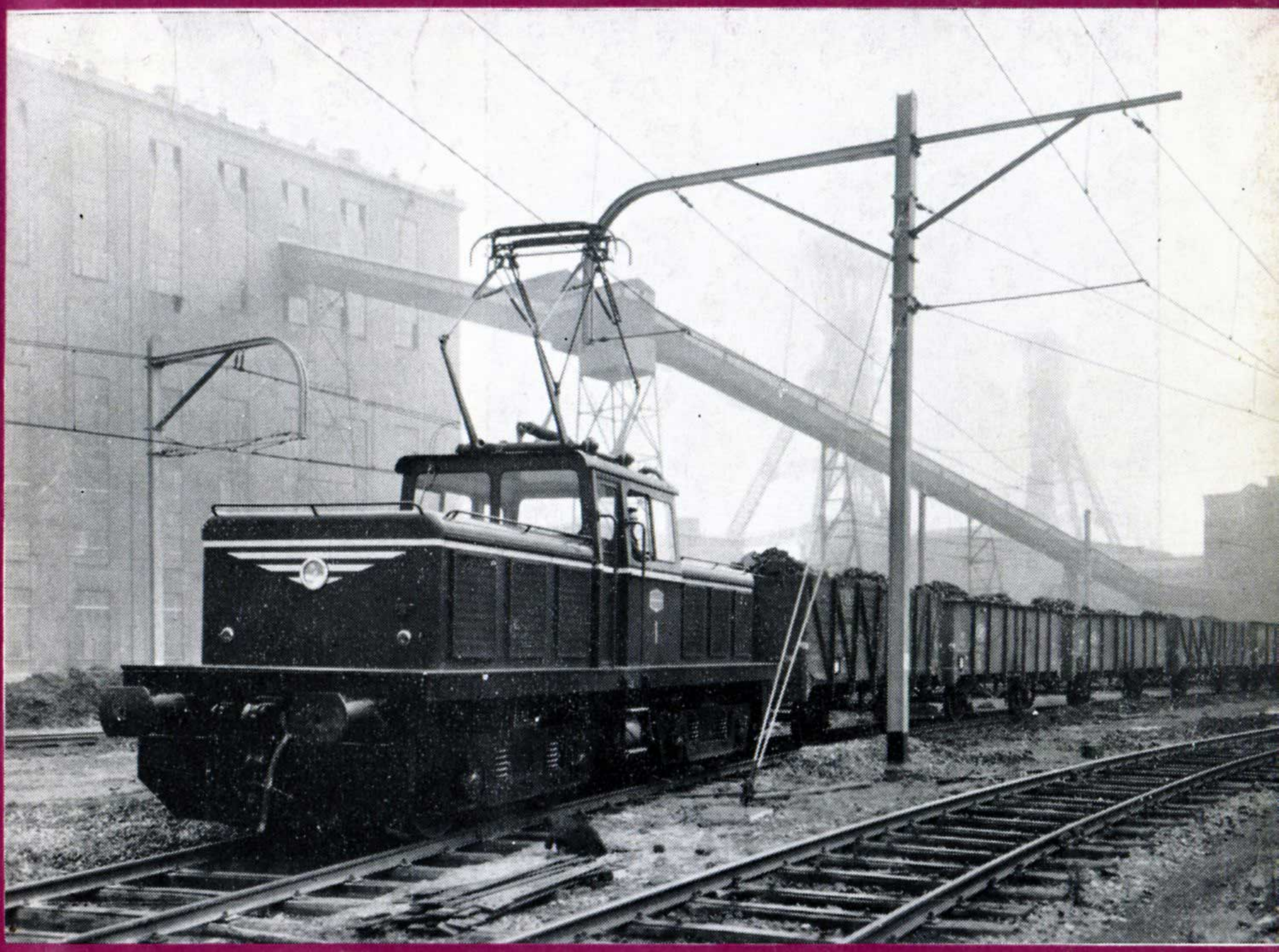
"RAIL ET TRACTION"

REVUE DE DOCUMENTATION FERROVIAIRE

67

JUILLET - AOUT 1960

PRIX :
BELGIQUE 20 FR.
FRANCE 2,50 NF.
SUISSE 2,70 FR.



(Photo ACEC)

Sommaire

(80 pages
et 3 hors-textes)

MATERIEL ET TRACTION :

Electrification des voies de surface des Charbonnages de Houthalen 231

Nouvelle rame automotrice légère des chemins de fer suédois . . 257

A LA POINTE DU PROGRES :

Motrices articulées à deux et trois éléments de la Rheinische Bahngesellschaft A.G. . . 263

TRAMWAYS :

Les tramways de Sarajevo 289

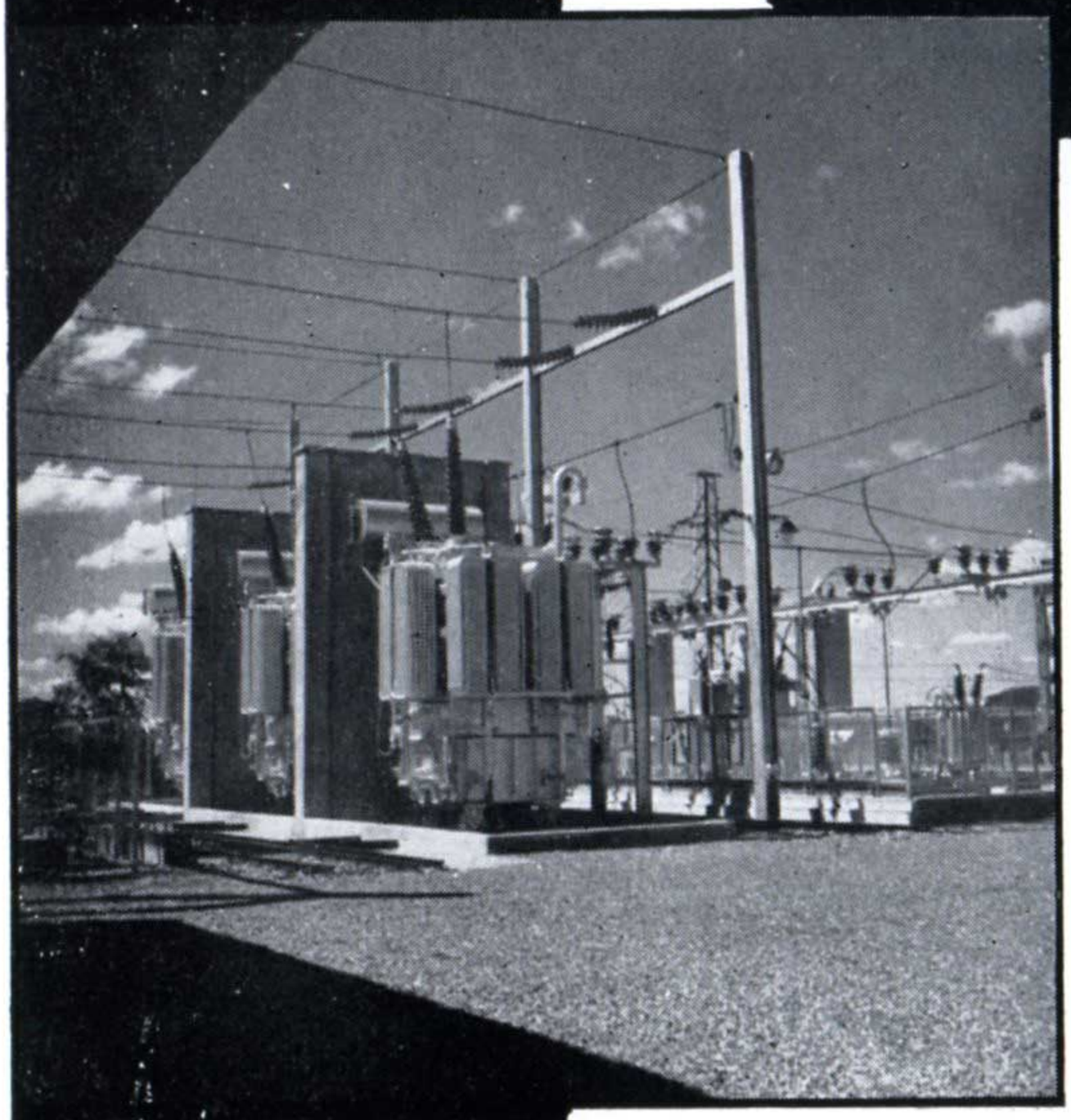
NOUVELLES DU MONDE ENTIER . . . 297

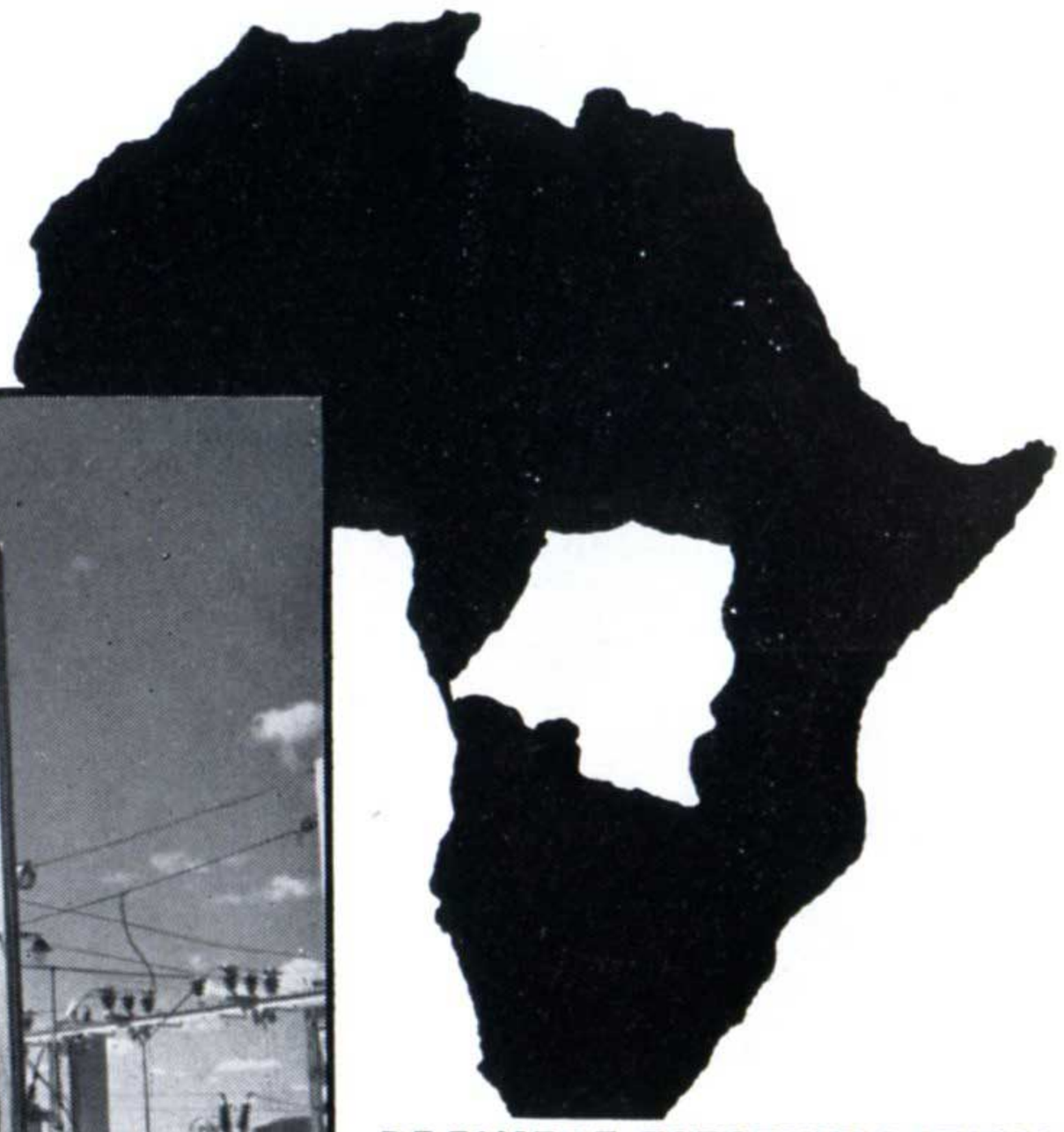
BIBLIOGRAPHIE . . 304

NOTRE PHOTO :
Locomotive électrique BB de 60 T en tête d'un train de charbon au départ des Charbonnages de Houthalen.

ORGANE DE L'ASSOCIATION ROYALE BELGE DES AMIS DES CHEMINS DE FER

AU CŒUR DE L'AFRIQUE...





PREMIERE ELECTRIFICATION
à l'échelle industrielle en
COURANT MONOPHASE
25 KV 50 Hz

Chemin de fer du B.C.K.

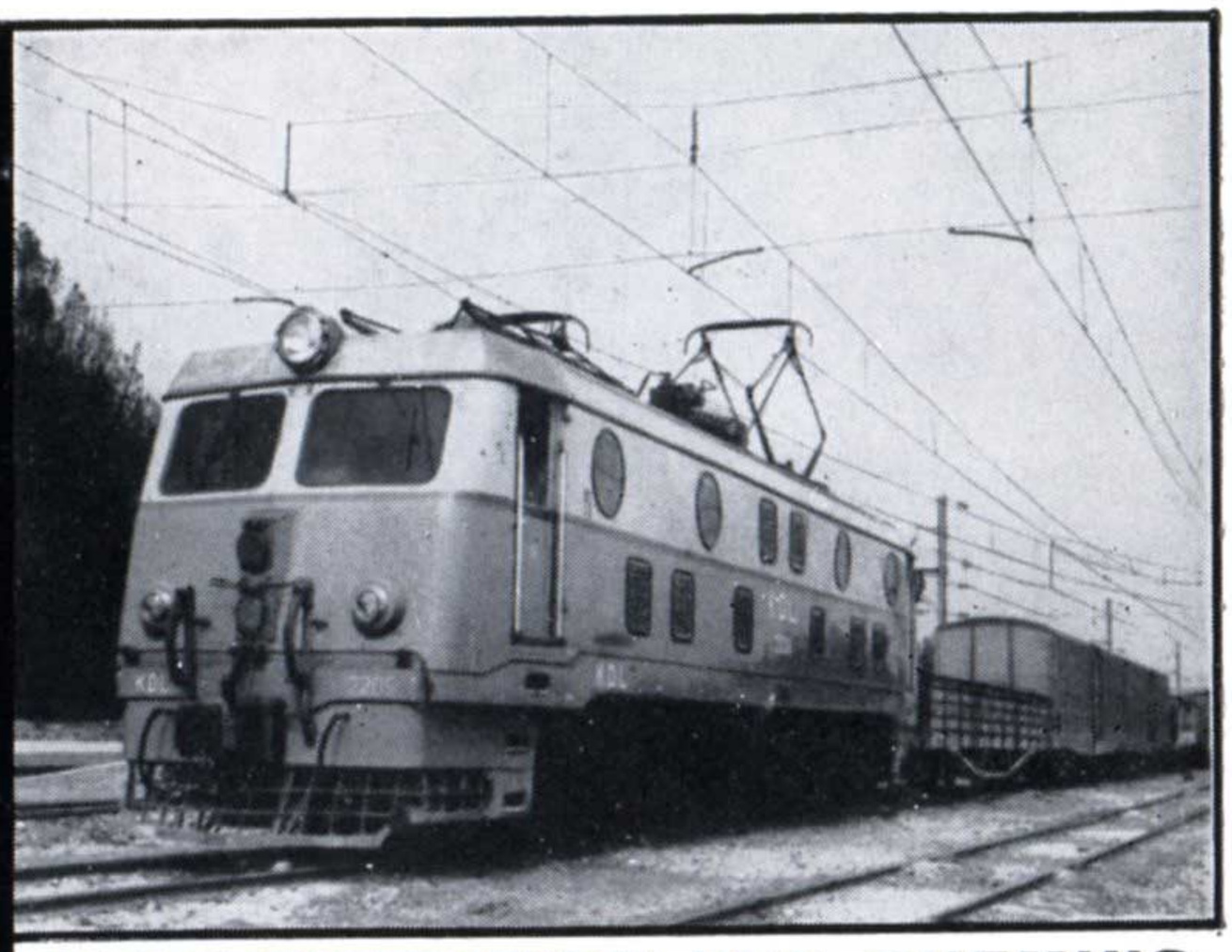
SOCIETE DE TRACTION & D'ELECTRICITE

INGENIEUR-CONSEIL
POUR TOUTES ETUDES
D'ELECTRIFICATION
DE CHEMINS DE FER

- **Rentabilité**
- **Installations fixes**
- **Lignes de contact**
- **Matériel roulant**
- **Télécommande**

EN COLLABORATION:

31, rue de la Science, BRUXELLES



ELECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER BELGES

COURANT CONTINU 3.000 V

B

13ème ANNEE

67

JUILLET-AOUT 1960

"RAIL ET TRACTION"

Revue de documentation ferroviaire

REDACTEURS EN CHEF :

H. F. GUILLAUME
A. LIENARD

DIRECTEUR ADMINISTRATIF :

G. DESBARAX

CORRESPONDANCE :

GARE DE BRUXELLES-CENTRAL
A BRUXELLES I

TELEPHONE 18.56.63

ABONNEMENT ANNUEL :

BELGIQUE . . . . . Fr 110,—
ETRANGER (sauf Suisse, Grande-Bretagne et France) . . . Fr 150,—
CONGO (par avion) . . . . Fr 400,—
au C.C.P. 2812.72 de l'A.R.B.A.C. Gare de Bruxelles-Central à BRUXELLES I
SUISSE . . . . . Fr. S. 14,60
chez LAMERY S.A. Wachtstrasse 28, à ADLISWIL (ZURICH)
GRANDE-BRETAGNE . . . . . 24/Od.
chez ROBERT SPARK, 146 New Cavendish Street, LONDON W.I.
FRANCE . . . . . N. F. 12,50
aux EDITIONS LOCO-REVUE, Le Sablen par AURAY (Morbihan) C.C.P. Paris 2081.39

LE NUMERO :

Belgique . Fr. 20,— France . . 2,50 NF.
Suisse . . Fr. 2,70 Gr.-Bretagne . 4/Od.

ORGANE DE L'ASSOCIATION ROYALE BELGE DES AMIS DES CHEMINS DE FER

Sommaire

(80 pages
et 3 hors-textes)

MATERIEL ET TRACTION :

Electrification des voies de surface des Charbonnages de Houthalen 231

Nouvelle rame automotrice légère des chemins de fer suédois 257

A LA POINTE DU PROGRES :

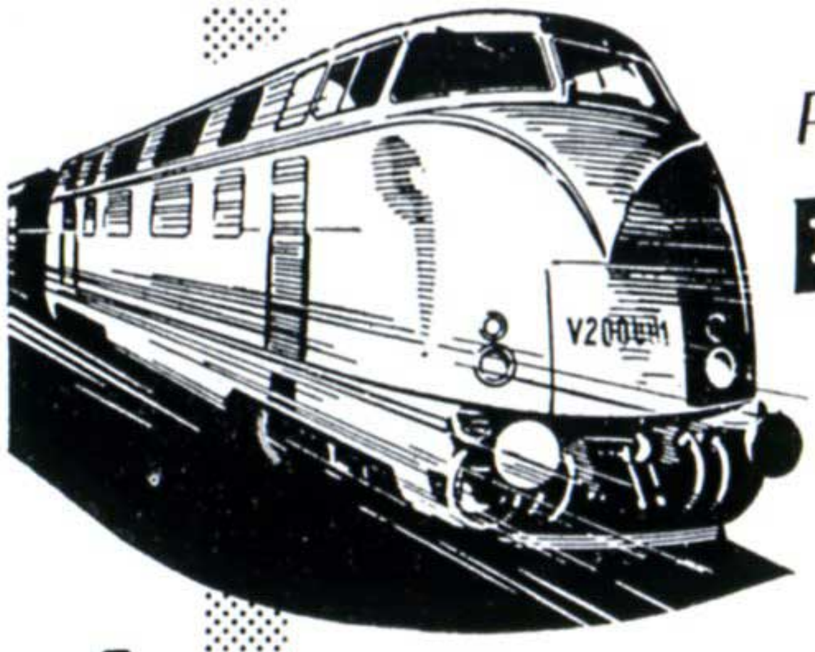
Motrices articulées à deux et trois éléments de la Rheinische Bahngesellschaft A. G. 263

TRAMWAYS :

Les tramways de Sarajevo . 289

NOUVELLES DU MONDE ENTIER 297

BIBLIOGRAPHIE 304



POUR TOUT PROBLÈME DE TRACTION

MERCEDES-BENZ

OFFRE TOUJOURS UNE SOLUTION

Références mondiales

MB 820 Bb

MB 836 Bb

gamme complète de moteurs pour :

- LOCOMOTIVES DE ROUTE & DE MANOEUVRE
- TRAINS AUTOMOTEURS RAPIDES
- AUTORAILS, ETC...

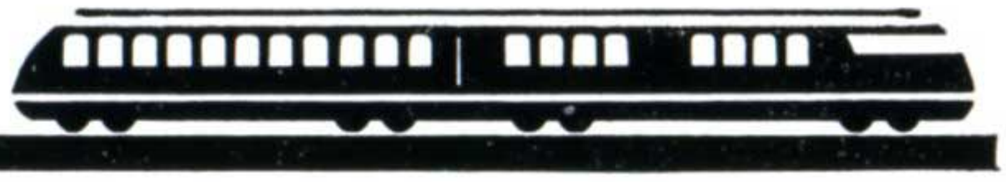
DIESEL

IMPORTATEUR EXCLUSIF :

MATINAUTO S.P.R.L.

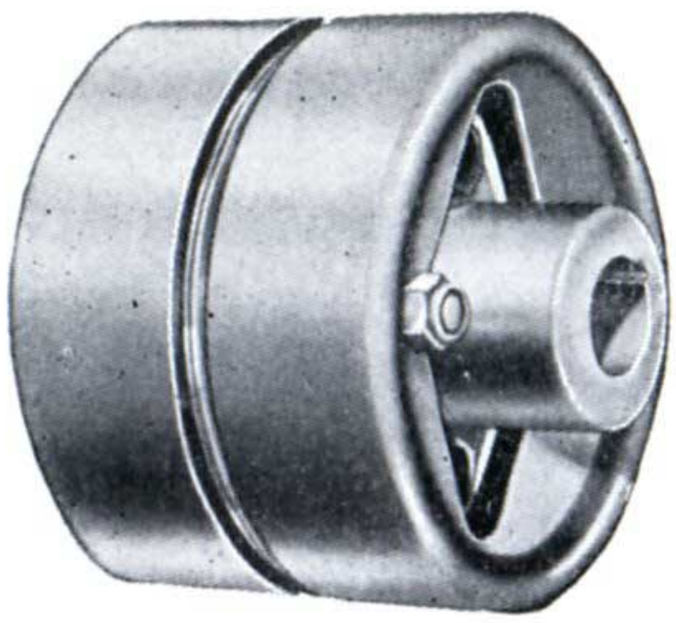
1072, Chaussée de Wavre
BRUXELLES
Téléph. : 33.97.25 (5 lignes)

DEMANDEZ PROSPECTUS SPÉCIAL



NOUS AVONS UNE SOLUTION ÉPROUVÉE POUR TOUS LES PROBLÊMES DE FIXATION ARTICULATIONS OU TRANSMISSIONS ÉLASTIQUES !

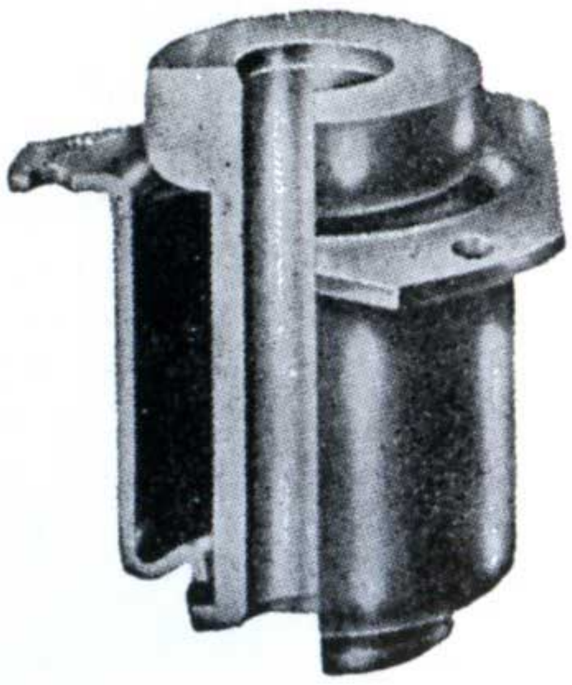
Articulations élastiques



Accouplements élastiques

★

Tél. : 21.05.22



Supports antivibratoires

SILENTBLOC

Marque déposée
36, rue des Bassins

S. A. BELGE
BRUXELLES

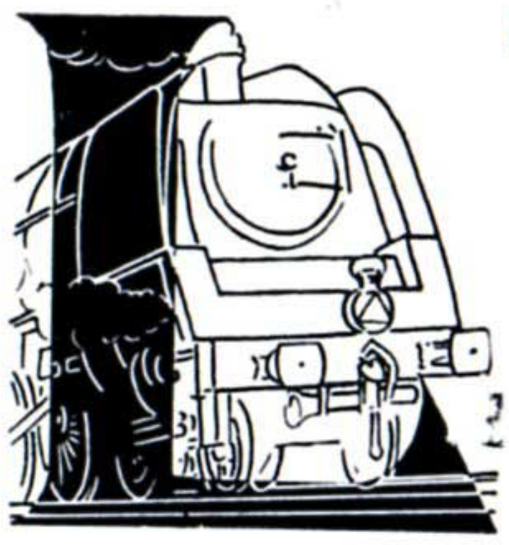
Consultez-nous !

MATERIEL et TRACTION

ÉLECTRIFICATION DES VOIES DE SURFACE DES CHARBONNAGES DE HOUTHALEN

par V.H. LEJONG, Ingénieur, Chef de Service V.M.I.-Traction industrielle ACEC et P.P. LAMS, Ingénieur, Chef de Section Bureau d'études — «Appareillage Traction» ACEC.

(Extrait de la revue A. C. E. C., n° 3, de 1959.)



LES problèmes de la production charbonnière ne sont pas neufs, mais certaines contingences économiques les placent encore actuellement au premier plan des questions d'intérêt national.

Quels que soient les progrès réalisés à l'extraction, le prix du charbon est aussi tributaire des moyens mis en œuvre pour son transport; l'impérieuse nécessité subsiste donc pour nos charbonnages, non seulement de rendre leur exploitation de plus en plus économique, mais de perfectionner leurs moyens de manutention et de transport dont le coût constitue un facteur important du prix de revient.

Toutes les mines et usines belges sont raccordées au chemin de fer et dotées d'un réseau de voies permettant de desservir leurs ateliers et d'assurer l'arrivée et l'expédition des marchandises.

Toutefois, il ne suffit pas de posséder un raccordement, il faut surtout adopter le mode de traction le plus pratique et le moins coûteux. La solution de jadis, basée sur la locomotive à vapeur est devenue aujourd'hui irrationnelle ; comme il n'est plus de grand établissement industriel qui ne soit largement électrifié, la traction électrique se justifie d'autant plus et ne présente pas de difficultés.

Avantages de la traction électrique industrielle

Nous mentionnerons succinctement les avantages suivants de ce mode de traction :

Economie.

— Rendement supérieur du système.

— Utilisation d'une énergie nationale (l'électricité) ; consommation nulle aux arrêts.

— Les huiles de graissage coûteuses deviennent superflues.

— Usure faible des bandages.

— Amortissements du matériel à très long terme (sur une durée de vingt années environ), sauf pour certains organes naturellement sujets à usure.

Régularité de fonctionnement.

Meilleure adhérence, couple constant et grande capacité de surcharge. L'effort au démarrage peut atteindre le double de l'effort normal.

Entretien simplifié.

Les locomotives électriques ne réclament qu'un stock relativement réduit de pièces de rechange.

Sécurité.

— Fonctionnement propre et silencieux ; aucun échappement susceptible de vicier l'atmosphère.

— Conduite simple, ne nécessitant pas un personnel spécialisé.

Souplesse d'exploitation.

— Les locomotives sont toujours prêtes à fonctionner.

— Changement facile de sens de marche.

— Maniement sans danger pour le personnel.

De nos jours, rompant avec la routine qui donnait la préférence à la traction à vapeur malgré ses inconvénients, une tendance marquée se dessine en faveur de la traction électrique ; celle-ci jouit d'avantages évidents, qu'aucun autre mode de traction ne peut offrir.

Il est certain toutefois que de tels avantages ne peuvent être obtenus que par l'emploi d'un matériel convenablement choisi, après une étude approfondie des conditions d'exploitation.

Les ACEC ont consacré depuis longtemps une partie importante de leurs activités à l'étude et à la réalisation de divers équipements électriques de traction industrielle. Dans ce domaine, ils peuvent résoudre tous les problèmes que pose la manutention dans les usines et les charbonnages.

Programme d'exploitation des Charbonnages de Houthalen

GENERALITES

L'installation de la traction électrique comportait l'électrification de la majeure partie des voies a écartement normal du siège de Houthalen, le raccordement de ce siège à la gare de la Société Nationale des Chemins de fer Belges et sur le réseau de la S.N.C.B., l'électrification de la gare de formation de Houthalen, soit au total environ 17 km de voies.

L'installation devait constituer un tout homogène, parfaitement agencé au point de vue technique et comprendre une sous-station, les lignes aériennes de traction et les locomotives électriques.

Les locomotives électriques et la sous-station ont été étudiées et équipées complètement par les ACEC, la partie mécanique des locomotives étant construite par la S. A. La Brugeoise et Nivelles (B.N.) à Nivelles ; les lignes de contact ont été fournies et installées par la S. A. Construction et Entreprises Industrielles (C.E.I.) à Bruxelles. Les ACEC, en qualité d'entrepreneur général, ont assumé l'entière responsabilité de la bonne marche de l'ensemble des installations et de la complète réalisation de toutes les conditions imposées.

Les locomotives électriques

Les locomotives électriques devaient être conformes aux prescriptions de la S.N.C.B. et capables des performances suivantes :

a) Locomotives de 60 t.

1. Traction d'un train de trente wagons vides, d'un poids total de 330 t, de la gare de Houthalen à la gare de formation du charbonnage, en rampe de 13 ‰ et en courbe de 180 m ; tare moyenne par wagon : 9 t.

2. Traction d'un train de soixante wagons chargés (9 t de tare + 20 t de charge)„ d'un poids total de 1800 t, en palier et pente de 13 ‰, de la gare de formation du charbonnage vers la gare de la S.N.C.B.

b) *Locomotives de 60 t. et 40 t.*

Performances exigées de l'une ou l'autre de ces locomotives :

1. Traction sur le carreau de la mine avec des charges maxima de 600 t en palier ou de 360 t en rampe de 6 ‰.

2. Pesage à la bascule de contrôle du charbonnage, de chaque wagon d'un train de vingt wagons chargés ou de quarante wagons vides.

c) *Performances exigées de l'ensemble des machines, c'est-à-dire deux locomotives de 60 t. et trois de 40 t.*

Traction simultanée des trains suivants :

1. Train de 330 t de la gare S.N.C.B. au siège du charbonnage ; rampe de 13 ‰ et courbe.

2. Rames de dix wagons chargés d'un poids total de 330 t en vue des manœuvres de classement des wagons en gare de Houthalen.

3. Rames de vingt wagons chargés, d'un poids total de 600 t du triage-lavoir au pont à peser de contrôle.

4. Rame de quarante wagons vides, d'un poids total de 400 t, sur les voies du triage-lavoir.

5. Rames de 200 t composées de wagons vides ou chargés pour leur mise en place sur les voies du triage-lavoir.

La sous-station

La sous-station de traction devait développer une puissance suffisante pour la réalisation du programme de traction ci-dessus ; la tension primaire étant de 6.600 volts, 50 périodes et la tension secondaire, de 600 volts, courant continu. Trois redresseurs métalliques d'une puissance totale de 2.700 kW, 4.500 A furent prévus. Quant aux disjoncteurs, ils devaient être du type De-ion et tout le matériel haute tension devait être installé dans des logettes Metal-Clad.

Les lignes aériennes de traction

Les lignes devaient assurer normalement l'alimentation à courant continu des locomotives, à partir de la sous-station, la chute de tension ne pouvant dépasser 20 %.

Les locomotives électriques de manœuvre

Les locomotives ont été spécialement étudiées pour le dur service de manœuvre sur les voies des usines et des mines.

LOCOMOTIVE DE 60 T A DEUX BOGIES

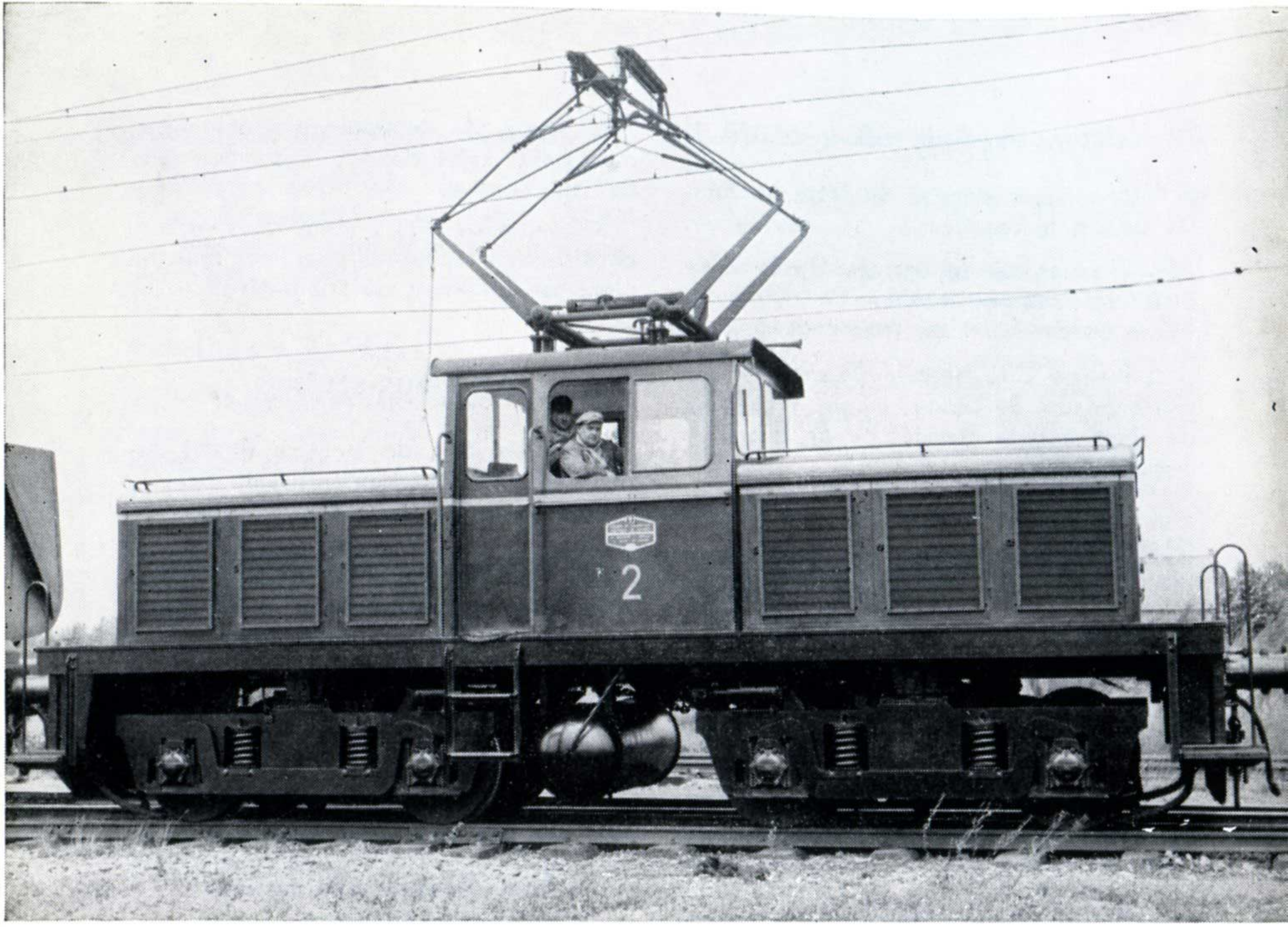
Données principales.

Cette machine répond aux données suivantes :

Voie	1.435 mm.
Longueur hors butoirs	10.300 mm.
Longueur hors traverses de tête	9.150 mm.
Largeur hors tout	2.850 mm.
Hauteur totale de la cabine	3.500 mm.
Entr'axe des pivots de bogies	4.880 mm.
Empattement des bogies	2.134 mm.
Diamètre des roues	915 mm.
Poids en service	60 t.
Effort de traction au démarrage	22.000 kg.
Effort de traction nominal	11.000 kg.

La machine est du type Bo-Bo, avec deux bogies et quatre essieux moteurs. L'adhérence est donc totale.

Les moteurs sont suspendus par le nez; ce système de suspension d'une grande robustesse et ayant fait ses preuves, donne entière satisfaction dans les conditions difficiles imposées par un service de manœuvre.



Une locomotive Bo-Bo de 60 t., développant 820 ch. sous 600 V. (Cliché ACEC)

Le poids de la locomotive est calculé de manière à exploiter au maximum les possibilités de l'équipement de traction.

D'autre part, les dimensions de la machine et la disposition des bogies sont étudiées en vue d'assurer une grande souplesse d'exploitation et pour faciliter l'inscription dans les courbes.

Equipée de deux postes de commande, la cabine offre une très bonne visibilité, et, pour le conducteur, un excellent confort.

Protégés par les capots de la locomotive, et disposés rationnellement, les appareillages jouissent d'une longévité remarquable et d'une grande facilité d'entretien.

Cette locomotive n'est pas un prototype. En effet, plusieurs machines de ce type sont en service à l'heure actuelle sur les réseaux de l'Union Minière du Haut Katanga et du chemin de fer du B.C.K. où elles fonctionnent à l'entière satisfaction de nos clients.

Tous les matériaux utilisés sont contrôlés d'après les normes très sévères de la S.N.C.B.

★

Détails de construction

Le châssis principal.

Le châssis principal est constitué d'un tablier en tôle de forte épaisseur, renforcé et raidi par des profilés assemblés par soudure.

Le châssis est terminé aux extrémités par une forte tôle, formant traverse de tête et recevant les butoirs et les organes d'attelage type standard S.N.C.B. Les butoirs sont prévus pour un effort de tamponnement de 200 t ; les organes de traction pour un effort de rupture de 60 t.

La cabine de conduite.

La cabine de conduite à simple paroi est équipée de deux postes de conduite, placés à droite dans le sens de la marche.

Chaque poste de conduite est équipé d'un panneau de contrôle et de commande des auxiliaires ; chacun d'eux est disposé de telle manière que le mécanicien puisse piloter aisément en position as-

sise, tout en se penchant au dehors pour recevoir les instructions. Une pédale d'homme-mort les complète.

La visibilité frontale et latérale de la cabine est excellente ; les parois latérales sont pourvues de glaces coulissantes superposées, aisément manœuvrables.

Chaque poste de conduite est pourvu d'un essuie-glace à commande pneumatique, contrôlé par un bouton de réglage.

L'étanchéité a été spécialement soignée et assure un grand confort au mécanicien.

Les capots.

Les deux capots renferment les appareillages principaux et notamment les ventilateurs des moteurs de traction, le groupe moto-compresseur avec son régulateur électro-pneumatique, les résistances de démarrage. Ils sont pourvus de portes latérales et d'une trappe supérieure de grande dimensions permettant un démontage aisé du matériel installé.

Des ouïes de ventilation de grande section assurent le renouvellement de l'air, ainsi que l'alimentation des ventilateurs et du compresseur.

Le châssis de bogie.

Le châssis de bogie est constitué de deux forts longerons en tôle épaisse, rigidement assemblés entre eux par une traverse centrale largement dimensionnée.

Les longerons possèdent des cages de guidage dans lesquelles coulissent les boîtiers d'essieu. Ces cages de guidage sont renforcées par des plaques en acier au manganèse. Elles sont raidies par des sous-gardes boulonnées, de forte section.

La suspension des bogies.

La suspension adoptée est du type Pennsylvania ; des balanciers à cols de cygne, tirés de tôle de grande épaisseur prennent appui sur les boîtes d'essieu et leur transmettent les charges en les équilibrant au maximum.

Des nids de ressorts hélicoïdaux très souples, interposés entre le châssis du bogie et les cols de cygne, assurent une transmission très douce des chocs de roulement.

La suspension des moteurs.

Les moteurs électriques de traction reposent d'une part sur l'essieu par deux paliers en bronze, avec joints d'étanchéité latéraux et graissage par tampon, d'autre part sur le bogie, par l'intermédiaire d'un sommier à ressorts amortissant en même temps les réactions de traction. Des becs de sécurité maintiennent le moteur en position correcte, même en cas de rupture accidentelle des ressorts du sommier.

La ventilation des moteurs.

Un groupe moteur-ventilateur placé sous le capot assure la ventilation forcée des moteurs. La liaison entre ce groupe et les moteurs de traction est réalisée au moyen d'une conduite en tôle et d'un soufflet en cuir traité, permettant la rotation et les oscillations du bogie.

Le dispositif d'entraînement.

Le pivot de bogie est portée par un socle de fortes dimensions ; il est constitué par une crapaudine plate encastrée dans la traverse centrale du bogie. La face d'appui est renforcée par une plaque d'usure pourvue de rainures de graissage.

Les trains de roues.

Les essieux sont en acier forgé à haute résistance ; les centres de roue en acier moulé électrique à 50 kg/mm² et les bandages en acier classe Y, 80/90 kg/mm² de résistance.

Les bandages sont fixés par agrafes.

Les roulements et les graissages.

Les boîtes d'essieu en acier coulé à 50 kg/mm², reçoivent les roulements à rouleaux SKF largement dimensionnés ; il y a deux roulements par boîte.

Les boîtes d'essieu sont pourvues de garnitures en acier au manganèse.

Le système de freinage.

L'alimentation du système de freinage est assurée par un groupe moteur-com-

presseur, alimenté sous 600 volts et débitant dans un réservoir principal de 800 litres, placé sous le châssis, entre les deux bogies.

Le système de freinage comporte le frein direct pour la locomotive seule et le frein automatique synchronisé pour la locomotive et le convoi.

L'équipement comprend le robinet de mécanicien et le distributeur de frein Oerlikon, modérable tant au serrage qu'au desserrage. Ce système, installé par la S.N.C.B. comme équipement standard sur tout son nouveau matériel, est particulièrement intéressant pour une locomotive de manœuvre.

Les freins.

Le freinage est réalisé par quatre sabots de frein par bogie, ces sabots étant placés du côté intérieur des essieux ; ces sabots sont actionnés par paires par deux cylindres de frein simple. Les pivots de la timonerie de frein sont en acier cémenté trempé. Les alésages des tringles et leviers sont munis de bagues d'usure en acier cémenté trempé et rectifié.

Le sablage.

Le sablage des essieux se fait dans les deux sens de marche, à partir de sablières fixées au châssis de bogie et pourvues d'éjecteurs pneumatiques.

L'éclairage.

La locomotive est pourvue à chaque extrémité d'un phare principal placé sur le capot et de deux feux de position.

L'alimentation est assurée par une génératrice formant groupe avec les deux ventilateurs des moteurs de traction et leur moteur d'entraînement ; une batterie fonctionne en tampon avec la génératrice.

Les passerelles.

Des passerelles pourvues de rambardes entourent entièrement les deux capots et donnent accès aux portes latérales de la cabine.

Le signaleur peut aisément s'installer aux extrémités de la locomotive pour contrôler la manœuvre.

LA LOCOMOTIVE DE 40 T A DEUX ESSIEUX

Données principales.

Voies	1.435 mm.
Longueur totale hors butoirs	7.950 mm.
Longueur hors traverses de tête	6.800 mm.
Largeur hors tout	2.850 mm.
Hauteur totale de la cabine	3.500 mm.
Diamètres des roues . . .	915 mm.
Poids en service	40 t.
Effort de traction au démarrage	11.000 kg.
Effort de traction nominal	5.500 kg.

Ce type de machine à deux essieux est construit suivant les mêmes principes techniques que ceux de la locomotive Bo-Bo de 60 tonnes. L'ensemble jouit d'une grande robustesse ; de plus, tous les matériaux utilisés sont conformes aux normes de la S.N.C.B.

Détails de construction

Le châssis principal.

Le châssis principal est de construction simple ; il est constitué de fortes tôles soudées et recouvert par un platelage en tôle épaisse entretoisant les longerons.

Le cabine de conduite.

La cabine est spacieuse et dotée d'une excellente visibilité, grâce à sa partie supérieure entièrement vitrée ; elle comporte deux emplacements de conduite placés à droite suivant le sens de marche. Le mécanicien peut conduire assis ou debout ; il dispose à chaque poste de commande d'un siège surélevé réglable suivant sa convenance, qui lui assure une bonne visibilité.

Deux portes latérales donnent accès à la cabine qui comporte deux armoires :

— l'une pour l'appareillage de contrôle des circuits d'éclairage et la protection de la batterie ;

— l'autre contenant le régulateur de tension.

Cette dernière est normalement fermée à clef et accessible seulement au chef électricien chargé de l'entretien.

L'appareillage de contrôle électrique est installé dans un seul pupitre central. Les robinets de freinage sont disposés sur deux petits pupitres placés devant le mécanicien. Un tableautin surmontant les armoires, groupe les interrupteurs de phares, d'éclairage de capot, de cabine, etc.

Des essuie-glaces pneumatiques équipent les baies frontales ; les baies latérales sont coulissantes.

Un chauffage électrique y est installé.

Les postes de conduite sont munis de pédales d'homme-mort dédoublées sur la barre pose-pieds. La valve de sablage permet le sablage devant chaque roue, suivant le sens de marche.

La valve d'alarme commande une trompe pneumatique placée sur la toiture et portant à la distance de 500 m dans chaque sens de marche.

Le volant de frein à main placé sur la paroi frontale permet un freinage de secours énergique.

★

Le capot.

Un long capot abrite le matériel suivant :

— les rupteurs de ligne ;

— le compresseur de frein, le groupe moteur-générateur-ventilateur, les batteries, les résistances de freinage et le tableau pneumatique.

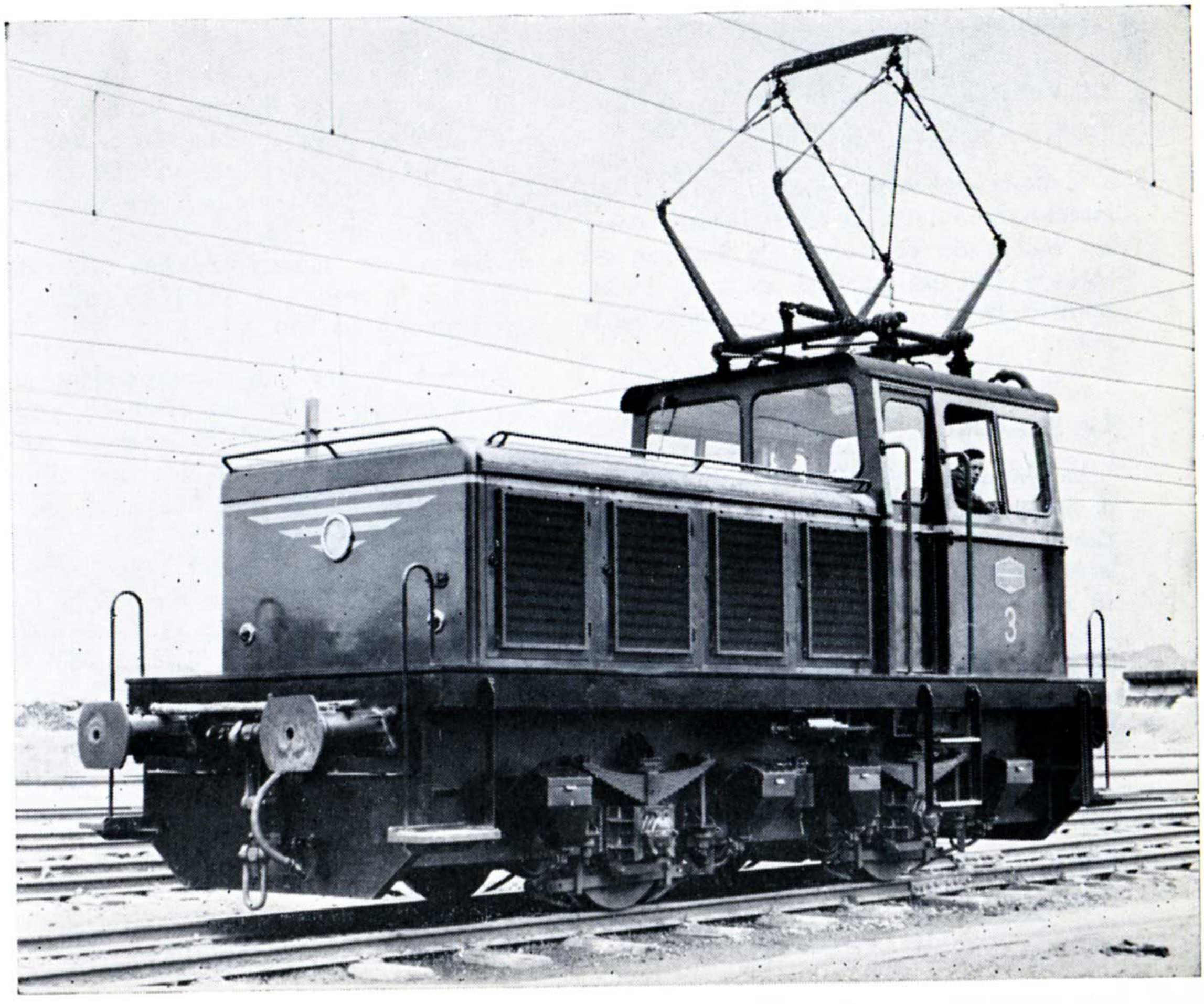
L'accès à ces appareils est donné par deux passerelles latérales et par des portes prévues tout le long des capots.

Les portes sont munies de ventelles assurant une bonne aération des capots, tandis que des treillis placés devant ceux-ci empêchent les éventuelles entrées de neige. La partie supérieure du capot est amovible, en vue de faciliter certaines opérations d'entretien.

La suspension et les organes de choc et de traction.

La suspension est réalisée par ressorts à lames. La réaction est transmise au châssis par de longs tirants montés sur coupelles sphériques.

Locomotive de 40 t. à deux essieux, développant 410 ch. sous 600 V. (Cliché ACEC)



L'attelage avec crochet et tendeur de même que les butoirs, sont du type standard S.N.C.B. ; ces derniers sont munis de ressorts amortisseurs type Ringfeder.

Les trains de roues.

Les centres de roues du type à rayons sont en acier moulé. Les bandages, placés à chaud et fixés par agrafes, sont en acier de classe Y, de 80 à 90 kg/mm² de résistance. Le diamètre au roulement est de 915 mm.

Les roulements et le graissage.

Les boîtes d'essieux, en acier moulé de 50 kg/mm² de résistance, sont équipés de roulements SKF de fortes dimensions ; les guides de boîtes sont dotés de plaques d'usure en acier au manganèse.

Le suspension des moteurs.

Les moteurs s'appuient sur le châssis par l'intermédiaire d'un sommier à ressort amortissant les réactions de traction. Chaque moteur repose sur l'essieu par deux paliers lisses graissés par tampon ; des becs de sécurité le maintiennent en position correcte même en cas de rupture accidentelle des ressorts du sommier.

La ventilation des moteurs de traction.

Celle-ci est assurée par un groupe moteur-ventilateur. La liaison entre gaine de ventilation et moteur de traction est réalisée par un soufflet en cuir traité, permettant les oscillations de fonctionnement.

Le freinage.

Le freinage, commandé par cylindre pneumatique, agit sur chaque roue par deux sabots. Cet équipement permet, soit le freinage direct de la locomotive seule, ce système étant souvent avantageux en manœuvre, soit le freinage automatique de la locomotive et du convoi par équipement Oerlikon modérable au serrage et au desserrage.

Le réservoir d'une capacité de 800 litres, placé entre longerons, assure une réserve permettant des freinages successifs. Dans tous les cas, on obtient un freinage de 100 %, c'est-à-dire égal à l'adhérence de la machine ; un équipement à main, de secours, permet le freinage à 60 %.

Toute la timonerie est munie de bagues d'usure en acier au manganèse. Les axes sont en acier cémenté-trempé et rectifié.

Le sablage.

Le sablage se fait à l'avant de toutes les roues suivant le sens de marche, au moyen d'éjecteurs pneumatiques ; huit sablières sont prévues à cet effet.

L'éclairage et la signalisation.

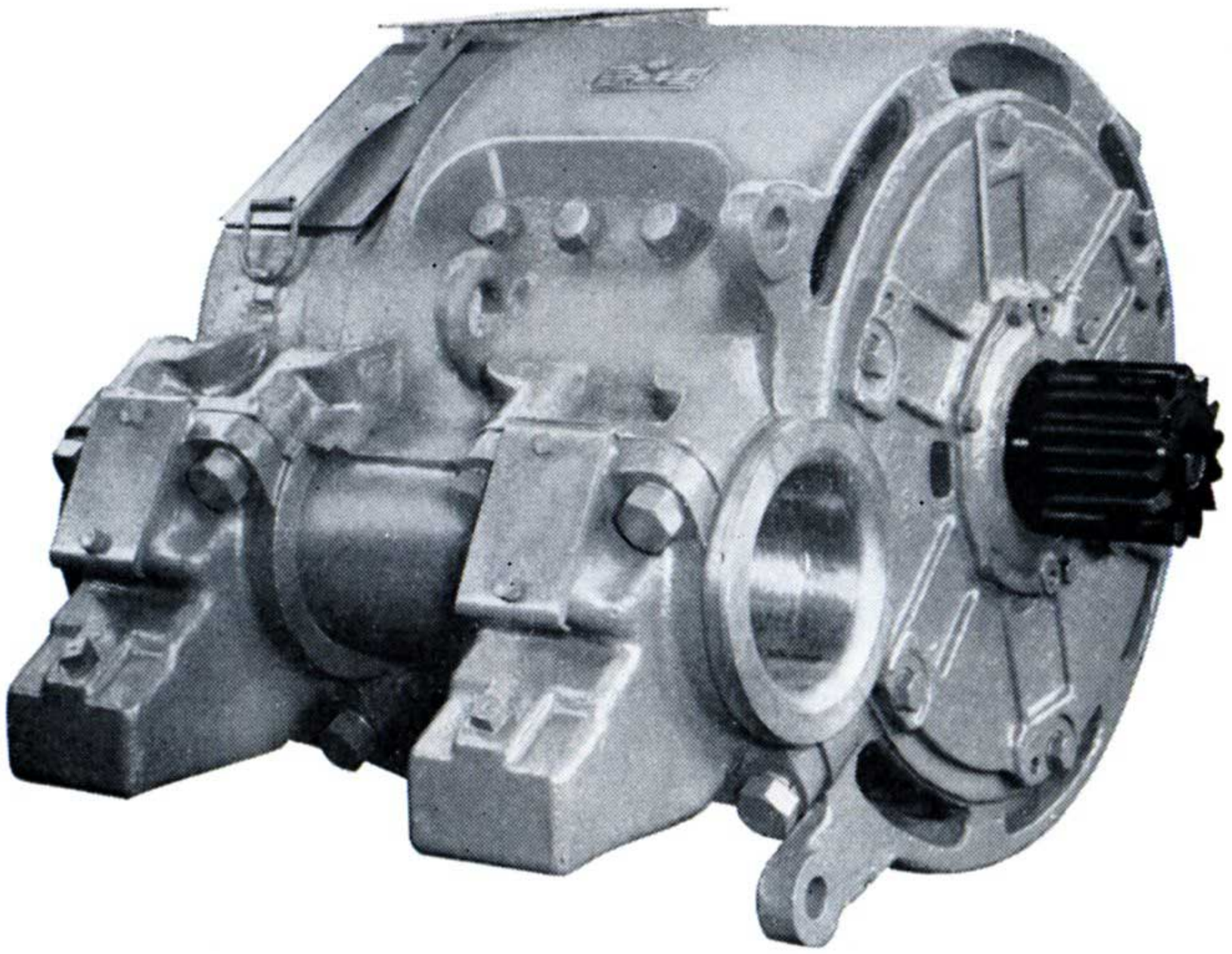
La locomotive est équipée d'installations d'éclairage et de signalisation identiques à celles de la locomotive BoBo de 60 tonnes, décrite précédemment.

L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE DES LOCOMOTIVES

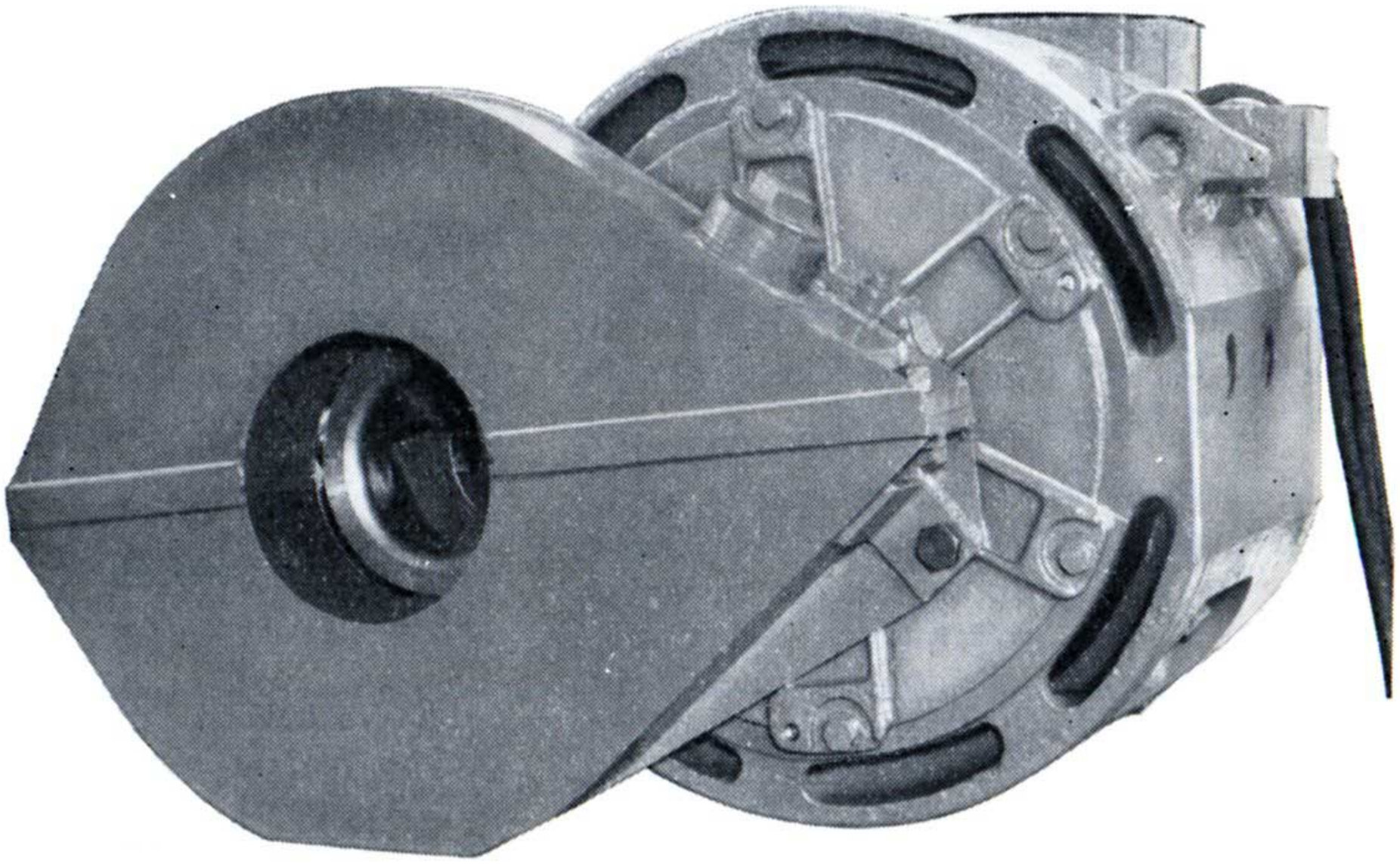
Les moteurs de traction.

Le moteur qui attaque les essieux de ces locomotives est du type ACEC 971 A à ventilation forcée, dont la puissance en régime unihoraire atteint 205 ch, à la vitesse de 600 tours par minute, pour une intensité de 280 A, sous 600 V ; sa puissance en régime continu est de 178 ch, à la vitesse de 640 t/min, et pour une intensité de 240 A.

L'effort de traction correspondant au régime unihoraire est de 2.750 kg pour un diamètre de roues de 915 mm, un rapport de réduction de 1/5,14 et une vitesse de 20 kilomètres par heure, en couplage parallèle, sous une tension de 600 volts. Ce moteur peut supporter au démarrage une surcharge de 100 % du courant de régime continu et développer un effort de 5.500 kg. La locomotive Bo-Bo, à quatre moteurs, peut donc fournir un effort maximum momentané de 22.000 kg ; 11.000 kg en marche unihoraire et 8.800 kg au régime continu de ses moteurs.

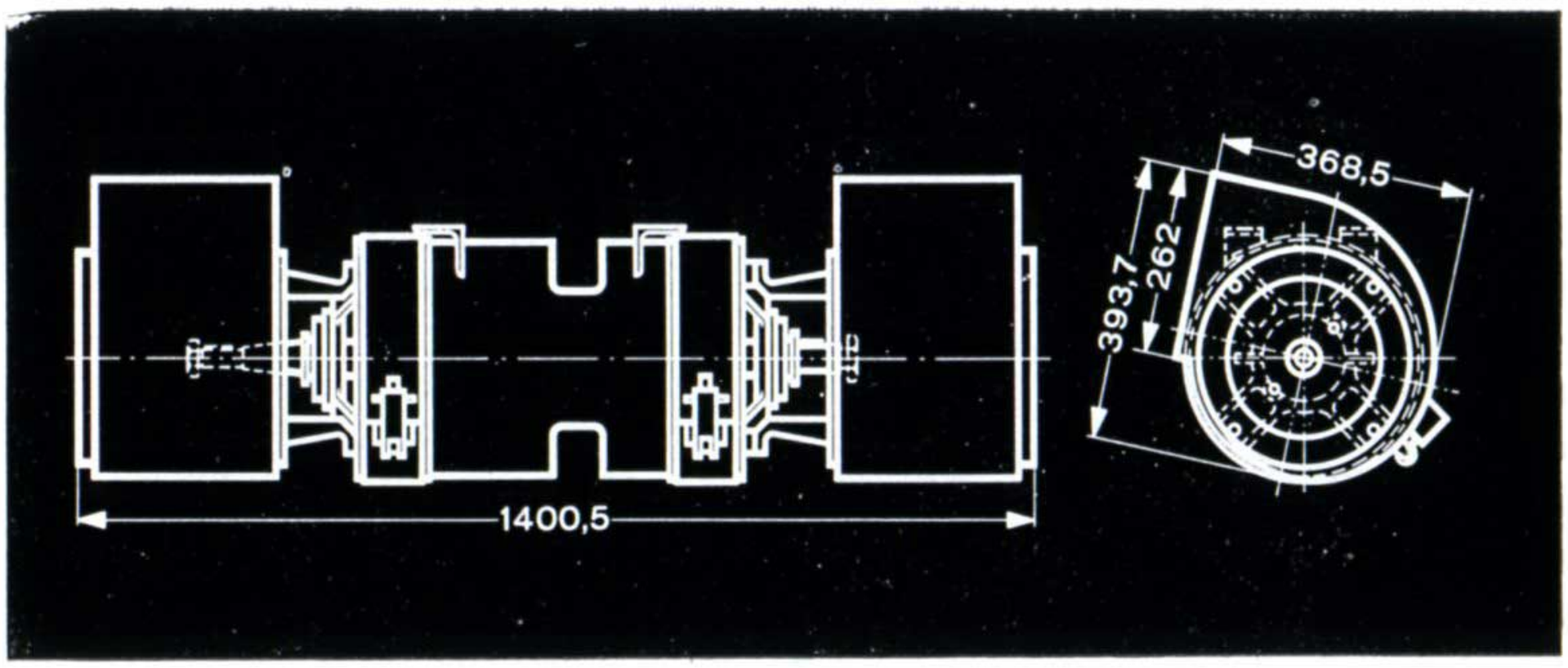


Moteur ACEC 971 A côté fixation

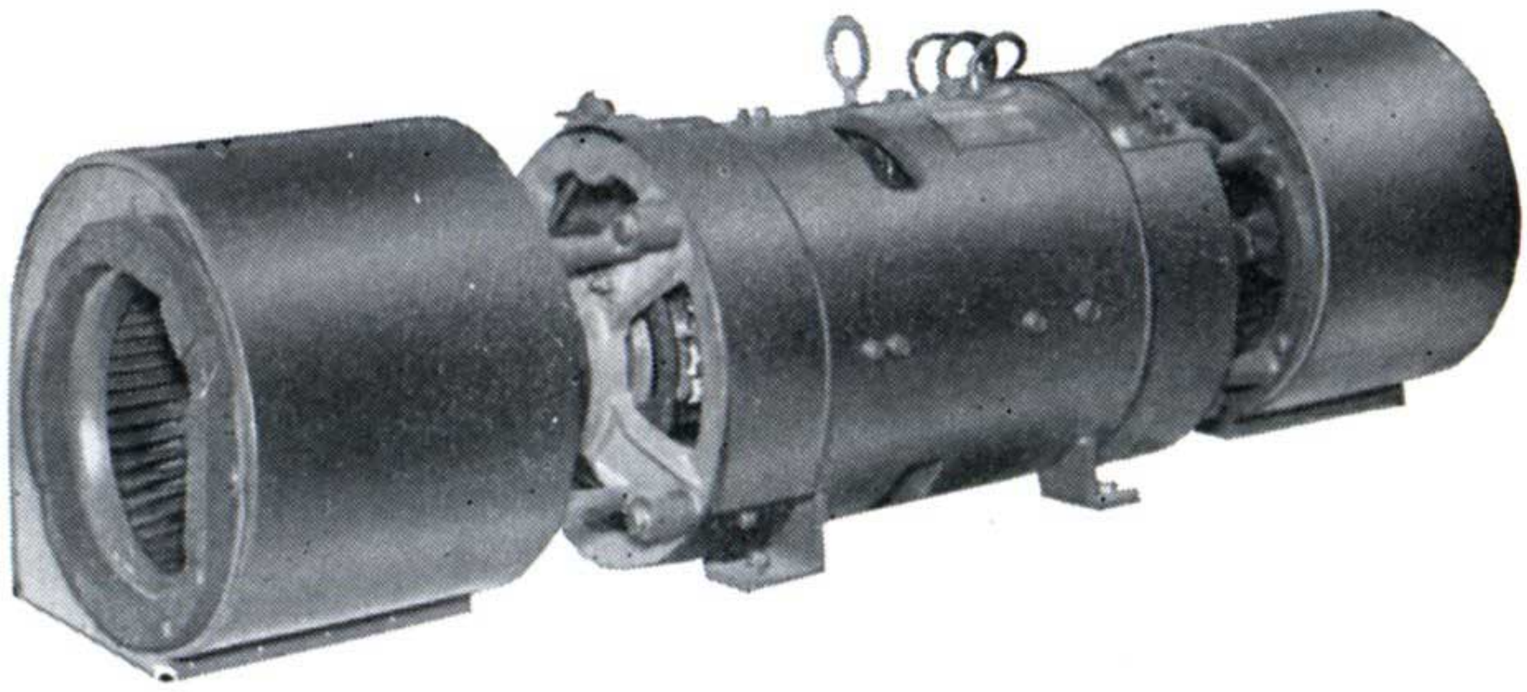


Moteur ACEC 971 A côté carter

Induit du moteur ACEC 971 A (Clichés ACEC)



Groupe YX 25 AD, moteur-générateur-ventilateur équipant les locomotives de 60 et 40 t. (Cliché ACEC)



La locomotive à deux essieux moteurs peut développer un effort maximum de 11.000 kg, 5.500 kg en marche unihoraire, 4.400 kg en marche continue.

Le moteur 971 A est du type à quatre pôles principaux avec pôles auxiliaires ; tous les bobinages sont isolés suivant la classe B des prescriptions du Comité Electrotechnique Belge et du Comité Electrotechnique International. Les échauffements, déterminés par mesure des résistances, peuvent atteindre 120° C dans l'induit et 130° C dans les pôles ; au collecteur, l'échauffement peut atteindre 90°C mesurés au thermomètre.

Comme nous l'avons vu, ce moteur est de type « à suspension par le nez » et à excitation série. Il repose d'un côté sur l'essieu par l'intermédiaire de deux paliers munis de coussinets ; de l'autre, par un nez de suspension venu de coulée avec la carcasse, il est fixé sur une traverse du bogie ou du châssis, avec interposition de ressorts.

Le moteur attaque l'essieu par l'intermédiaire d'un réducteur simple à engrenages dont le rapport est choisi judicieusement en fonction de l'effort de traction à développer.

Le moteur pèse 1.600 kg seul et 2.000 kg environ avec ses accessoires tels que pignon et engrenage, coussinets d'essieux, bagues, carter, dispositif de suspension.

Le groupe moteur-générateur-ventilateur.

La ventilation est réalisée par un groupe moteur-générateur-ventilateur, type YX 25 AD, capable d'un débit total de 100 m³/min pour une pression de 60 mm d'eau à la vitesse de 1.900 t/min, sous 600 volts ; ce groupe assure ainsi une ventilation de 25 m³ par moteur.

La génératrice dont la puissance est de 1.500 watts, sous 40 volts, alimente avec une batterie en tampon et un régulateur de tension, tous les circuits d'asservissement et d'éclairage. Un tel groupe pèse 235 kg.

La batterie d'accumulateurs du groupe YX 25 AD comporte 25 éléments au cadmium-nickel d'une capacité de 52 Ah sous une tension totale moyenne de 32 volts. Cette batterie pèse 130 kg.

Les performances des locomotives de 60 tonnes et 40 tonnes, équipées du moteur 971 A, sont les suivantes :

1) *Locomotive de 60 t.*

Effort par moteur Kg	Effort par machine Kg	Courant par moteur A	Courant en couplage série parallèle A	Courant en couplage parallèle A	Vitesse en série parallèle KmH	Vitesse en parallèle KmH
500	2.000	100	200	400	17,5	35
750	3.000	120	240	480	15,8	31,6
2.200	8.800	240	480	960	10,8	21,6
2.750	11.000	280	560	1.120	10	20
5.500	22.000	480	960	1.920	8,3	16,6

2) *Locomotive de 40 t.*

Effort par moteur Kg	Effort par machine Kg	Courant par moteur A	Courant en couplage série A	Courant en couplage parallèle A	Vitesse en série KmH	Vitesse en parallèle KmH
500	1.000	100	100	200	17,5	35
750	1.500	120	120	240	15,8	31,6
2.200	4.400	240	240	480	10,8	21,6
2.750	5.500	280	280	560	10	20
5.500	11.000	480	480	960	8,3	16,6

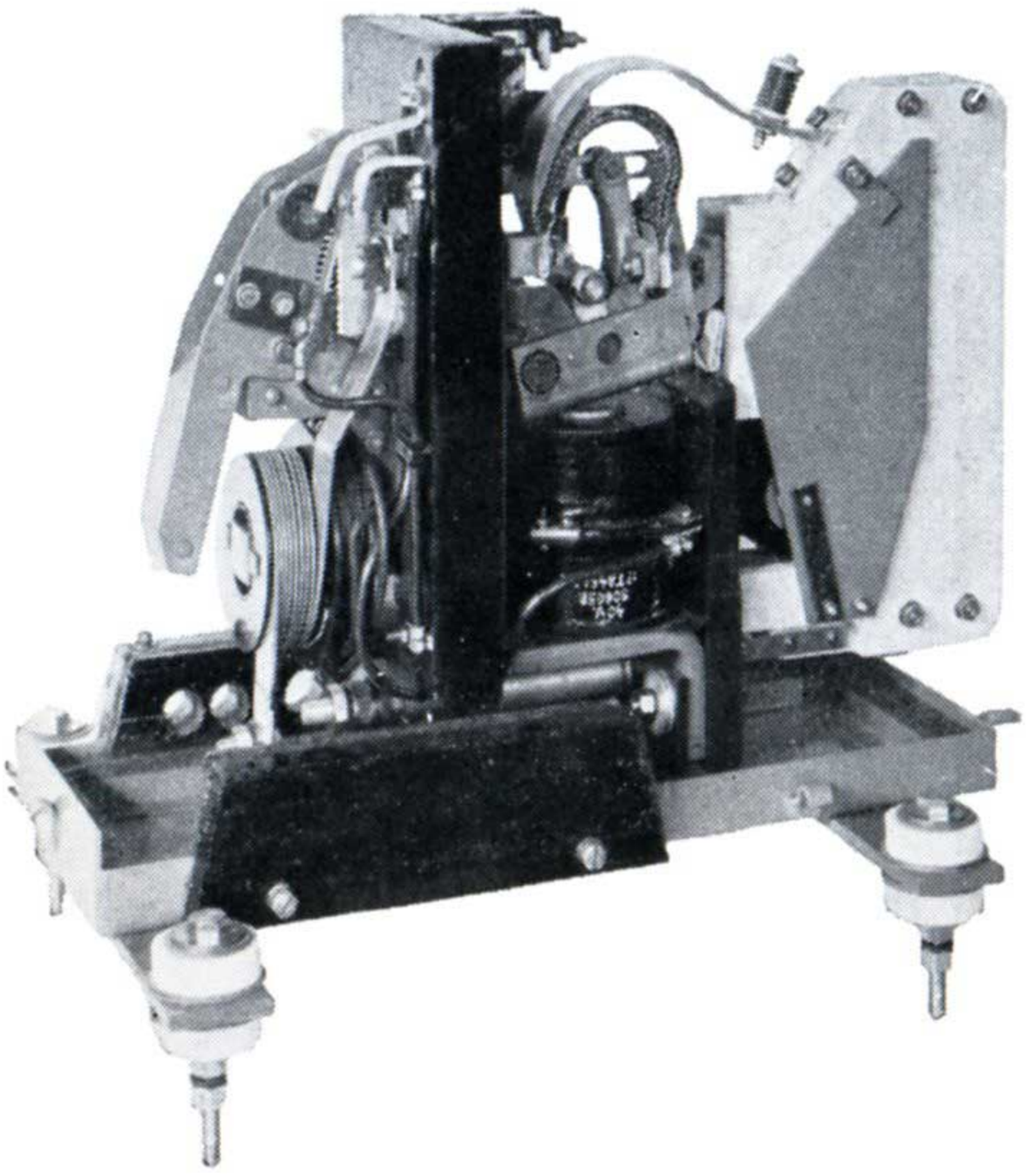
L'appareillage de commande.

La commande des locomotives est réalisée au moyen d'un controller à cames. Cet appareillage remarquablement simple ne demande pratiquement aucun réglage et très peu d'entretien.

Dans sa construction n'interviennent que des éléments d'une grande robustesse, tels les contacteurs à commande par cames, les rupteurs de ligne et les résistances de démarrage, tous appareillages ayant dûment fait leurs preuves sur les tramways et les locomotives de grande traction.

La fonction essentielle des locomotives de manœuvre consistant à démarrer continuellement des trains ,l'appareillage des engins décrits a été conçu pour répondre intégralement aux exigences d'un tel service ; les manœuvres de démarrage sont faciles ; elles utilisent au mieux l'adhérence et elles peuvent se répéter sans aucune restriction.

Le démarrage s'effectue au moyen de 11 crans dans le couplage série et de 10 crans dans le couplage parallèle, soit au total 21 crans. Un réseau de caractéristiques aussi finement divisé permet d'obtenir, pour un effort moyen de démarrage de 3.300 kg par moteur, des variations d'effort inférieures à 10 % de la moyenne. En réduisant les pointes de courant au moment du passage des crans, on peut développer au crochet, un effort très voisin du maximum permis par l'adhérence.



Rupteur de ligne, capot enlevé, du type équipant les locomotives de 60 et 40 tonnes.

(Cliché ACEC)

Le schéma a été étudié pour réaliser au premier cran, un effort réduit aux jantes, afin de faciliter les manœuvres d'accrochage et de décrochage de la locomotive. Cet effort réduit au premier cran, permet aussi de tendre en douceur les attelages et d'appliquer ensuite progressivement, jusqu'à sa valeur maximum, l'effort de démarrage.

Les schémas de puissance.

L'équipement électrique d'une locomotive de 40 tonnes et d'un bogie de locomotive de 60 tonnes sont semblables ; ils comportent, l'un et l'autre, deux moteurs du type série et deux blocs de résistances.

Dans le couplage série, ces éléments sont connectés en série. Le courant passant de la ligne au rail, parcourt successivement le premier moteur, le premier bloc de résistances, le second moteur et le second bloc de résistances. Le démarrage se poursuit en éliminant les gradins de résistances alternativement dans un bloc et dans l'autre.

Dans le couplage parallèle, les deux moteurs d'une part et les deux blocs de résistances d'autre part sont connectés en parallèle. Ces deux groupes de moteurs et de résistances sont branchés en série entre la ligne et le rail. Les gradins de résistances sont ensuite éliminés à nouveau, alternativement dans un bloc et dans l'autre.

A cause du groupement parallèle des moteurs, les variations d'efforts au moment du passage des crans se manifestent simultanément et également sur tous les essieux moteurs de la locomotive, aussi bien dans le démarrage série que dans le démarrage parallèle, ce qui permet de réduire au minimum la tendance au patinage des essieux.

Vers la fin du démarrage parallèle, la connexion établissant l'équilibre du courant dans les deux moteurs. est coupée. A partir de ce moment, chaque ligne de moteur avec son appareillage, fonctionne d'une manière indépendante.

La décomposition de la résistance de démarrage en deux blocs, présente l'avantage, non seulement d'utiliser intégralement la résistance aussi bien dans le couplage série que dans le couplage parallèle. mais encore, malgré le changement de couplage, de charger de la même valeur de courant tous les contacteurs tant de résistances que de couplage.

Les résistances de démarrage.

Le démarrage de trains lourds peut durer très longtemps. Pendant ce temps, une importante fraction de l'énergie électrique captée sur la ligne caténaire, est

Cabine de conduite d'une locomotive de 40 t. (Cliché ACEC)

transformée en chaleur dans la résistance de démarrage. l.'accumulation de cette énergie aurait nécessité l'installation de résistances encombrantes.

Pour ne pas atteindre des encombrements prohibitifs, on se serait vu obligé de limiter à deux ou à trois le nombre de démarrages consécutifs de trains lourds.

Cet inconvénient a été heureusement corrigé par l'emploi de résistances de démarrage ventilées qui offrent l'avantage appréciable de pouvoir rester indéfiniment en service sur n'importe quel cran. Le conducteur est ainsi libéré du souci de limiter le nombre de démarrages difficiles et consécutifs.

Les moteurs entraînant les ventilateurs des résistances de démarrage sont branchés en shunt sur le dernier gradin de ces résistances. Ils sont parcourus par une fraction du courant des moteurs de traction.

Il en résulte un triple avantage :

a) l'énergie nécessaire à l'entraînement de ces moteurs est gratuite ; elle serait sinon dépensé sous forme de chaleur, dans le dernier gradin de résistance ;

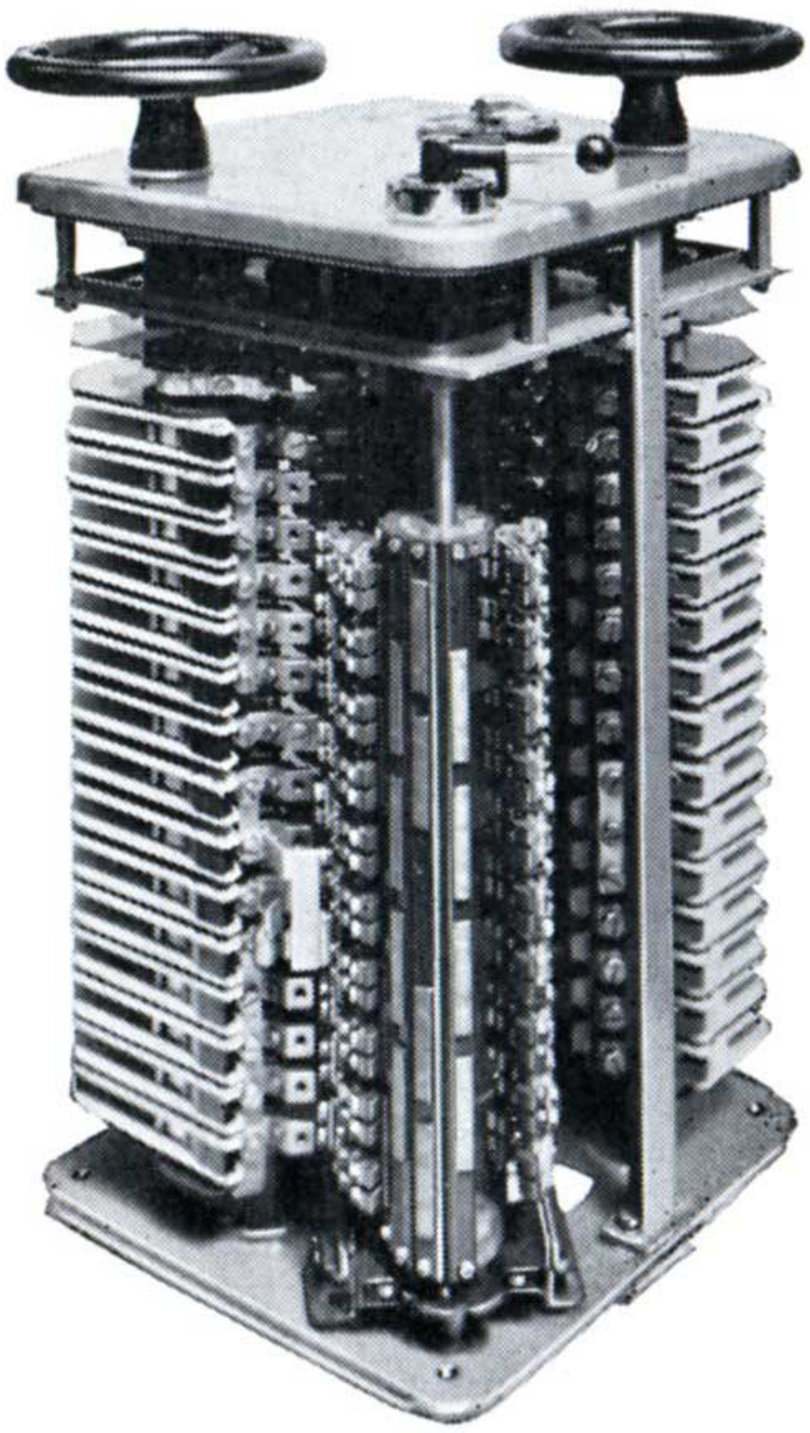
b) la ventilation se proportionne directement à l'énergie à évacuer ;

c) la ventilation s'amorce dès le premier cran et s'arrête lors de l'élimination de la dernière résistance en fin de démarrage, réalisant ainsi un dispositif sûr et entièrement automatique.

Les résistances se composent de grilles découpées et déployées en acier inoxydable au nickel-chrome disposées dans des caisses métalliques. Les grilles sont connectées entre elles au moyen de soudures par points ; deux caisses de résistances sont installées dans un coffre. Un ventilateur placé au-dessus du coffre, refoule l'air de ventilation au travers des résistances. l.'air s'échappe par une ouverture sous le châssis de la locomotive. Toutes les prises de courant fixées à la partie supérieure des grilles, sont ramenées à l'avant des caisses. Pour la visite. les caisses de résistances se retirent des coffres à la façon d'un tiroir.

La normalisation des équipements.

Le schéma de traction a été combiné de manière à ne faire supporter par les contacteurs et les rupteurs principaux que le courant d'une ligne de moteur. Pour les deux locomotives, tous ces éléments



Intérieur du controller d'une locomotive de 60 t. (Cliché ACEC)

d'appareillage sont identiques. Les caisses de résistances comportent un nombre égal de grilles de même matière et découpées identiquement.

Comme énoncé plus haut, l'équipement de la locomotive à quatre moteurs est en réalité le même que celui de la locomotive à deux moteurs mais dédoublé. Les contacteurs, les rupteurs de ligne, les groupes moteur-générateur-ventilateur des deux locomotives sont rigoureusement interchangeables. Cette standardisation du matériel a été poussée très loin, de manière à pouvoir réduire au maximum le stock de pièces de rechange et en vue de faciliter les travaux d'entretien et de réparation.

La conduite des locomotives.

Les locomotives de manœuvre étant normalement soumises à de nombreux changements de marche, le choix s'est porté sur la formule à une seule cabine, celle-ci offrant toujours, dans ce cas, de grandes facilités de conduite ; dans cette cabine unique, deux postes de conduite sont disposés dans deux coins opposés. Le controller se trouve au centre de la cabine et est muni de deux volants accouplés permettant la manœuvre de n'importe quel côté. Le mécanicien peut se tenir debout ou assis à l'un des postes de conduite. Sa vigilance est contrôlée par une pédale « d'homme-mort » qu'il doit maintenir constamment enfoncée.

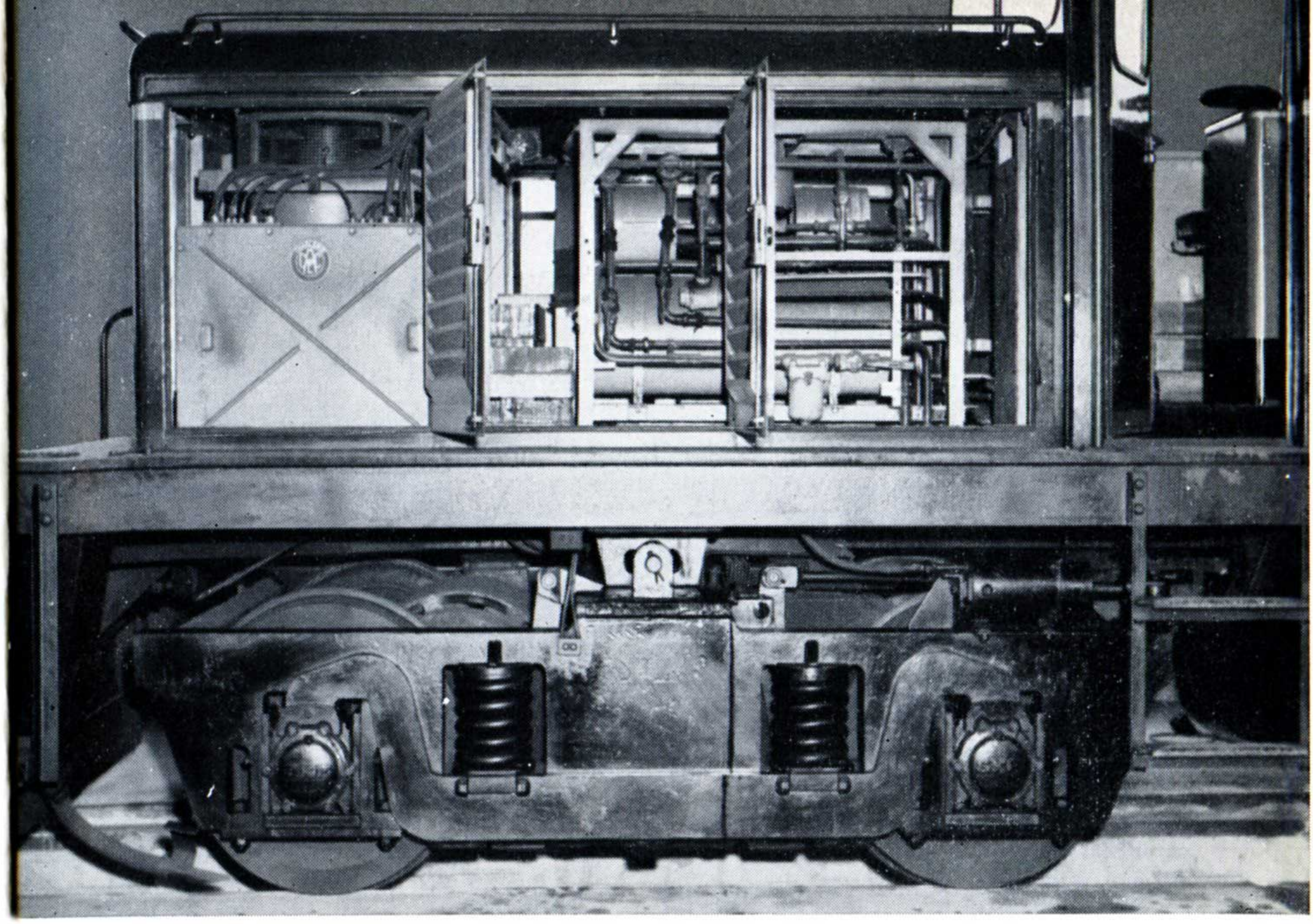
Lorsque le conducteur lâche la pédale, les rupteurs de ligne, en déclenchant, coupent immédiatement la traction. Une petite manivelle amovible du controller, permet de choisir le sens de marche et, éventuellement, d'éliminer un moteur avarié. Cette manette retirée bloque au zéro la commande du controller. La manœuvre d'un des deux volants réalise le démarrage cran par cran de la locomotive.

Les auxiliaires.

Des armoires disposées dans le poste de conduite, groupent l'appareillage qui n'est manœuvré qu'occasionnellement et dont la vérification doit se faire périodiquement, tels le sectionneur des pantographes, le tableau des fusibles, les interrupteurs d'asservissement et le régulateur de tension de la génératrice auxiliaire. Comme nous l'avons déjà signalé, de part et d'autre de la cabine de la locomotive à quatre moteurs, sont disposés deux compartiments fermés par un capot. L'engin à deux moteurs n'est pourvu que d'un seul compartiment de ce genre. Ces compartiments renferment les blocs de résistance de démarrage ventilés, l'installation de ventilation pour les moteurs de traction, une installation de production d'air comprimé. Les ventilateurs des moteurs de traction sont entraînés par un moteur qui démarre dès la levée du pantographe. Cette ventilation aussi efficace à l'arrêt qu'en marche, a pour effet d'augmenter sensiblement la puissance massique des moteurs de traction. Le moteur de ventilateur entraîne également la génératrice auxiliaire pour la recharge de la batterie.

Les pantographes sont installés sur la toiture. Chaque raquette de pantographe est munie de trois frotteurs de carbone. Afin d'assurer une bonne longévité aux frotteurs, le courant capté par une raquette, est limitée à 800 A. C'est pourquoi le pantographe de la locomotive à quatre moteurs est équipé de deux raquettes.

Les installations d'éclairage et les circuits d'asservissement de la locomotive sont alimentés par une batterie d'accumulateurs d'une capacité de 52 Ah sous



Bogie et résistances de démarrage d'une locomotive à quatre moteurs — 60 t. (Cliché ACEC)

32 V en régime de décharge de cinq heures. La locomotive peut donc être éclairée lorsqu'elle n'est plus en contact avec la ligne caténaire.

L'air comprimé est produit par un compresseur d'un débit de 1.075 l/min, entraîné par un moteur MC du type GV 393, à excitation compound, d'une puissance prévue de 13,2 ch, 22 A, 1.500 t/min sous 500 volts.

Le moteur MC est alimenté sous 600 volts, avec une résistance fixe de 4,6 ohms en série avec l'induit.

La protection des circuits.

La protection contre les surcharges et les court-circuits est réalisée par des rupteurs de ligne. Chaque ligne de moteurs est alimentée par un rupteur de ligne et surveillée par un relais à maxima. En cas de déclenchement d'un de ces interrupteurs, sous l'effet d'une surcharge ou par l'action du dispositif d'homme-mort, leur réenclenchement ne peut se faire que dans la position zéro du volant du controller.

★

La sous-station de traction

La sous-station de traction destinée à l'alimentation des cinq locomotives décrites au chapitre précédent, comporte trois groupes transformateurs-redresseurs à commande complètement automatique.

L'alimentation de la caténaire se faisant en courant continu 600 V, exige le redressement de la tension alternative du réseau de distribution.

Cette sous-station comporte trois groupes transformateurs-redresseurs alimentés en courant alternatif triphasé 6.600 V, 50 Hz, capables de fournir chacun au réseau continu une puissance de 900 kW, soit au total 2.700 kW. Tous trois sont à commande entièrement automatique et ne nécessitent normalement aucune intervention manuelle, ni surveillance permanente.

Leur puissance ainsi que leur forte capacité de surcharge ont été adoptées en tenant compte du fait que des trains lourdement chargés ont à gravir une très longue rampe, de la gare à la cour de la mine.

DESCRIPTION DE LA SOUS-STATION

La sous-station abrite en ordre principal :

— un ensemble de cellules metal-clad pour l'appareillage haute tension ;
— les transformateurs des redresseurs ;
— les redresseurs à vapeur de mercure ;
— l'appareillage à courant continu ;
— les transformateurs auxiliaires ;
— le tableau de manœuvre et de commande.

L'appareillage haute tension

L'appareillage à haute tension fonctionnant sous 6.600 volts est installé dans un ensemble de six cellules metal-clad se répartissant comme suit :

Logettes 1 et 2 des arrivées.

Ces logettes comprennent chacune un jeu de barres isolées d'une capacité de 600 A et un sectionneur tripolaire à commande mécanique, type SB 10-111-40. Deux lampes de signalisation et un transformateur monophasé de tension, à isolement sec, sont installés dans la logette 2, de même qu'un voltmètre indicateur.

Les deux arrivées peuvent être branchées en parallèle, quoique normalement l'une d'elles serve de réserve.

Logette 3 des services auxiliaires.

Celle-ci contient le jeu de barres à 600 A et les six coupe-circuits extractibles à haut pouvoir de coupure, 10 kV - 6 A, protégeant les deux transformateurs de 50 kVA qui alimentent les services auxiliaires de la sous-station.

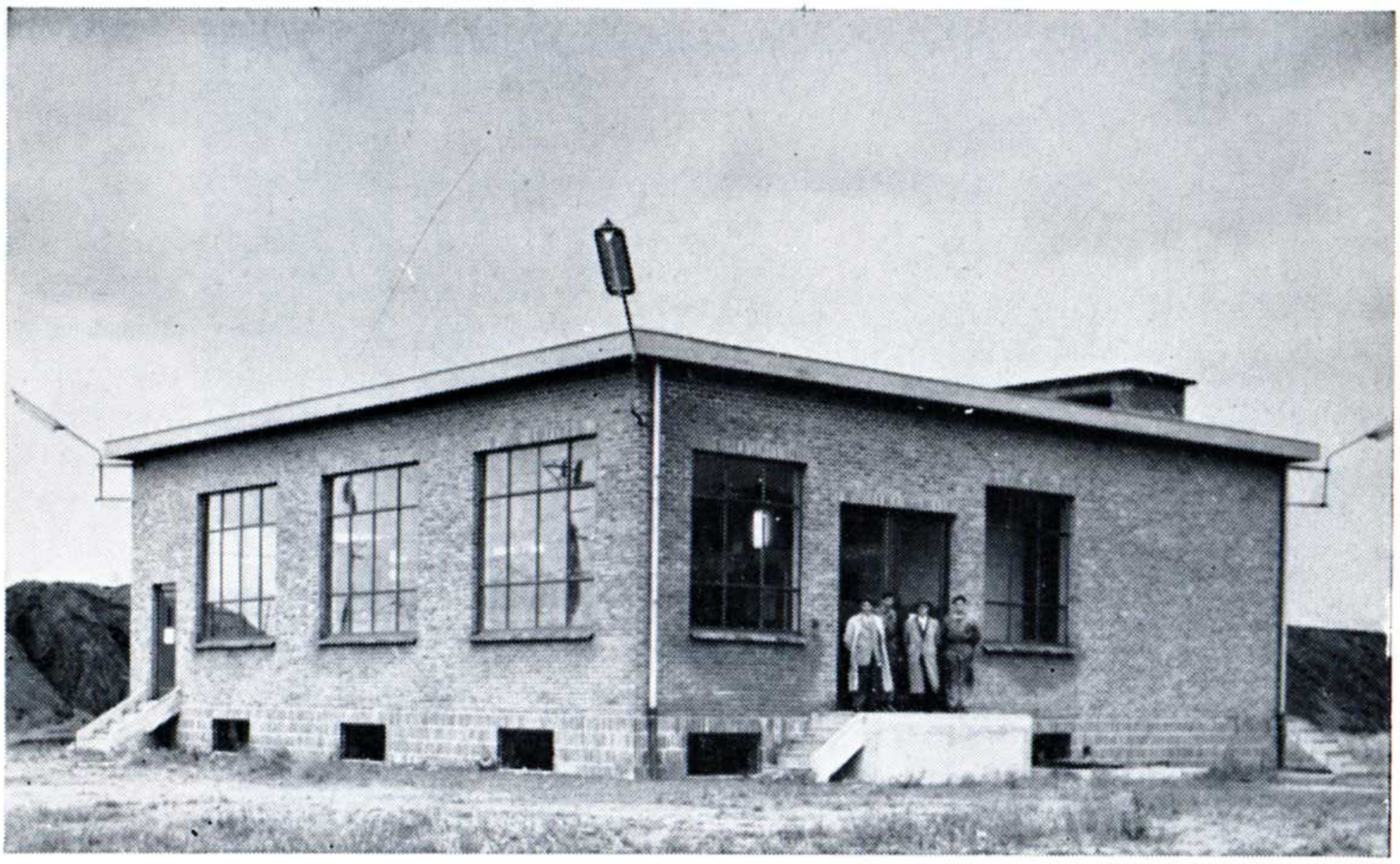
Logettes 4, 5 et 6 - départs vers les groupes transformateurs I, II et III.

Chacune de ces logettes comprend, outre le jeu de barres à 600 A, un disjoncteur tripolaire extractible De-ion, type DM 6 - 1.200 II, ayant un pouvoir de coupure de 250 MVA et à commande électromagnétique par solénoïde ; ce dernier est alimenté en courant continu à 250 V par redresseur sec. Les relais de protection sont sous la dépendance de trois transformateurs d'intensité, du type sec.

Les transformateurs pour redresseurs.

Trois transformateurs tri-hexaphasés, à bain d'huile, spécialement conçus dans ce but, alimentent les redresseurs à vapeur de mercure ; ils répondent aux caractéristiques suivantes :

— puissance unitaire : 900 kW ;
— tension primaire à 50 Hz, 6.600 V ;
— tension secondaire : prévue pour donner 600 V redressés à pleine charge ;
— couplage primaire : triangle ;
— couplage secondaire : double étoile triphasée pour fonctionnement avec une self d'absorption monophasée connectée entre les deux points neutres des étoiles ;



Vue extérieure de la sous-station de traction (Cliché ACEC)

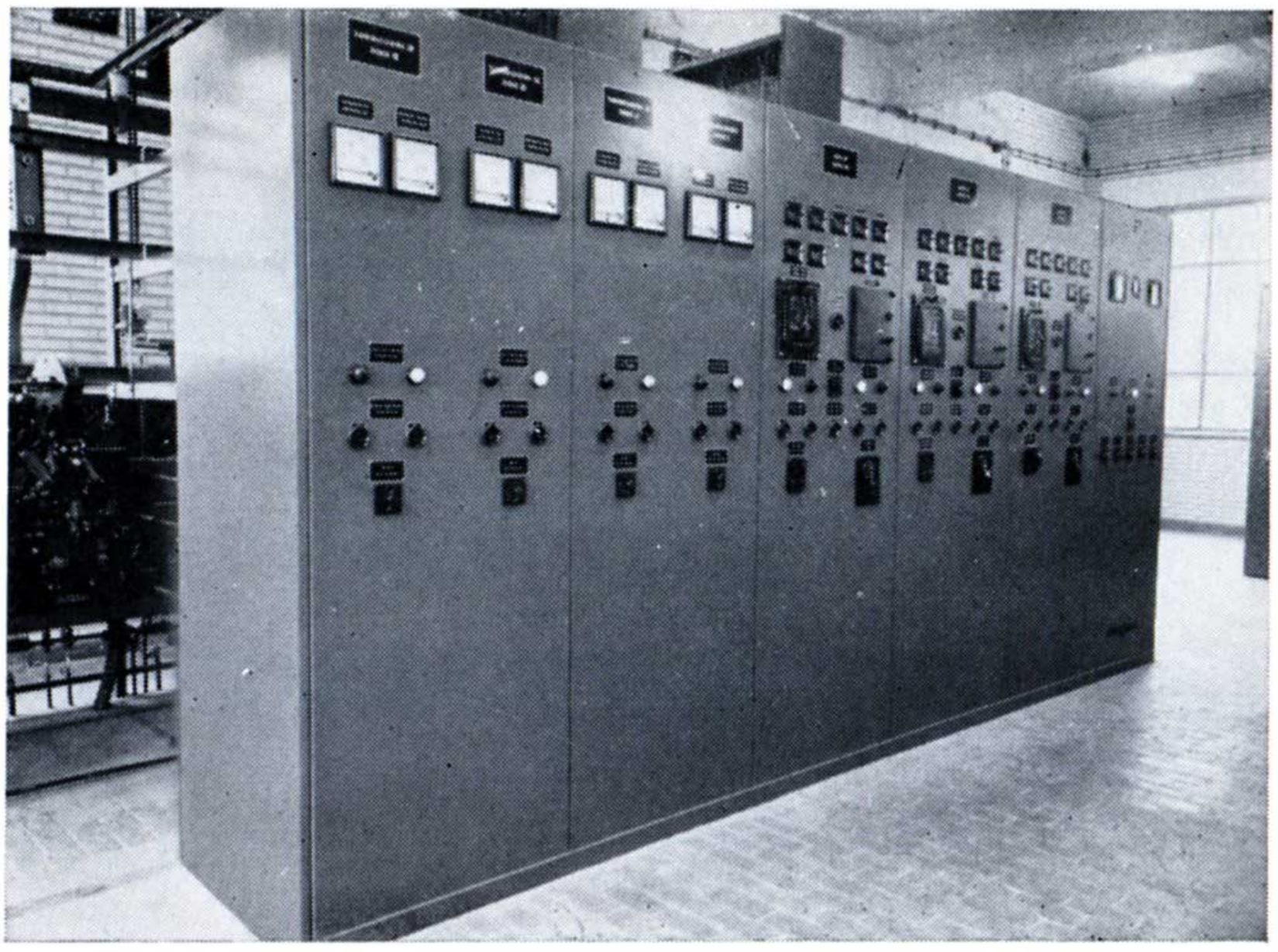
les secondaires sont munis également de prises spéciales à basse tension pour la formation sur place des redresseurs comme cela se produit après révision ou arrêt de très longue durée.

Les redresseurs à vapeur de mercure.

Comme exposé ci-dessus, les trois transformateurs alimentent chacun un redresseur type ACEC - B2 TM7 à six anodes principales, et comprenant chacun deux cuves trianodiques pompées, à refroidissement par air soufflé. Chaque redresseur est capable de débiter sous une tension continue de 600 V, une charge « traction » correspondant à une intensité nominale de 1.500 A. avec des surcharges admissibles de :

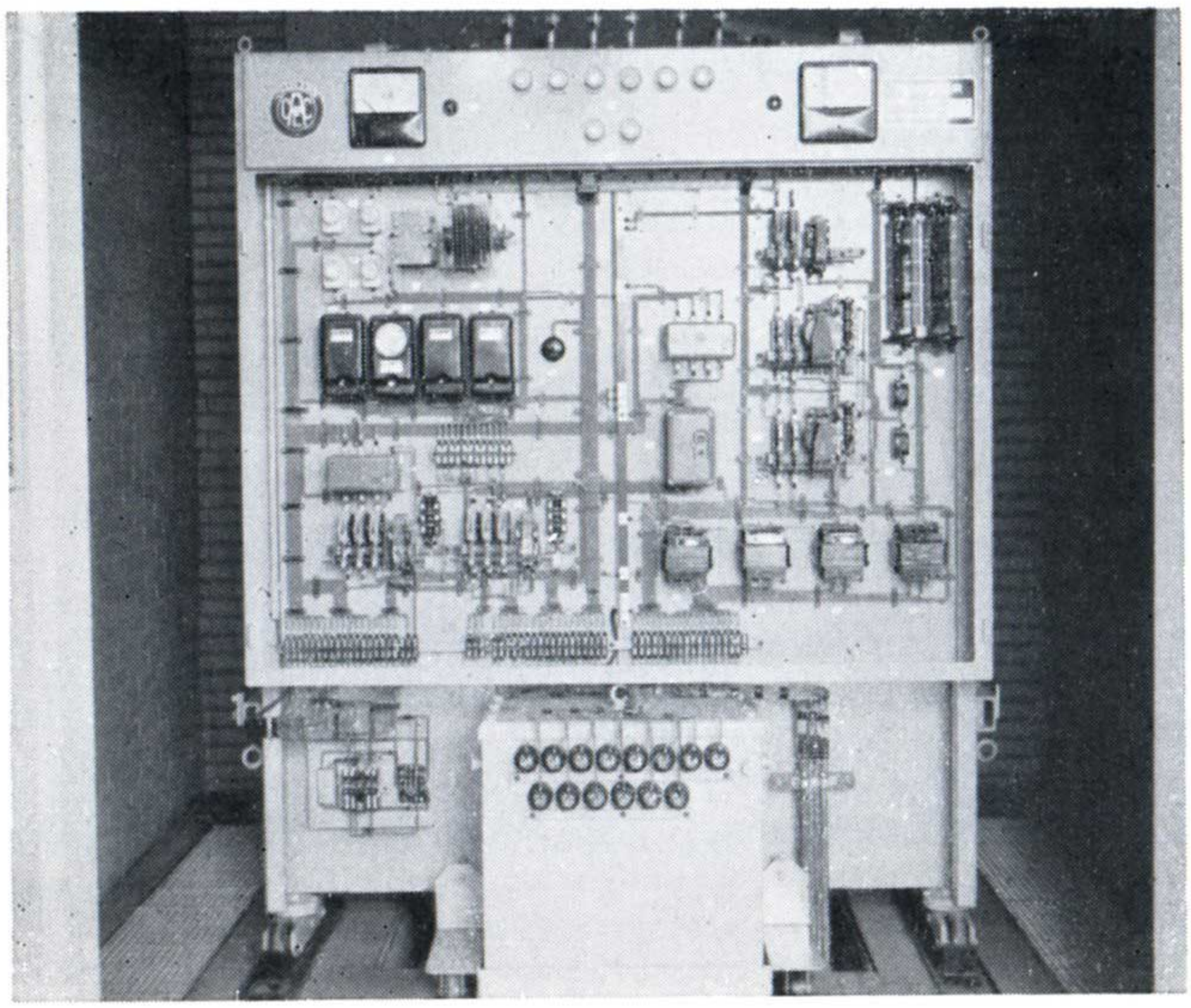
— 1.875 A pendant 15 minutes ;
— 2.250 A pendant 2 minutes ;
— 3.000 A pendant 10 secondes.

Les redresseurs type B2 TM7 de cette sous-station sont d'un type nouveau, comprenant deux cuves métalliques trianodique refroidies par air soufflé, montées sur un même bâti et possédant un groupe de pompage commun.



Commande et contrôle de toute la sous-station sont installés sur ce tableau.

(Cliché ACEC)



Groupe redresseur à cuves trianodiques à refroidissement par air soufflé.

(Cliché ACEC)

Le bloc trianodique présente les avantages suivants :

— très faible chute dans l'arc, d'où rendement élevé ;

— installation extrêmement maniable, étant donné la légèreté des cuves ; pour le démontage, un engin de levage de faible capacité suffit ;

— fonctionnement offrant le maximum de sécurité par suite de la limitation à trois anodes par cuve ;

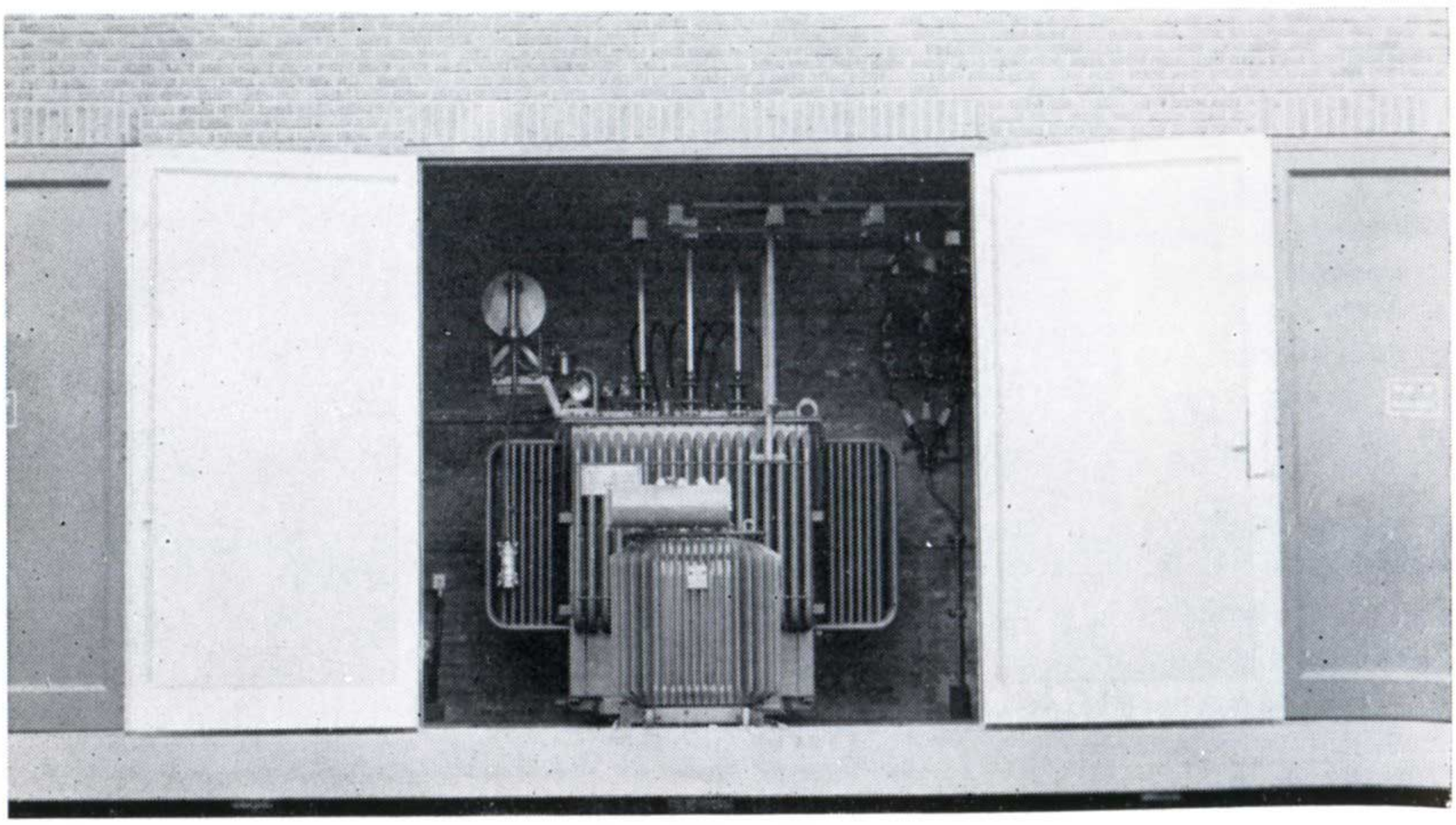
— le refroidissement par air des cuves et des pompes, confère au bloc trianodique une grande simplicité de conduite et une grande robustesse.

L'appareillage à courant continu

Il a été prévu une double protection :

— Les retours de courant sont coupés par trois disjoncteurs à fonctionnement ultra-rapide et rupture dans l'air, ayant une intensité nominale de 2.000 A, sous une tension continue de 750 V.

Un des trois transformateurs tri-hexaphasés de 900 kW dans la logette (Cliché ACEC)



— Les bobines d'attraction et à minima fonctionnent sous 600 V, celle à envoi de courant sous 220 V, 50 Hz. On a prévu également quatre disjoncteurs monopolaires semi-rapides, type traction, à rupture dans l'air, répondant aux caractéristiques nominales de 2.000 A et 750 V. Leur déclenchement instantané est commandé par relais magnétique réglable entre 2.000 et 4.000 A.

Les transformateurs des services auxiliaires

Les services auxiliaires de la sous-station sont alimentés par deux transformateurs triphasés de 50 kVA, 6.600/220 V, fonctionnant soit séparément, — et dans ce cas le second sert de réserve —, soit, si nécessaire, en parallèle.

Tableau de manœuvre et de commande.

L'ensemble des appareils de mesure, de commande manuelle ou automatique et de contrôle de toute la sous-station, se trouve réuni sur un tableau comportant six panneaux.

Fonctionnement de la sous-station

Généralités.

Cette sous-station, par un jeu de commutateurs adéquats, est agencée pour pouvoir fonctionner indifféremment soit en commande manuelle, soit en commande automatique.

La commande manuelle.

En commande manuelle, l'enclenchement de tous les disjoncteurs, soit haute tension, soit de cathode, soit de feeders, s'opère à partir du tableau de manœuvre au moyen de boutons-poussoirs. Cette commande nécessite toutefois la présence constante d'un opérateur dans la sous-station.

La commande automatique.

En commande automatique, toutes les opérations s'effectuent automatiquement, depuis l'alimentation jusqu'aux feeders de départ, sans aucune surveillance.

L'enclenchement du premier groupe.

Dans l'installation décrite, l'un quelconque des trois groupes transformateurs-redresseurs, est choisi comme groupe de base, par la mise en place d'une fiche prévue à cette fin. Dès lors, la mise en service s'effectue automatiquement, par l'intermédiaire d'un relais réenclencheur qui provoque l'enclenchement du disjoncteur haute tension et partant, l'allumage et l'entretien du redresseur. Dès l'apparition de la tension nominale aux bornes du redresseur, un relais de tension autorise l'enclenchement du disjoncteur ultra-rapide de cathode, qui alimente le jeu de barres omnibus à 600 volts, courant continu.

L'enclenchement des disjoncteurs de feeder s'opère automatiquement, après une courte temporisation (quelques secondes) et pour autant que la ligne soit saine.

En effet, étant donné que des court-circuits se produisent inévitablement dans un réseau de traction, il a été prévu un dispositif d'essai de ligne, automatique également, permettant d'essayer la ligne sur laquelle est raccordé le disjoncteur de feeder. Si la résistance de la ligne est nulle (par suite d'un court-circuit) ou inférieure à une valeur fixée par l'exploitant, la tension aux bornes d'un relais de « test » spécialement prévu à cette fin, n'est pas suffisante pour attirer son armature et, dès lors, l'enclenchement du disjoncteur se trouve empêché ; c'est la raison pour laquelle l'enclenchement de ce disjoncteur est quelque peu retardé, afin de permettre l'essai préalable de la ligne.

Nous avons vu qu'un groupe redresseur est choisi comme élément de base ; des relais judicieusement agencés, permettent à celui-ci de rester constamment en service, même si la charge est nulle.

L'enclenchement des groupes d'appoint.

Dès que les nécessités de l'exploitation l'exigent, c'est-à-dire, dès que la charge augmente de façon telle qu'elle ne peut plus être assurée par le groupe de base, le second groupe et, éventuellement, le troisième se mettent automatiquement en service. Par contre, dès que la charge diminue à tel point qu'elle peut être assurée par un seul groupe, les groupes d'appoint sont mis hors service automatiquement.

L'adjonction et la disjonction d'un groupe d'appoint s'effectuent, su fait de l'indépendance de chaque groupe transformateur-redresseur, non pas en prenant comme référence la charge totale de la sous-station, mais au contraire en se basant sur la propre charge des groupes. Le dispositif consiste en deux relais respectivement à maxima et à minima d'intensité, alimentés en série par le secondaire d'un transformateur de courant connecté dans le primaire du transformateur alimentant le redresseur.

Comme énoncé plus haut, dès que la charge atteint pendant un certain temps une valeur telle qu'elle ne peut être supportée par le seul groupe de base, le relais à maxima ferme son contact et commande l'enclenchement d'un groupe d'appoint. D'autre part, dès que cette charge redescend à une valeur compatible avec les capacités du groupe de base, le relais à minima commande le déclenchement du groupe d'appoint.

La charge d'un réseau de traction étant essentiellement variable, on a temporisé l'action de ces relais pour leur éviter des enclenchements et déclenchements intempestifs et notamment au moment des pointes de courte durée. On utilise ainsi au maximum l'avantage qu'offrent les groupes redresseurs, de supporter des pointes de courant bien supérieures à leur courant nominal.

Les déclenchements accidentels.

En cas de fonctionnement défectueux du groupe de base, celui-ci déclenche et est verrouillé. Il faut dès lors une intervention manuelle pour le débloquer, après avoir, comme il se doit, fait disparaître la cause du déclenchement; un jeu de relais à voyant indique sans ambiguité la cause de cet incident.

Il y a lieu de remarquer qu'en cas de surcharge anormale, incompatible avec le réglage des relais à maxima haute tension, le groupe déclenche, mais ne se bloque pas.

Dans ce cas, le relais de réenclenchement provoquera automatiquement la fermeture du disjoncteur haute tension et la remise en service du groupe déclenché.

Ce relais peut normalement effectuer plusieurs tentatives de réenclenchement (généralement trois). Si ces trois tentatives sont infructueuses, le groupe est bloqué et verrouillé. Il faut donc intervenir manuellement pour débloquer le groupe.

Le groupe de base étant ainsi bloqué, l'équipement automatique transmet au groupe suivant l'ordre d'enclenchement ; c'est le groupe d'appoint qui se substitue alors au groupe de base et restera en service jusq'au moment du déblocage du premier.

Par contre, si le premier groupe d'appoint a été mis hors service pour une raison quelconque (avarie, entretien, etc.), ce sera le troisième groupe qui prendra la charge.

Des lampes de signalisation permettent à tout moment de se rendre compte de la position de tous les disjoncteurs. Un interrupteur permet d'éteindre ces lampes quand il n'y a personne dans la sous-station.

D'autre part, tout blocage d'un groupe ou déclenchement prolongé d'un disjoncteur de feeder, est annoncé à la centrale, (lampe et signal acoustique) qui peut donc intervenir aussitôt. Le signal acoustique peut être coupé par un inverseur tout en laissant subsister le signal visuel.

★

Les lignes et caténaires

Les travaux d'électrification de voies des Charbonnages de Houthalen, portent sur un total de 17,200 km, se décomposant comme suit :

a) dans l'enceinte des Charbonnages : 9,85 km

b) dans l'enceinte de la gare de Houthalen : 6,50 km

c) raccordement entre les Charbonnages et la gare de Houthalen : 0,85 km

Les types de lignes

Trois types de lignes ont été adoptés :

La ligne caténaire simple qui comporte essentiellement :

— un câble porteur en bronze, de 94 mm² de section, 70 % de conductibilité, 37 brins,

— un fil de contact rainuré en cuivre pur, type S.N.C.B., de 100 mm² de section,

— des pendules en câble de cuivre souple, de 5 mm de diamètre.

Ce type de ligne a été installé sur la quasi-totalité des voies à électrifier, étant donné les avantages qu'il présente et, en particulier, pour sa souplesse, pour la bonne captation de courant qu'il assure et la tension mécanique constante du fil de contact à toutes températures, obtenue par les appareils tendeurs à contrepoids placés aux extrémités.

La ligne caténaire double qui comporte :

— un câble porteur en bronze, de 94 mm² de section, 70 % de conductibilité, 37 brins,

— deux fils d contact rainurés en cuivre, type S.N.C.B., chacun de 100 mm² de section ;

— des pendules en câble de cuivre de 5 mm de diamètre.

Ce type de caténaire a été adopté pour la voie de raccordement entre les Charbonnages et la gare S.N.C.B., ayant une longueur d'environ 850 m et accusant une pente moyenne de 10 ‰. L'installation de deux fils de contact est rendue nécessaire du fait des fortes intensités à capter par la locomotive sur ce tronçon et de la chute de tension maximum admise.

La ligne simple, type tramway, comportant :

— un fil de contact rainuré en cuivre, type S.N.C.B., de 100 mm² de section. Ce type de ligne a été adopté pour quelques voies dont la longueur n'excède pas 160 mètres et où la nécessité d'une tension mécanique constante dans le fil de contact ne s'impose pas.

Les fondations des supports de caténaires

Les fondations sont du type prismatique ; leurs profondeurs varient entre 1,70 m et 3,00 m et leurs volumes entre 1,2 m³ et 9 m³, suivant le profil du support qu'elles sont destinées à recevoir.

Elles sont exécutées en béton non armé. Lors de la coulée du béton, il est ménagé dans chaque massif, une alvéole de 1 m à 1,20 m de profondeur où est introduit le poteau-support. Ce dernier est scellé aussitôt après sa pose.

Les supports

Les supports sont des poutrelles Grey de profils normaux 16 à 45 DIN, dont la hauteur utile varie entre 7 m et 13 m.

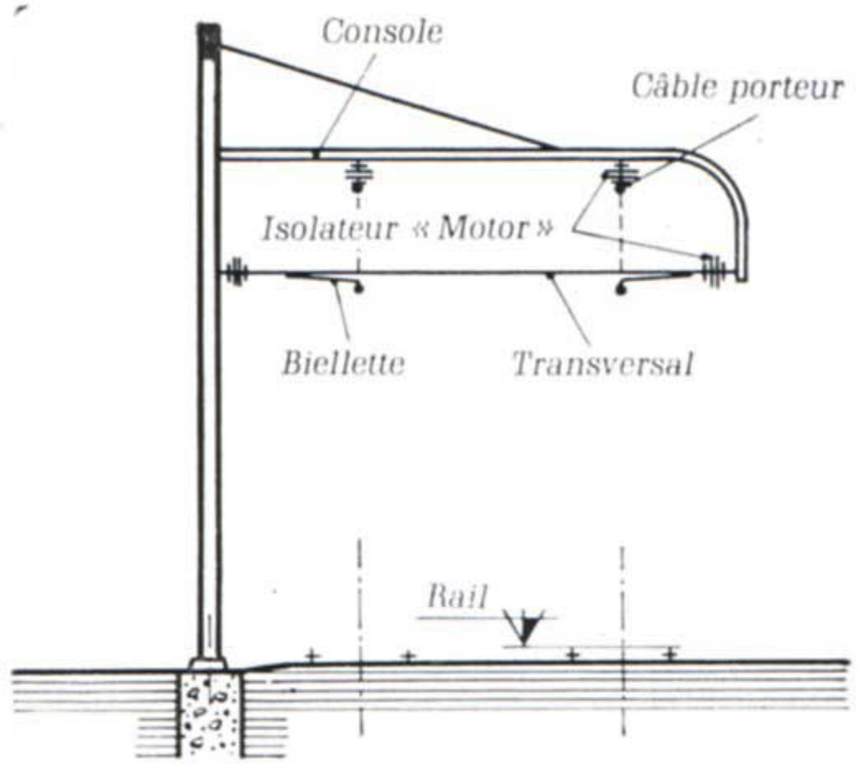
Pour les poteaux d'extrémités, sur lesquels sont amarrées des lignes, des haubans en acier rond reprennent les efforts de traction du câble porteur et du fil de contact. Ces haubans sont ancrés, eux aussi, dans des massifs de fondation.

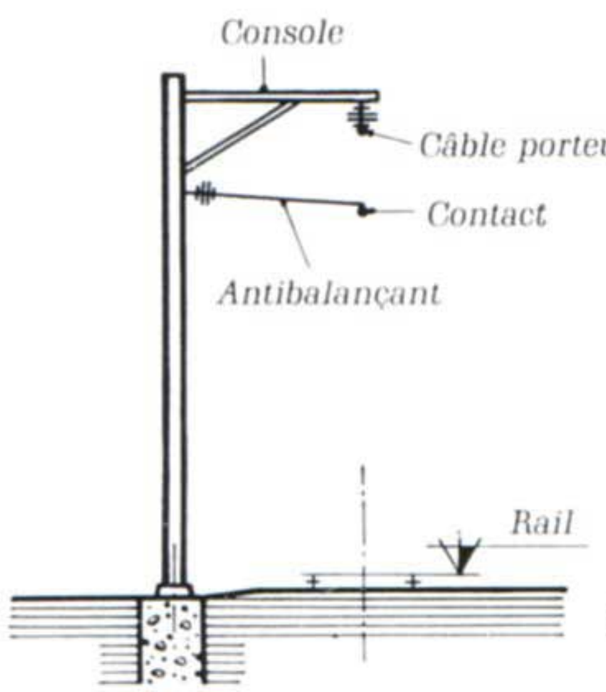
L'ancrage des lignes

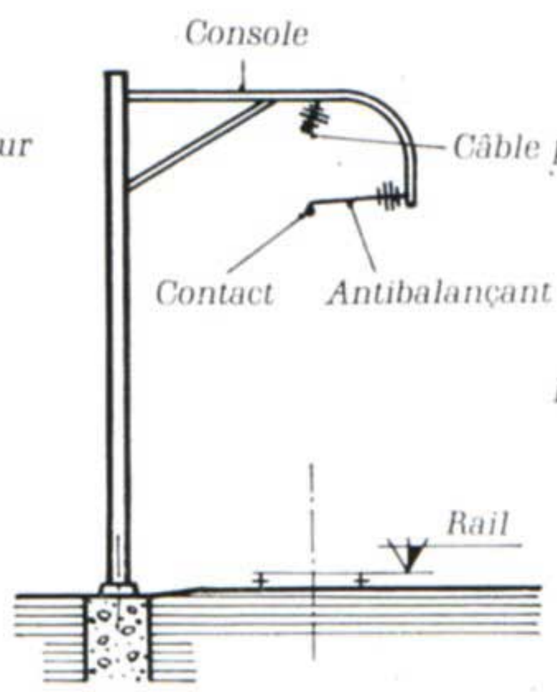
L'ancrage des lignes est réalisé de la manière suivante :

1) au moyen de portiques souples soit du type normal, soit du type renforcé, pour les voies groupées en faisceau, constitués de trois câbles, suivant le nombre de lignes et les efforts en jeu ;

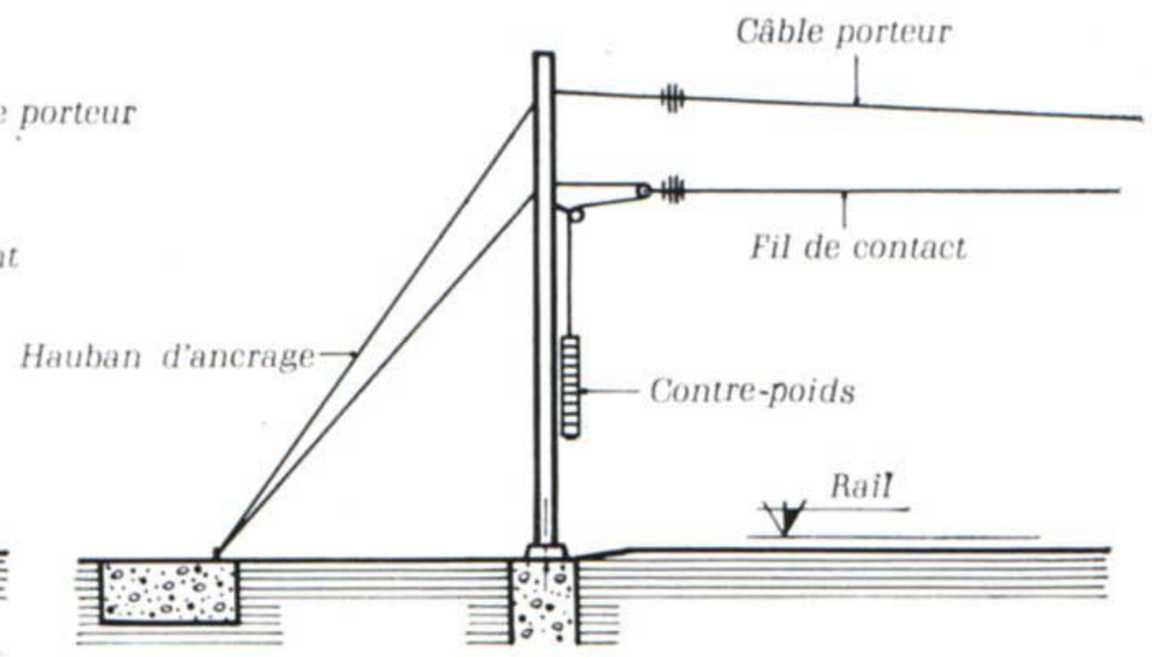
Supports indépendants







Appareil tendeur

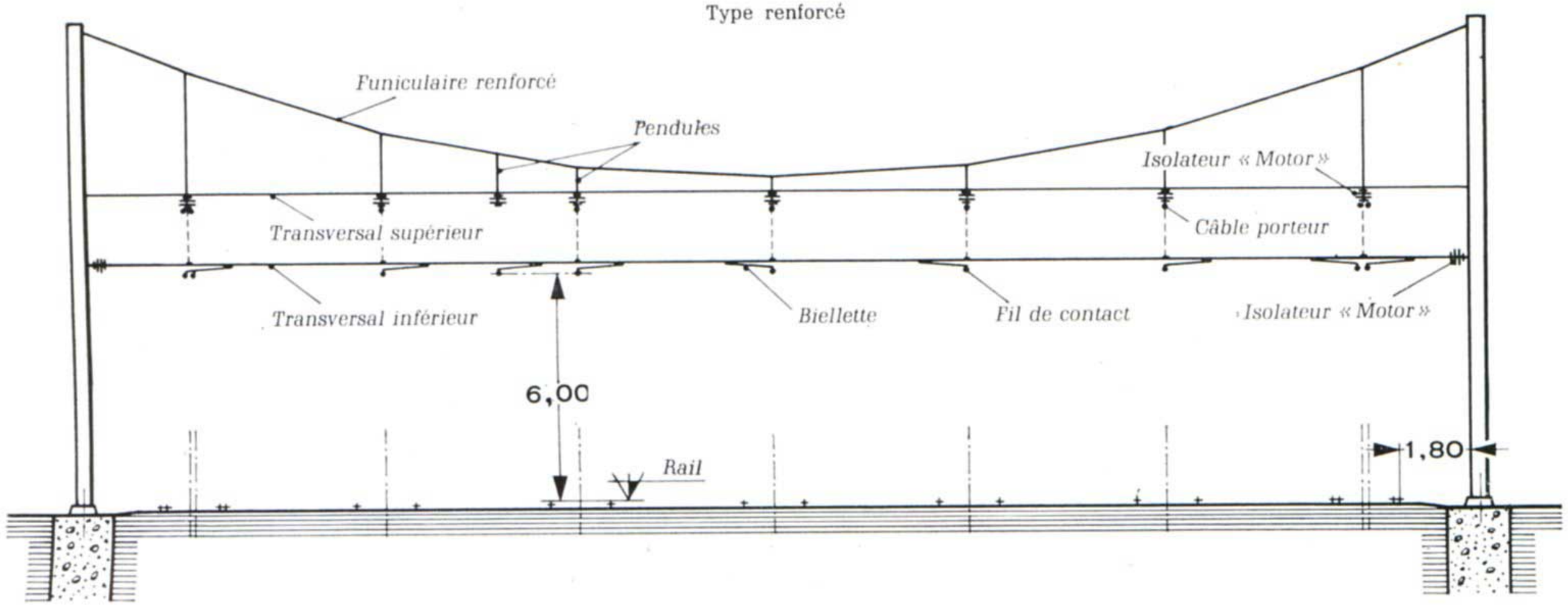


Supports et portiques

(Clichés ACEC)

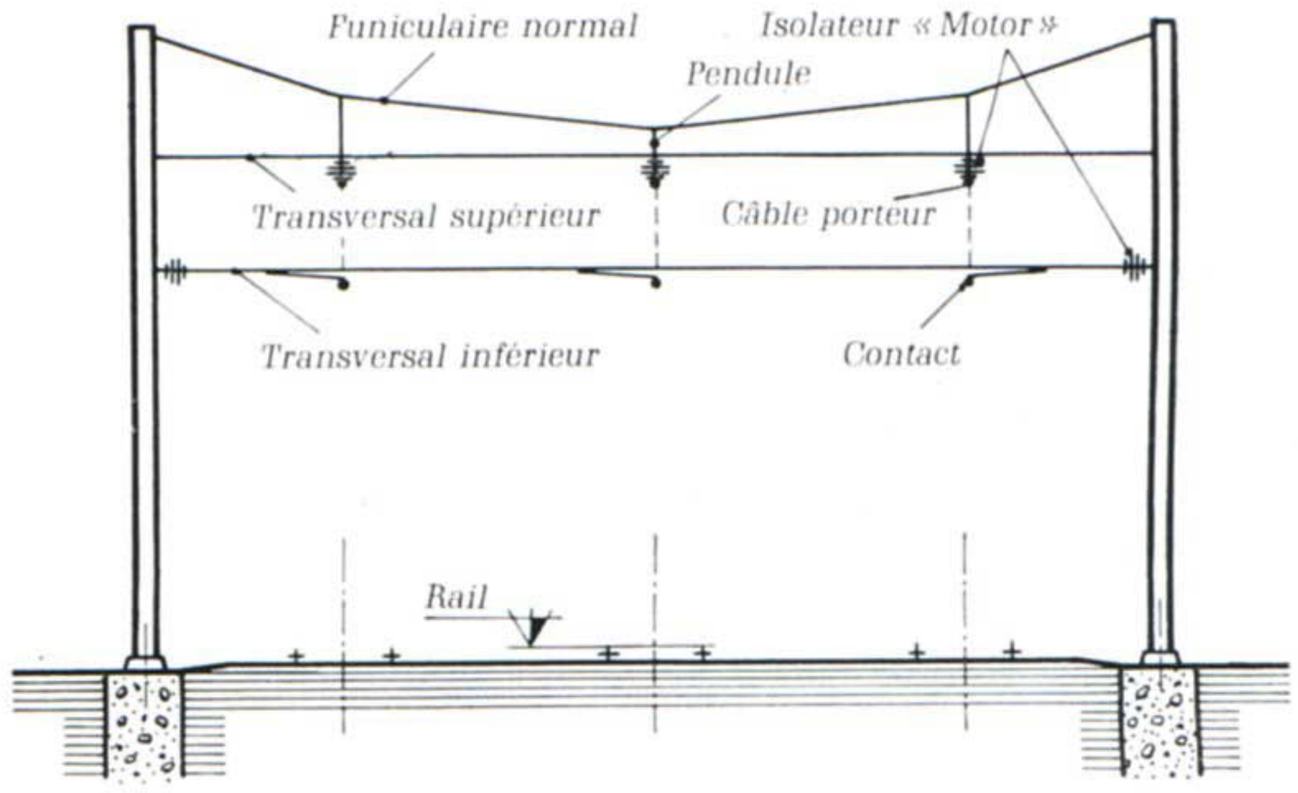
Portique souple

Type renforcé



Portique souple

Type normal



Locomotive de 40 t. en tête d'un train de charbon dans les installations des Charbonnages de Houthalen. (Cliché ACEC)

2) au moyen de consoles à une ou à deux voies pour les lignes simples.

Chaque ligne est isolée par un isolateur type Motor auquel est suspendu le câble porteur, au niveau du câble transversal supérieur pour les portiques à trois câbles, et de la console pour les supports à une ou deux voies.

Quant au fil de contact, il est maintenu dans l'axe de la voie par une « biellette de retenue » fixée au câble transversal inférieur pour les portiques souples à trois câbles, au câble transversal pour les consoles à deux voies, et par un « tube antibalançant » isolé, fixé au poteau ou à la console pour les supports à une voie.

Les biellettes de retenue et les tubes antibalançants sont articulés de manière à permettre leur mouvement longitudinal (Cheminement du fil de contact sous l'effet des variations de température) et vertical (soulèvement de la ligne au passage du pantographe).

Le sectionnement électrique du réseau

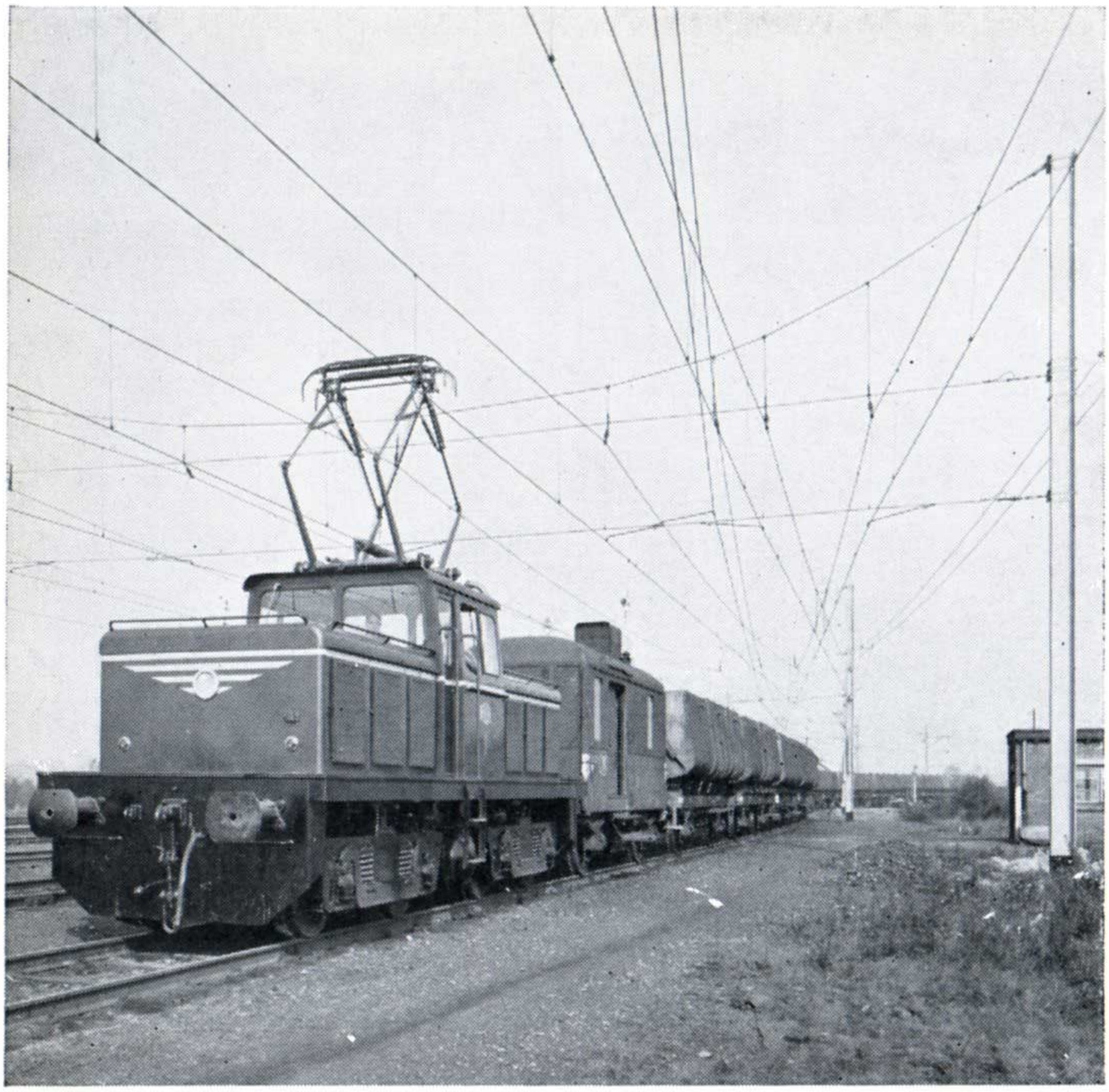
Dans le but d'éviter la mise hors service de l'ensemble de l'installation lors des travaux d'entretien ou à la suite d'un accident local, le réseau électrifié est découpé en quatre secteurs électriquement indépendants, chacun de ceux-ci étant alimenté séparément.

Aux limites des secteurs, un isolateur de section est inséré dans chaque fil de contact, dont deux patins parcourus par le pantographe sont raccordés à un des deux secteurs électriques indépendants. Au passage d'un secteur à l'autre, le wattman n'est donc pas obligé de ramener le contacteur à zéro.

L'alimentation des lignes

Comme exposé au chapitre précédent, les quatre sections du réseau sont alimentées séparément à la tension de 600 V courant continu. Quatre feeders en câble armé souterrain relient à la sous-station les quatre câbles en cuivre nu des feeders aériens prenant leur départ aux environs immédiats de celle-ci.

Ces feeders aériens sont supportés par des consoles fixées aux poteaux de la ligne et longent cette dernière jusqu'à leur arrivée aux secteurs intéressés, où



Locomotive de 60 t. en ligne en tête d'un train.

(Cliché ACEC)

ils sont raccordés aux câbles porteurs et fils de contact.

Les manœuvres de mise sous tension de chacun des secteurs sont commandées par des interrupteurs monopolaires montés sur les poteaux supports et actionnés à la main par poignée et tringlage.

En cas de défaut d'alimentation d'un des secteurs, celui-ci peut être alimenté par le secteur voisin en fermant les interrupteurs monopolaires normalement ouverts.

On a pu vérifier au cours des essais que la chute de tension en ligne restait inférieure au maximum imposé, soit 20 % de la tension nominale.

Les essais des installations

A la mise en service des installations électrifiées des Charbonnages de Houthalen, les essais suivants ont été effectués :

— traction d'un train de 1.800 t par locomotive de 60 t, depuis les Charbonnages jusqu'à la gare de Houthalen ; en maintenant le controller sur les crans série-parallèle, le courant n'a pas dépassé 600 A ;

— traction d'un train de 515 t sur un parcours en courbe et rampe de 13 ‰. En couplage série-parallèle des moteurs, le courant ne dépassa pas 600 A ; en couplage parallèle il atteignit 1.100 A ;

— démarrage simultané des convois suivants :

1. train de 1.050 t en palier et courbe, par locomotive de 60 t ;

2. train de 460 t en courbe et rampe de 13 ‰ par locomotive de 60 t ;

3. train de 400 t en palier, par locomotive de 40 t ;

4. train de 275 t en palier, par locomotive de 40 t ;

5. train de 275 t en palier, par locomotive de 40 t.

Le courant total mesuré à la sous-station atteignit 2.800 A.

★

Résultats d'exploitation

Comment émettre une appréciation sur une installation de traction électrique industrielle si ce n'est en se référant à ses résultats d'exploitation ? Comme on le sait, ceux-ci résultent principalement des frais d'exploitation qui comprennent entre autres : l'intérêt du capital engagé, l'amortissement des installations, les salaires, les frais d'entretien et les dépenses d'énergie.

A ce sujet, il convient de signaler que depuis sa mise en service, fin 1957, et sa réception en mars 1959, l'installation a fonctionné à l'entière satisfaction des Charbonnages de Houthalen ; de plus, comme la Direction de la même Société a bien voulu nous en faire part, tous les buts fixés lors des études préliminaires ont été atteints et notamment en ce qui concerne les frais d'entretien qui ne dépassent pas ceux que l'on peut normalement escompter pour une installation neuve et les frais d'énergie qui ont subi une importante diminution.

NOTE DE LA REDACTION :

Aux remerciements que nous adressons aux distingués auteurs, aux A. C. E. C. et à leur service des publications pour avoir bien voulu autoriser cette reproduction et pour nous avoir prêté les illustrations nécessaires, il convient d'y joindre nos chaleureuses félicitations pour le succès de cette belle entreprise qui couronne, une nouvelle fois, les efforts de nos constructeurs.

La S.N.C.B., tous les Constructeurs et la plupart de leurs Sous-traitants ont chargé les

Etabl. "Belchrome"

du polissage, de la décoration et de la protection de nombreuses pièces garnissant les voitures métalliques M2 construites pour la S. N. C. B., notamment :

- *LE POLISSAGE des aciers inoxydables (cuvettes de lavabo, gaines de chauffage, plinthes, couvre-joints et bordures).*
- *LE CHROMAGE des clenches, paumelles et charnières .*
- *LE CADMIAGE de vis, brides et pièces d'assemblage en acier.*

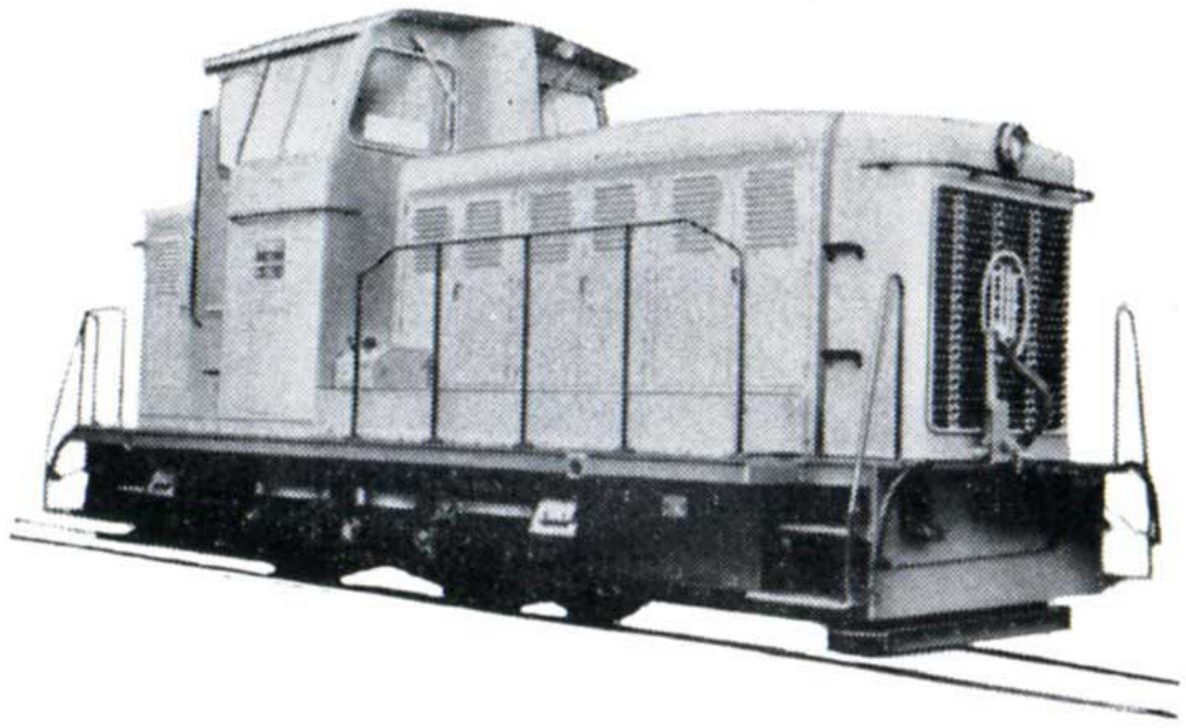
Tous les travaux ont été exécutés dans les délais impartis et à l'entière satisfaction des constructeurs.

Etabl. BELCHROME S.P.R.L.

5, rue Léopold Courouble BRUXELLES 3 — Tél. 15.94.07 et 15.50.09

Les spécialistes du polissage des aciers inoxydables et des travaux en grandes séries (chromage, nickelage, argentage, cuivrage, cadmiage et bronzage).

A-B-R



LOCOMOTIVES

GRUES

WAGONS

VOITURES

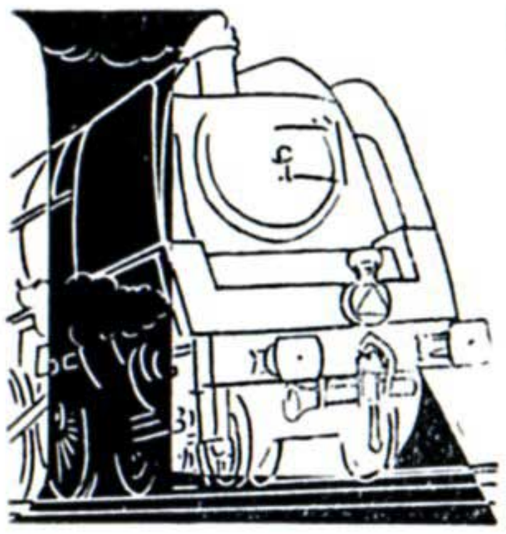
ATELIERS BELGES REUNIS S.A.

USINES DU CENTRE : FAMILLEUREUX (Belg.)

Du neuf en Scandinavie...

NOUVELLE RAME AUTOMOTRICE LÉGÈRE DES CHEMINS DE FER SUÉDOIS

par P. VAN GEEL



LES chemins de fer suédois - SJ - viennent de mettre en service une nouvelle automotrice légère, type Yoa 2 ; ce véhicule résulte d'une coopération étroite entre les services techniques du réseau et les constructeurs ASEA à Västeras et Hilding Carlssons Mek. Verstad à Umea.

Ces automotrices sont remarquables pour leur poids relativement faible, tout en offrant un confort poussé. Elles visent à la fois l'augmentation des performances sur les lignes secondaires et l'économie d'exploitation. Elles comportent deux éléments moteurs — A et B — que l'on complète à la demande en intercalant un ou deux éléments remorqués. La composition varie donc entre 2 et 4 caisses.

Les caisses sont en acier soudé, les revêtements intérieurs en panneaux de plastic laminé. Toutes les fenêtres des compartiments à voyageurs sont à doubles vitres ; les postes de conduite ont en outre le chauffage électrique des vitres frontales.

Les sièges et les fauteuils sont munis d'accoudoirs, de repose-pieds effaçables ; on peut y fixer des plateaux permettant de consommer un repas sur place. Le chauffage électrique est mixte, partie à air chaud pulsé, partie par radiateurs ; le réglage automatique est assuré par des thermostats d'ambiance. L'éclairage est assuré par tubes fluorescents logés dans des armatures spéciales au plafond ; on dispose aussi d'une installation complète de diffusion par hauts-parleurs. Les toilettes ont été munies de prises pour rasoirs électriques.

La cuisine et l'office bien équipés, servant à alimenter le service des repas dans toute la rame, sont logés dans l'élément A, ainsi que le compartiment à bagages. Les éléments moteurs A et B sont uniquement prévus en seconde classe ; les éléments remorqués M sont soit uniquement seconde, soit seconde et première. Les accouplements automatiques sont du système Scharfenberg, et assurent à la fois les liaisons mécaniques, électriques et pneumatiques.

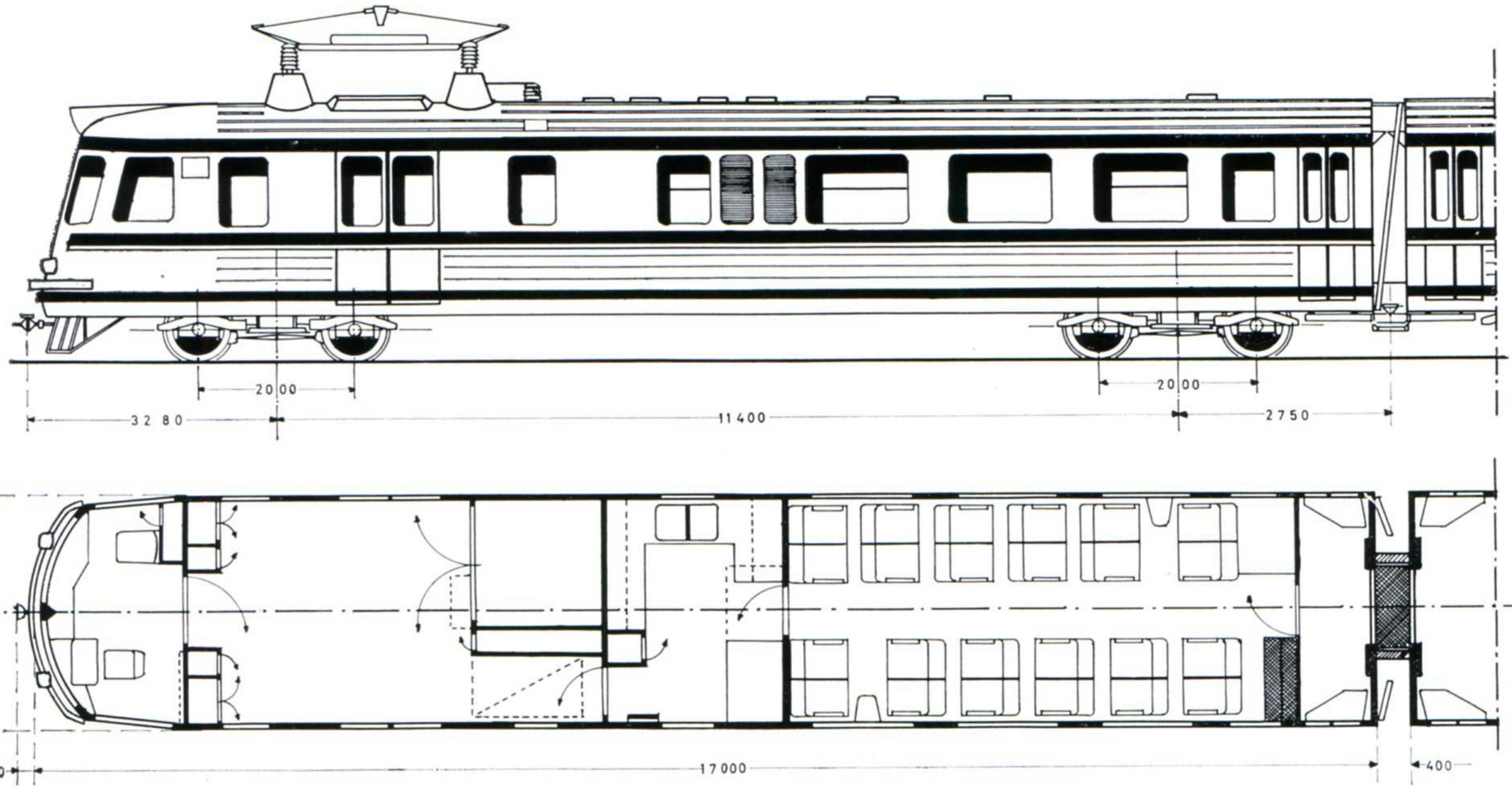
L'élément moteur A est muni du pantographe, du transformateur principal et d'un moteur de traction ; l'élément B est doté du second moteur, des auxiliaires et d'un transformateur utilisé pour le chauffage de la rame à l'arrêt.

La puissance unihoraire des deux moteurs est de 2 × 230 ch, soit 460 ch pour la rame quelle que soit la composition, mais des pointes de puissance dépassant cette valeur sont possibles à des intervalles fréquents. Chaque moteur entraîne par des arbres à cardans les essieux intérieurs, un sur chaque bogie. Les roues sont élastiques, assurant une marche douce et plus silencieuse ; 16 éléments en caoutchouc assurent la liaison entre le bandage et le voile de la roue.

Les postes de conduite ont été dessinés pour permettre la conduite assise ; la marche de deux automotrices en unités multiples est prévue.

On remarquera tout particulièrement le poids relativement faible et la hauteur réduite de ces nouvelles automotrices ; les facteurs étant indissociables c'est le faible diamètre des roues qui explique en partie cet allègement, mais c'est la légèreté de chaque élément qui autorise l'emploi de roues de ce genre ; une charge limitée est un impératif pour des roues élastiques.

AUTOMOTRICE LÉGÈRE Yoa 2 DES S.J.

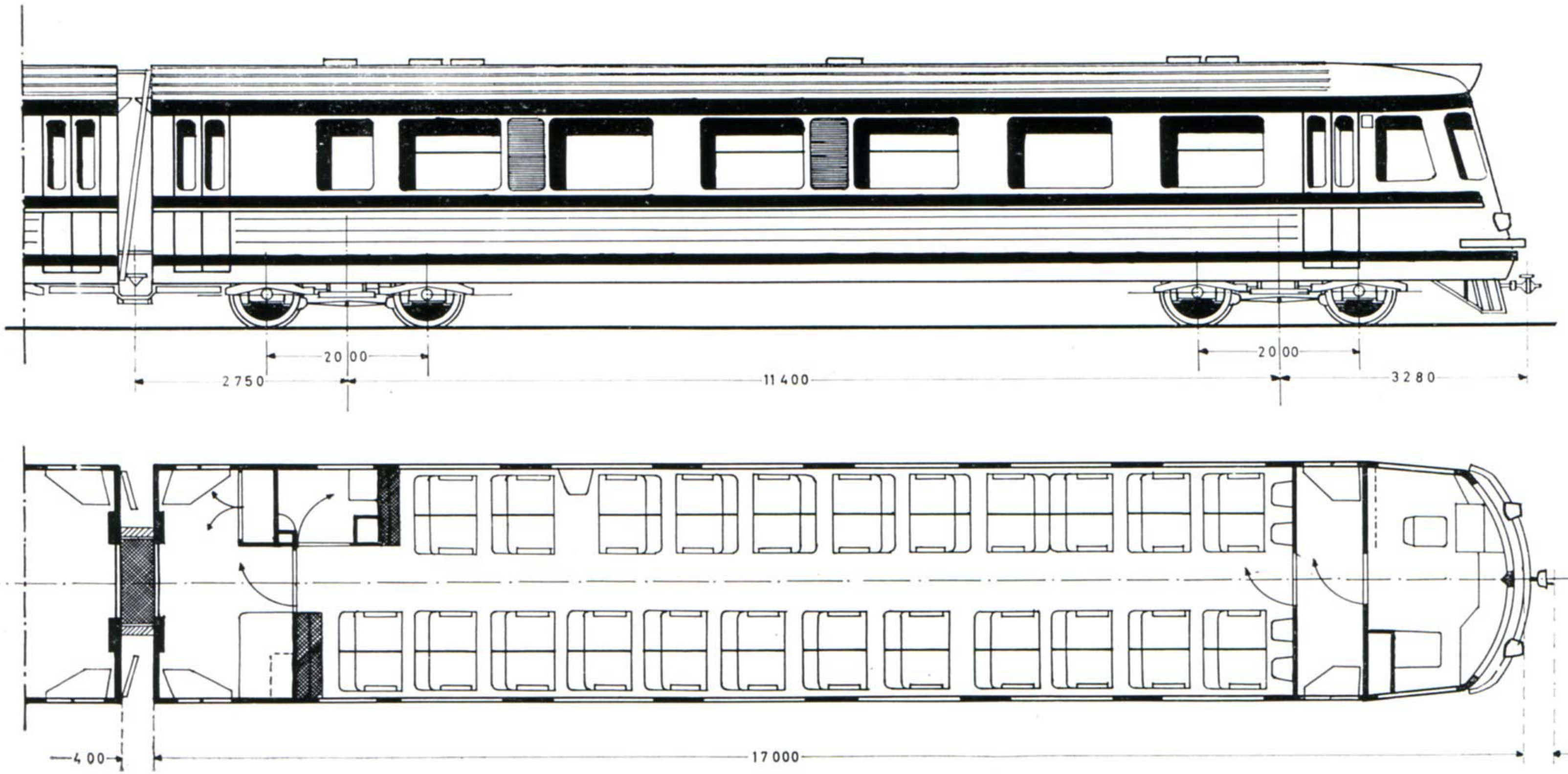


Elévation et plan de l'élément moteur A.

(Dessin de R. Anquinaux)

Elévation et plans de l'élément remorqué M avec les deux versions d'aménagement. (Dessin de R. Anquinaux)

AUTOMOTRICE LÉGÈRE Yoa 2 DES S.J. (suite)



Elévation et plan de l'élément moteur B.

(Dessin de R. Anquinaux)

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Elément	A	M	B
	moteur	remorqué	moteur
Largeur de la caisse . . . mm	3100	3100	3100
Diamètre des roues neuves . mm	676	676	676
Empattement d'un bogie . . mm	2000	2000	2000
Distance entre pivots . . . mm	11400	11900	11400
Longueur totale de la caisse mm	17000	17000	17000
Longueur hors attelages . . mm	17500	17400	17500
Poids max. par essieu en charge . . . . . ton	8	5	6,5
Tare . . . . . ton	26	16	21
Places assises — 2de classe	24	54	46
ou 1ere classe	—	30	—
Bagages — surface offerte m^2	8	—	—
— poids . . . . ton	1,5	—	—
Caractéristiques d'une rame à	2	3	4 éléments
Longueur totale hors attelages mm	35350	52750	70150
Tare . . . . . ton	47	63	79
Passage en courbes de rayon min. . . . . m	90	—	—
Puissance unihoraire . . . ch	460	—	—
Vitesse maximum . . . . . km/h	105	—	—
Places assises — 2de classe	70	124	178
ou 1ere - 2de classes . . .	—	30 + 70	30 + 124
Bagages	8 m^2	—	—
	1,5 tonnes	—	—

L'industrie suédoise avait déjà réalisé il y a quatre ans des automotrices comparables, mais à 4 éléments, d'ailleurs beaucoup plus poussées, mais destinées à des services à courtes distances (Type Yoa 104 TGOJ - 52 tonnes, 110 km/h, 156 places, 460 ch). En fait, les nouvelles Yoa 2 ne représentent pas une performance transcendante, ni par la tare rapportée à la place offerte, ni par la puissance massique, mais il faut tenir compte de confort remarquable offert par ces caisses larges et de la présence d'une cuisine bien équipée ; un service secondaire sur les SJ équivaut bien souvent à un parcours à moyenne ou à grande distance sur des réseaux moins étendus, et la chose entraîne des servitudes inévitables.

Une évolution à notre avis plus significative est la consécration de la transmission par arbres à cardans sur les automotrices légères suédoises. Cette transmission correspond à celle que l'on trouve sur les autorails légers à moteur Diesel du même réseau, avec des arbres à cardans attaquant des ponts moteurs à couples côniques. On utilise une paire de pignons supplémentaires pour permettre en certains cas l'utilisation de bogies existants, mais les bogies « Diesel » destinés à être électrifiés voient leur différentiel bloqué ou supprimé.

Les SJ disposent également de petits tracteurs de manœuvre type Za, avec un équipement électrique identique à celui d'une automotrice légère, et avec la mê-

me transmission, mais un harnais intermédiaire permet de choisir un régime de triage et un régime de route (1).

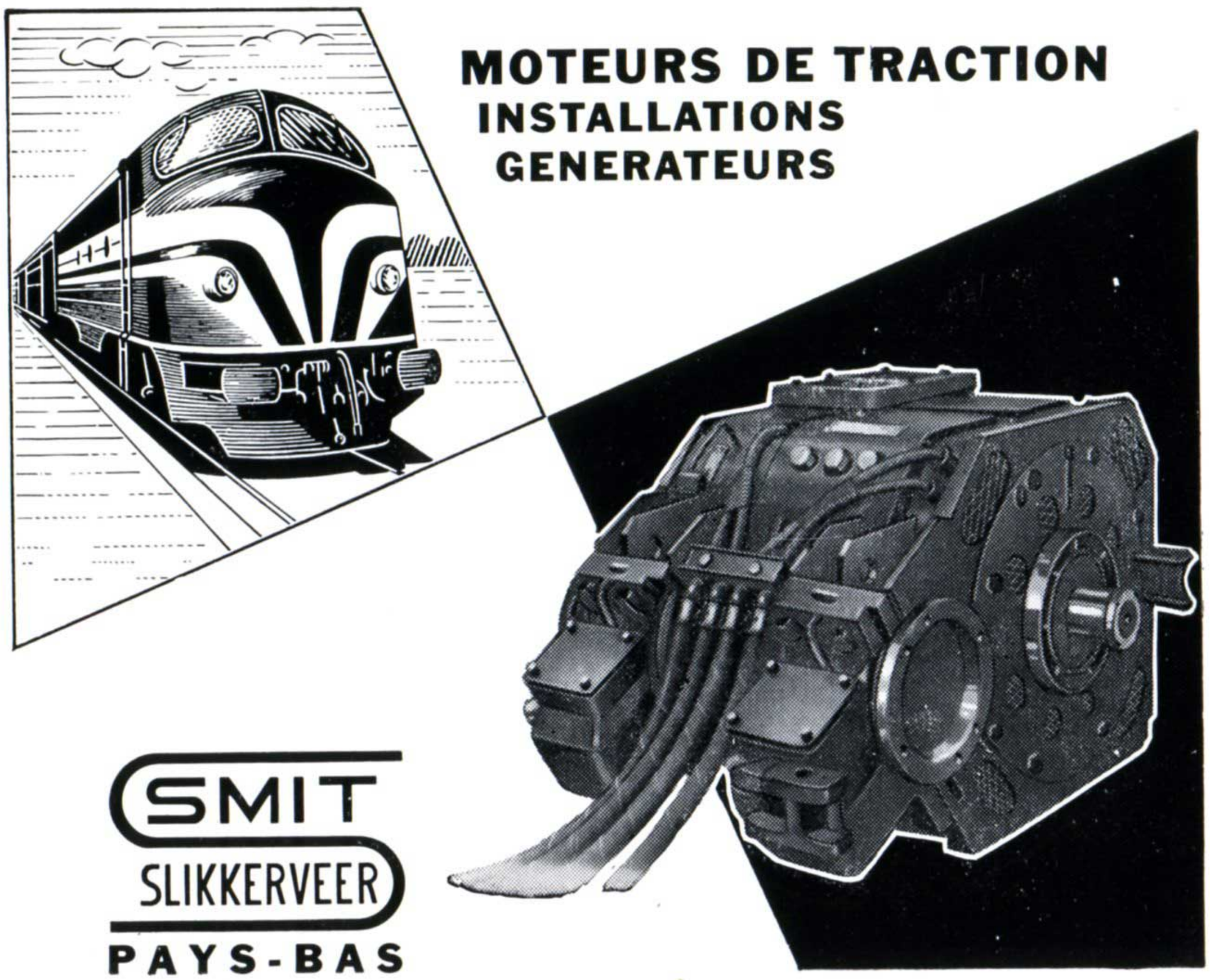
Les SJ viennent en tout cas de se doter d'une nouvelle série d'automotrices à la fois modernes, confortables et, ce qui ne gâte rien, extrêmement économiques tout en étant bien adaptées aux services à assurer.

★

(1) On sait que General Motors vient de lancer sur le marché des locomotives Diesel-électriques type B'B', où les 4 essieux sont attaqués par 2 moteurs de traction suspendus au centre du châssis, à l'aide d'arbres à cardans. La première raison est l'économie de poids car ces locomotives pour voies légères conservent un Diesel lourd ; la seconde raison est la standardisation et l'utilisation d'éléments existants.

Mais cette évolution est significative, surtout chez un tel constructeur qui, moins que quiconque, ne peut se permettre un faux-pas ; espérons que le sens de cette évolution puisse être compris ailleurs.

Un développement de cette technique, d'abord en Diesel-électrique, et surtout en traction électrique pure devrait mener à des engins réellement mixtes, sans poids exagéré, ni puissance installée prohibitive, comme en connaît déjà la technique Diesel-hydraulique, ou comme la B'B' SNCF type 16500.



A la pointe du progrès...

MOTRICES ARTICULÉES A DEUX & TROIS ÉLÉMENTS DE LA RHEINISCHE BAHNGESELLSCHAFT A.G.

- *Le moyen de transport en commun local le plus économique actuellement*
- *Mesures de rationalisation pour la ligne interurbaine Düsseldorf-Duisburg*

par le Directeur Dipl. Ing. G. REBBELMUND VDE
et
le Dr.-Ing. H. REINFELD VDE VDI, Düsseldorf

traduit par B. Dedoncker et G. Desbarax, d'après
Schriftenreihe für VERKEHR und TECHNIK, n° 7, édité par Erich Schmidt Verlag à Bielefeld.

IL est improbable que les types actuellement connus de voitures de tramways à grande et très grande capacité et les ateliers modernes d'entretien subissent dans un proche avenir des modifications essentielles leur permettant de contribuer par des moyens techniques à un plus grand abaissement des frais d'exploitation. Par contre l'attelage à une motrice articulée à 2 ou 3 éléments d'une remorque à bogies permet encore, pour autant que cela soit nécessaire à l'exploitation, et compatible avec les conditions de circulation, une baisse considérable du prix de revient. En fin de compte l'exploitation avec remorques combinées avec les motrices articulées est propre à réduire les difficultés de main-d'œuvre des transports locaux, aggravées par le manque de personnel et la réduction de la durée du travail, et à influencer favorablement leur situation financière tendue.

Cette grande capacité de transport de chaque unité-train fait du tramway sur les axes fortement chargés du trafic urbain un moyen de transport de masse économique extrêmement important, dont la capacité s'élève au double ou au triple d'une unité-autobus ou trolleybus et n'est dépassée que par un métropolitain.

Les nouveaux trains de la ligne électrique Düsseldorf-Duisburg sont décrits comme solution intéressante pour le cas particulier d'une ligne interurbaine, et comme conclusion du développement de la voiture à grande capacité.

Il sera démontré que de même que dans d'autres domaines de la technique, en ce qui concerne le tramway, des éléments de construction peuvent être standardisés. L'exemple de Düsseldorf montre que l'on peut construire avec le même équipement mécanique et électrique pour la traction et le freinage, et avec les mêmes éléments de construction pour les bogies et la caisse, des motrices à grande capacité et des trains de 120 jusqu'à un maximum de 370 places qui

---

NOTE DE LA REDACTION :

Le lecteur se référera utilement aux divers articles traitant des tramways de Düsseldorf, parus dans les nos 48, 49, 52 et 55 de cette revue.

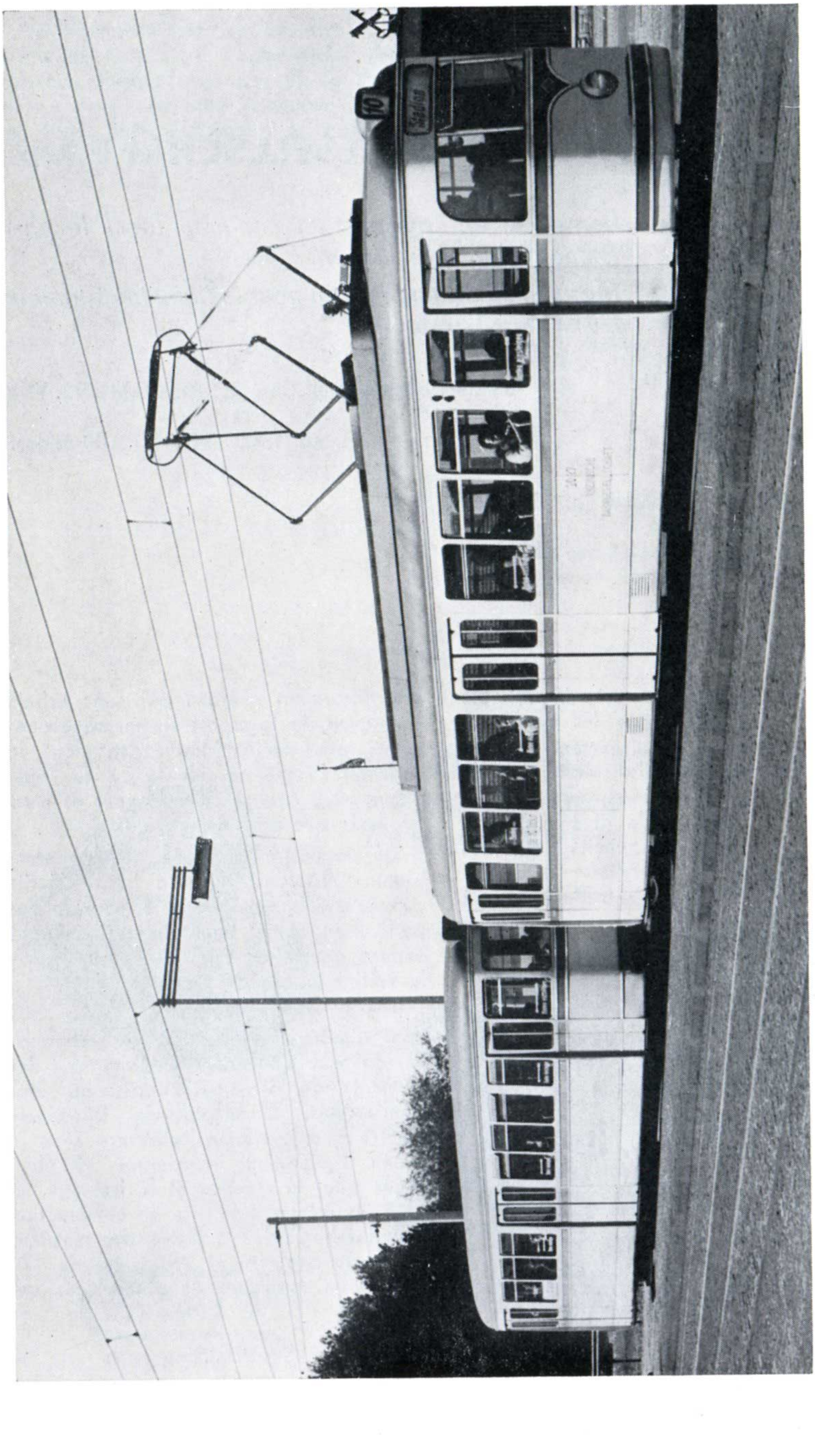


Figure 1. — Train classique de la Rheinbahn — motrice et remorque à bogies.

(Cliché « Verkehr und Technik »)

seront capables de satisfaire à toutes les exigences des réseaux urbains et inter-urbains.

●

Lorsqu'il y a environ 10 ans on commença en Allemagne à satisfaire le besoin pressant en matériel roulant pour tramways au moyen de nouvelles constructions, on ne disposait comme modèles que des réalisations étrangères, en dehors de quelques véhicules allemands à grande capacité d'origine assez ancienne. A l'étranger circulait depuis des années un grand nombre de voitures à 3-4 ou 6 essieux, qui avaient déjà fait leurs preuves et avaient procuré aux exploitants l'abaissement attendu des frais de personnel.

VOITURES A GRANDE CAPACITÉ
(Grossraumwagen)

VOITURES A 4 ESSIEUX

Il est par conséquent compréhensible que les entreprises de transport en commun allemandes se soient tout d'abord intéressées à la construction de voitures de types éprouvés à 3 et 4 essieux (fig. 1). Contrairement à l'étranger qui s'était tourné de préférence vers la motrice circulant seule, mais à intervalles plus courts, on préféra chez nous, comme on l'avait fait jusqu'ici, l'exploitation avec remorques, afin de pouvoir mieux s'adapter au nombre de voyageurs très variable au cours de la journée. Cette décision fut prise en pleine connaissance du fait que l'on devait dans ce cas renoncer aux possibilités optima de démarrage et de freinage. Toutefois comme les organes de traction et les freins à solénoïdes, à air et à patins avaient reçu pendant la décade écoulée des améliorations décisives, le désavantage relatif du train vis-à-vis de la motrice circulant seule n'entrait pratiquement plus en ligne de compte, au moins en ce qui concerne le freinage ; en effet la décélération atteint sûrement dans tous les cas la valeur maximum prescrite par la loi, valeur qui fut relevée en 1956. D'autre part l'accélération quelque peu réduite de la motrice attelée à une remorque gêne à peine pendant les heures de pointe de trafic, car les rues encombrées ne permettent pas en fait de plus grandes accélérations et des pointes de vitesse plus élevées que celles qu'une motrice attelée d'une remorque puisse atteindre.

En conséquence de nombreuses entreprises de transport allemandes créèrent des trains à grande capacité principalement du type à bogies avec circulation intérieure dirigée des voyageurs ; ils firent leurs preuves chez nous de même qu'à l'étranger. Ces trains diffèrent toutefois considérablement des véhicules étrangers dans certaines parties de leur construction, de leur équipement électrique et dans leur aménagement en vue de la perception.

Motrices à 4 essieux à un seul moteur

Dans un but d'étude la Rheinische Bahngesellschaft mit en service il y a environ 4 ans des motrices à 4 essieux à un seul moteur et à circulation à sens dirigé des voyageurs (fig. 2) afin de se rendre compte s'il était encore possible de diminuer les frais d'exploitation en utilisant un équipement électrique et moteur simplifié. L'idée parut particulièrement séduisante du fait que la commande en tandem de deux essieux par un seul moteur permet d'obtenir au démarrage un poids adhérent de 0,65. Dans quelques autres entreprises comme la Krefelder-Verkehrs-AG, qui fut la première à mettre en service des motrices à un seul moteur, ces voitures reçurent la commande en unités multiples, afin de pouvoir utiliser les avantages de l'attelage de plusieurs véhicules ; dans ce cas toutefois, les frais d'achat et d'entretien s'élèvent de nouveau comparativement au train motrice + remorque, et l'avantage économique précédemment mentionné de l'équipement simplifié disparait en partie. En conséquence ce type de motrice ne sera plus à l'avenir construit en nombre important.

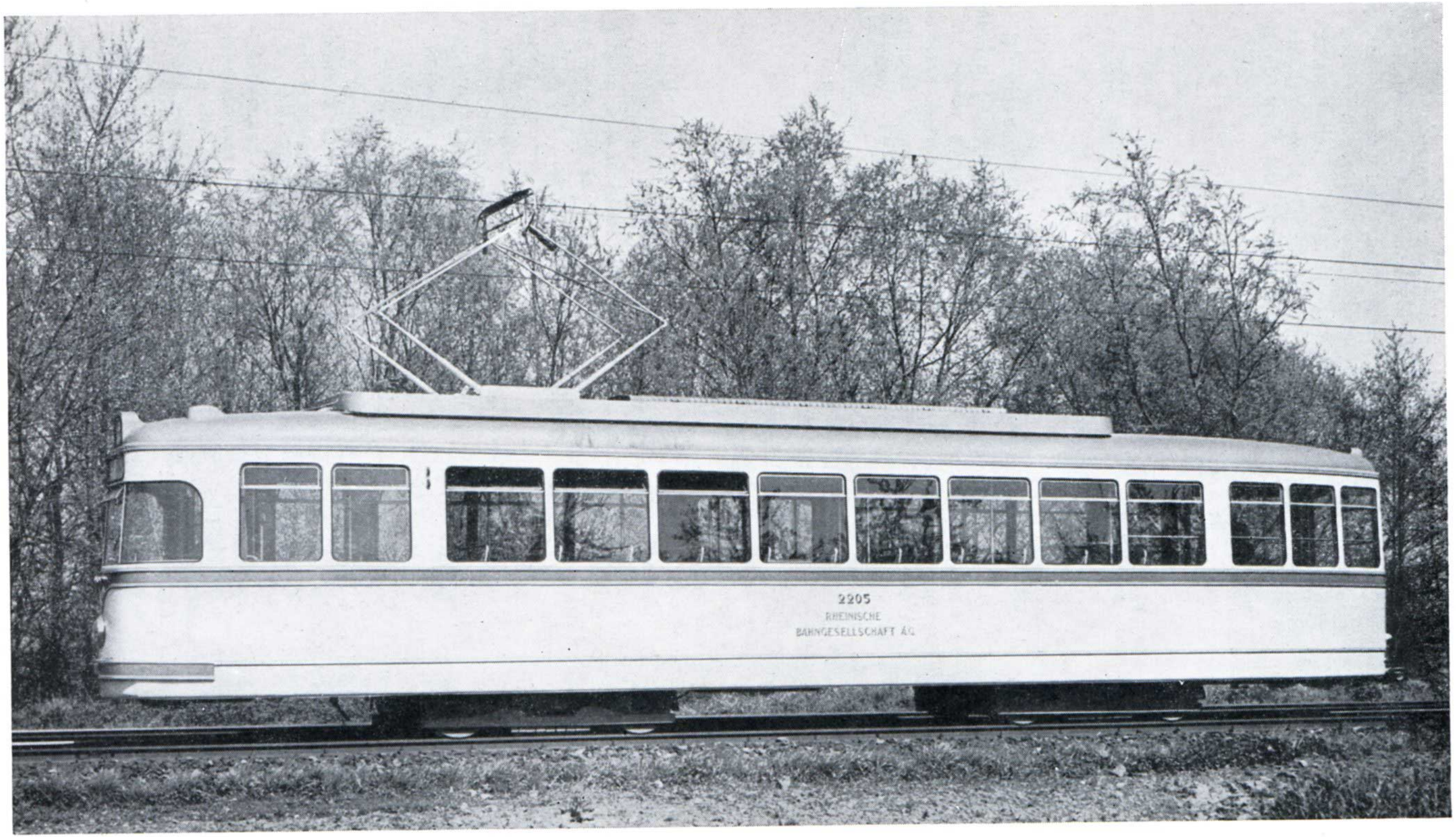


Figure 2. — Motrice à bogies équipés d'un seul moteur.

(Cliché « Verkehr und Technik »)

VOITURES ARTICULEES

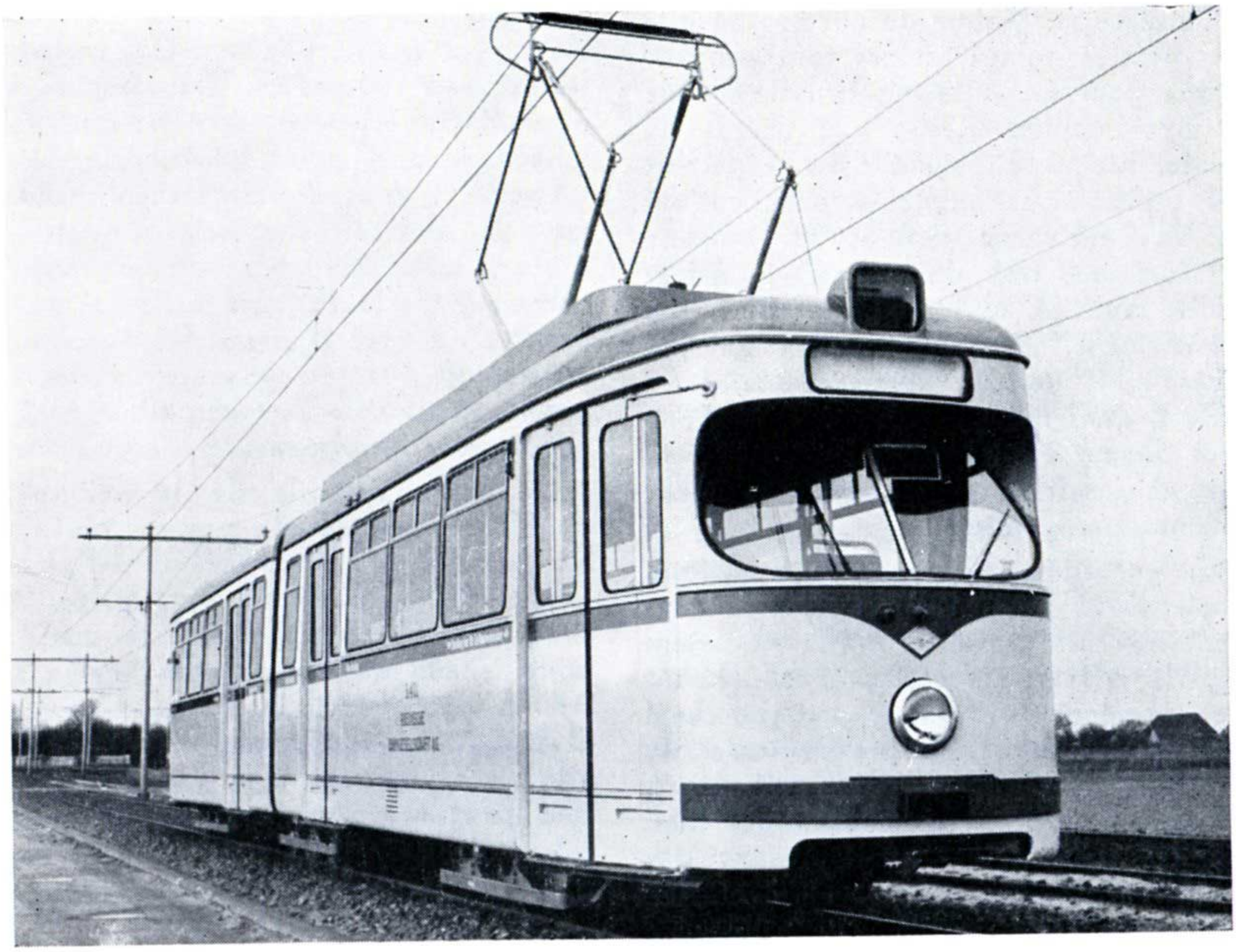
Dans les grandes villes où le trafic est croissant, et moyennant un système tarifaire et un mode de perception adéquats, la possibilité d'une augmentation de la capacité et d'une baisse ultérieure des frais d'exploitation, est conditionnée par l'augmentation de la capacité de l'unité motrice dépassant celle de la motrice à 4 essieux. Ces considérations conduisirent logiquement à la motrice articulée (fig. 3) qui s'est introduite dans les entreprises de transport d'abord sous la forme à 4 essieux et depuis 1956 en assez grand nombre du type à 6 essieux (3 bogies).

La capacité se situe entre 165 et 190 voyageurs. Sauf à Stuttgart, le personnel se compose d'un conducteur et d'un receveur. De cette manière on obtient déjà avec cette voiture articulée un rendement satisfaisant du personnel et cela à Düsseldorf avec 95 voyageurs maximum par agent pour une voiture de 2,35 m de large. La différence est insignifiante avec une motrice à 4 essieux exploitée en « one man car » pour laquelle on ne peut prendre pour base qu'une capacité de 100 voyageurs, si l'on ne veut pas trop embarrasser la perception et abaisser la vitesse commerciale d'une manière indésirable.

Après une courte période de service il apparut que la motrice articulée circulant seule ne représentait pas encore la solution la plus économique. La Rheinische Bahngesellschaft à Düsseldorf par exemple, remplaça au cours de l'année 1956 sur la ligne très chargée N° 1 de Rath à Benrath, ses trains de trois voitures à plancher surbaissé d'une capacité de 270 voyageurs et circulant à intervalles de 10 minutes, par des motrices articulées à 6 essieux (3 bogies) se succédant à intervalles de 5 minutes. Dans les deux cas on avait donc besoin de 4 agents par période de 10 minutes avec la circonstance que la modification du rapport de un conducteur et trois receveurs en deux conducteurs et deux receveurs pourrait paraître quelque peu désavantageuse. En contrepartie cependant on dispose d'un plus grand nombre de places offertes par période de 10 minutes avec 380 places assises et debout au lieu de 270.

Figure 3. — Motrice articulée à deux éléments sur trois bogies de la Rheinbahn.

(Cliché « Verkehr und Technik »)



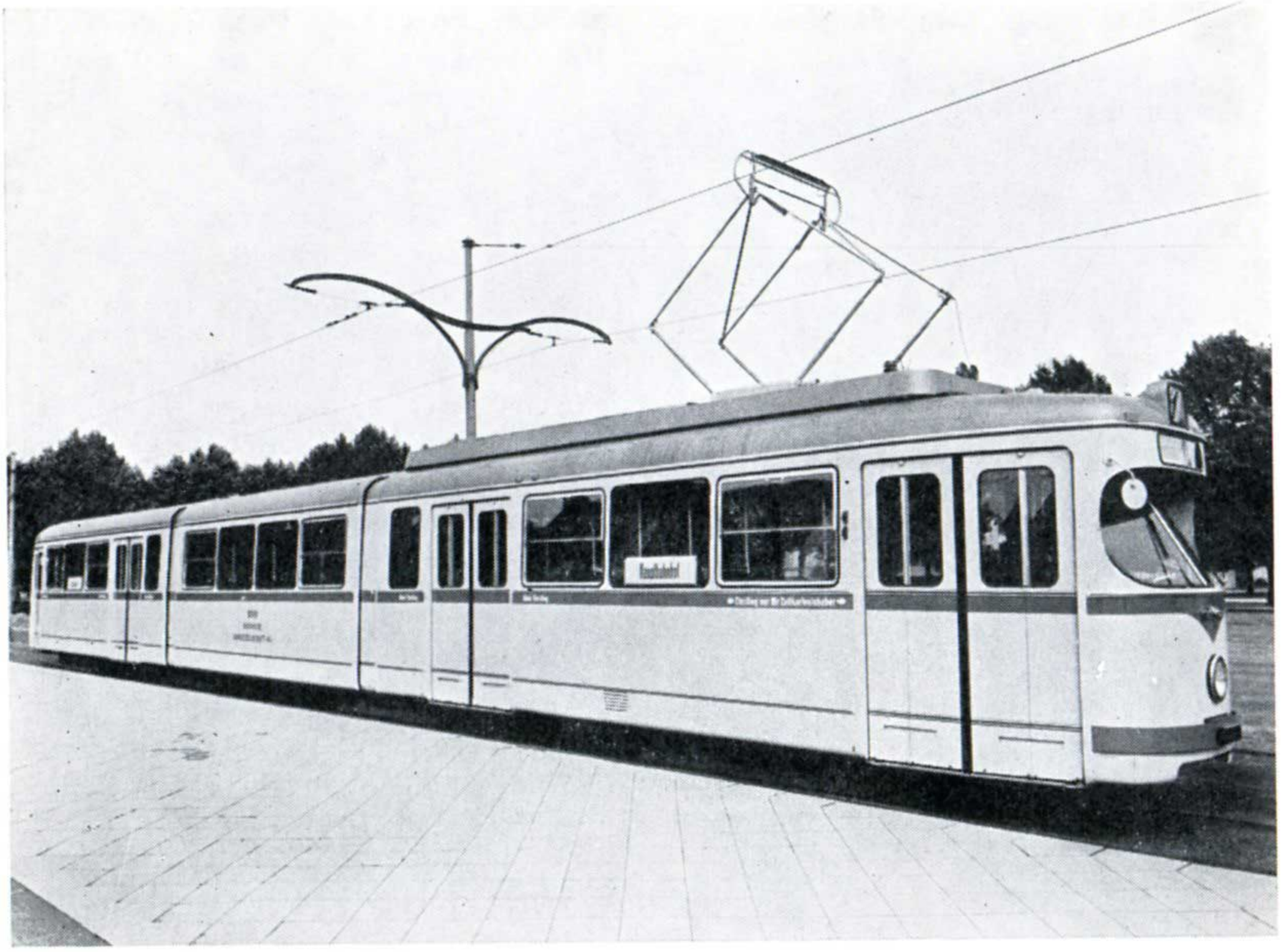


Figure 4. — Motrice articulée à trois éléments sur 4 bogies. (Cliché « Verkehr und Technik »)

VOITURES ARTICULEES A TROIS ELEMENTS (8 essieux - 4 bogies)

Cette augmentation du nombre de places offertes ne fut malgré tout pas suffisante pour éviter la mise en service de voitures supplémentaires aux heures de pointe. Malheureusement dans la plupart des exploitations on utilise dans ce but les plus anciennes voitures qui à cause de leurs gros frais d'entretien et de leur petite capacité, sont de prime abord peu économiques. Même l'utilisation de motrices à un moteur, comme voitures de renfort, dans l'exemple de Düsseldorf, ne peut donner satisfaction à cause du rendement insuffisant du personnel (deux hommes par voiture).

En conséquence, dans les conditions réunies à ce moment à Düsseldorf : augmentation suffisante du trafic et extension du système de cartes à vue (cartes d'abonnement à montrer au personnel sans poinçonnage), le premier essai de transformation de la motrice articulée à 3 bogies en motrice à double articulation à 4 bogies (fig. 4) fut entrepris dès 1957 ; le véhicule standard conservant les mêmes caisses et le même équipement mécanique et électrique, reçut une partie centrale supplémentaire et un deuxième bogie Jacob.

La voiture à double articulation de Düsseldorf est ainsi construite dans toutes ses parties avec les mêmes éléments que les voitures à 4 essieux bien connues, et les voitures articulées à 6 essieux. Elle possède quatre portes pliantes doubles : la porte 1 près du conducteur, entrée pour les porteurs de cartes à vue ; la porte 2 sortie à l'arrière de la première caisse ; la porte 3, sortie à l'avant de la caisse arrière, et la porte 4 à l'extrémité arrière est l'entrée pour les voyageurs non munis de titre de transport et à l'occasion pour les abonnés.

La partie centrale de la voiture à double articulation n'a pas de porte et est équipée en compartiments de places assises. Elle comporte 7 × 3 places assises et a en conséquence une distance entre pivots de bogies plus longue de 0,50 m que les voitures à 2 ou 3 bougies. Cela ne réduit l'espace séparant deux voitures se croisant dans une courbe du plus petit rayon que d'une manière insignifiante.

Il est maintenant démontré après deux ans de service que la voiture à double

articulation a répondu à tout ce qu'on en attendait. Elle permet un rendement du personnel de 120 à 125 voyageurs par agent et dépasse ainsi tous les autres types de véhicules, y compris la motrice à 4 essieux exploitée en « one man car ». La voiture à double articulation n'est pas plus difficile à desservir qu'une voiture à 2 ou 3 bogies, et est même préférée par le personnel, parce que la partie centrale équipée en compartiment de places assises favorise l'écoulement des voyageurs ; en effet ceux-ci montés à l'avant ou à l'arrière, sont attirés par la partie centrale et dégagent ainsi les plates-formes. D'autre part les voyageurs doivent en tout cas descendre par les portes 2 et 3 que l'on atteint aussi facilement de la partie centrale que des parties avant ou arrière. Les voyageurs debout et surtout ceux effectuant un long parcours trouvent le séjour dans la partie centrale plus agréable, car le flot continu des voyageurs entre entrée et sortie y est pratiquement inexistant.

La voiture à deux articulations est aussi d'un prix d'achat très favorable. Les prix de deux motrices à bogies accouplées en unités multiples, d'un train motrice + remorque à bogies, et d'une motrice articulée à 4 bogies, de même capacité, sont dans le rapport 135, 110 et 100 respectivement. Les frais d'exploitation par kilomètre/voiture sont dans un rapport analogue aussi favorable. Ces considération ont conduit les Wuppertaler Stadtwerke qui possédaient des motrices à bogies datant seulement de quelques années, et avaient à faire face à une augmentation de trafic, à ne pas se procurer de remorques mais à transformer ces motrices en voitures articulées à 3 éléments. Le surcroit de dépenses, comparativement à l'achat de remorques, sera déjà compensé en deux ans environ par la réduction des frais de personnel.

MOTRICE ARTICULEE AVEC REMORQUE

Quoique l'excellent coefficient d'utilisation du personnel dans le cas de la voiture à deux articulations soit évident, il y a cependant des cas où la capacité d'une motrice à deux articulations ou d'un train de deux voitures à bogies ne suffit pas et ne permet pas d'éviter les convois supplémentaires.

De là est venue l'idée de la motrice attelée d'une remorque à bogies (fig. 5), quoique le coefficient d'utilisation du personnel d'un tel train n'atteigne plus celui de la motrice articulée à trois éléments. Du point de vue de l'exploitation, il est cependant préférable, car la remorque peut n'être utilisée que pendant les heures de pointe du matin et de l'après-midi, et desservie par une receveuse « half time ». Sinon le train n'a besoin que de 3 agents, tout comme le train de deux voitures à bogies, mais offre 310 places au lieu de 240 à 250. Pendant les heures de faible trafic, on dételle la remorque et alors deux agents suffisent, tandis que le train de voitures à bogies exige trois hommes toute la journée. En effet la motrice à deux bogies ne peut rouler seule, sa capacité de 120 places étant insuffisante pendant les heures creuses ; par contre la motrice articulée à 3 bogies avec 190 places répond à ces exigences. A titre d'exemple la Rheinische Bahngesellschaft a appliqué cette remarquable mesure de rationalisation sur sa ligne 11, de Hauptbahnhof à Keiserswerth, depuis l'introduction de l'horaire d'hiver 1958-59, maintenant qu'elle dispose de plus de 80 motrices articulées.

Cette mesure introduite d'abord sur une seule ligne, est plus avantageuse, que le renforcement du trafic par des voitures supplémentaires ou par un nombre double d'unités plus petites, comme des motrices à bogies circulant seules en « one man car ». En effet aux points de correspondance lors de pointes de trafic, la première voiture se présentant sera régulièrement surchargée, même si la suivante est en vue. Cette première voiture retarde toujours davantage la desserte des arrêts suivants, tandis que le second convoi qui reste faiblement occupé se rapproche à la distance minimum et devient ainsi pratiquement inutile.

L'emploi d'une remorque avec la motrice à 6 essieux mérite encore d'être mentionné pour une autre raison. A Düsseldorf les motrices à deux bogies pourraient être transformées au cours des prochaines années, en voitures articulées, et ainsi les remorques nécessaires seraient déjà disponibles. On a déjà commencé avec deux anciennes motrices à 4 moteurs. Afin de donner des remorques aux motrices articulées déjà en service, il se présente encore une autre solution : convertir en remorques les motrices à bogies

Figure 5. — Motrice articulée à deux éléments avec remorque. (Cliché « Verkehr und Technik »)

à un seul moteur, qui techniquement se sont excellemment comportées, mais dont la capacité n'est plus suffisante pour le trafic de Düsseldorf. Les premières voitures transformées circulent déjà avec succès.

Dans ce cas aussi il est démontré que la perte des sommes dépensées lors de la construction pour le montage et l'équipement mécanique et électrique de la motrice à un moteur, est compensée en moins de deux ans par l'économie de personnel résultant de l'exploitation avec remorque.

Lorsque dans une grande ville les conditions indispensables d'exploitation et de tarif sont réalisées, que des lignes de tramways urbaines d'un bon rendement existent ou sont créées, les motrices à 4 essieux ne suffisent plus et doivent céder la place aux motrices articulées à 2 ou 3 éléments. Généralement en considération de la longueur du train et de ses possibilités d'accélération, l'adjonction d'une remorque ne convient qu'à une motrice articulée à deux éléments. La Rheinische Bahngesellschaft avait déjà prévu sur les études d'équipement mécanique et électrique des voitures articulées l'adjonction éventuelle d'une remorque. La justesse de cette mesure s'est entretemps vérifiée et profite maintenant, sans dépense supplémentaire, à la rationalisation de l'exploitation.

L'ignorance de ces faits et de leurs relations rallume de temps en temps dans la presse quotidienne la discussion sur le mérite ou l'indignité du tramway, dans laquelle on se sert fréquemment comme exemple de comparaisons impropres ou fausses entre les données urbanistiques, économiques et circulatoires, des villes confrontées. De telles critiques de partipris sont aussi connues à Düsseldorf et dans d'autres grandes villes qu'à Francfort s/Main, où elles s'élevèrent récemment avec une grande âpreté, mais furent réfutées objectivement et sur des bases solides. On trouvera plus loin une comparaison au point de vue « économie énergétique » entre le tramway et l'autobus dans le cas d'une ligne interurbaine.

MOTRICE ARTICULEE A 3 ELEMENTS AVEC REMORQUE

Finalement l'essai d'une motrice articulée à 3 éléments avec une remorque à bogies (fig. 6) dans le courant de l'année 1958 sur la ligne interurbaine Düsseldorf-Duisburg a suscité un grand intérêt. Dans ce cas particulier, au contraire du trafic urbain, une longueur de train de 40 m. environ n'est pas gênante ; les anciens trains circulant sur ce trajet ont même une longueur de 44 m. et par conséquent les quais existants sont suffisamment longs.

La Rheinische Bahngesellschaft et la Duisburger Verkehrsgesellschaft ont mis en service le train d'essai de la Rheinbahn pendant environ deux mois avec un kilométrage mensuel d'environ 14.000 km. Les résultats furent extrêmement satisfaisants. Il est possible avec cette unité d'économiser toujours un receveur par rapport à toutes les compositions de trains utilisées jusqu'ici sur la ligne Düsseldorf-Duisburg, et avec un poids en service inférieur de près de 30 T., d'abaisser considérablement les dépenses d'énergie tout en ménageant la voie.

Il convient en outre de faire ressortir que toutes les parties de l'équipement électrique et des freins (rhéostatique, à patins, d'immobilisation, automatique de sécurité) peuvent être conformes à l'équipement éprouvé des voitures à deux bogies et articulées des lignes urbaines. Des modifications peu importantes de l'équipement standard commun aux voitures à 2, 3 ou 4 bogies ne sont exigées que par le caractère interurbain de la ligne et ne représentent nullement une innovation. Il s'agit de :

1. Vitesse maximum plus élevée.
2. Enclanchement automatique du dernier cran de shuntage présélectionné.
3. Limitation automatique de la vitesse maximum fixée.
4. Phare plus puissant.
5. Chauffage par le courant de la ligne d'alimentation.
6. Poste de conduite isolé.
7. Disposition des sièges.
8. Plus grand nombre de places assises.
9. Tablettes de fenêtre, porte-bagages, porte-manteaux.
10. Compartiment-restaurant dans la partie centrale allongée.
11. Meilleur éclairage intérieur.

Un train urbain de la Rheinbahn, qui est déjà équipé en raison des points essentiels ci-dessus 1 à 4 et en partie selon les points 5, 7 et 9 et est composé de la motrice N° 2310 (construite en 1957) et de la remorque N° 1623 (construite en

Figure 6. — Motrice articulée à trois éléments avec remorque, pour ligne suburbaine.
(Cliché « Verkehr und Technik »)

1954) circule journellement depuis janvier 1959. Il a permis entretemps de réaliser de précieuses expériences dont les résultats serviront pour le nouveau matériel à créer en commun par la Rheinische Bahngesellschaft et la Duisburger Verkehrsgesellschaft.

LA LIGNE INTERURBAINE DÜSSELDORF-DUISBURG

AUGMENTATION DE LA VITESSE MAXIMUM

Résistance à l'avancement

Il semblait souhaitable de fixer la vitesse maximum du train à occupation pleine à 70 km/h, ce qui dans le cas des voitures de la Rheinbahn permettait de conserver le rapport actuel d'engrenages de 41 : 7 sans devoir adopter un nouveau type de moteur.

Pour déterminer la puissance des moteurs requise, il faut d'abord établir la valeur de la résistance à l'avancement du train en fonction de la vitesse au moyen d'un essieu-frein, en allant de 0 à 70 km/h (fig. 7). Avec des bandages fraichement profilés et un diamètre identique pour les roues d'un même bogie ou d'un même essieu, cette résistance se situe entre

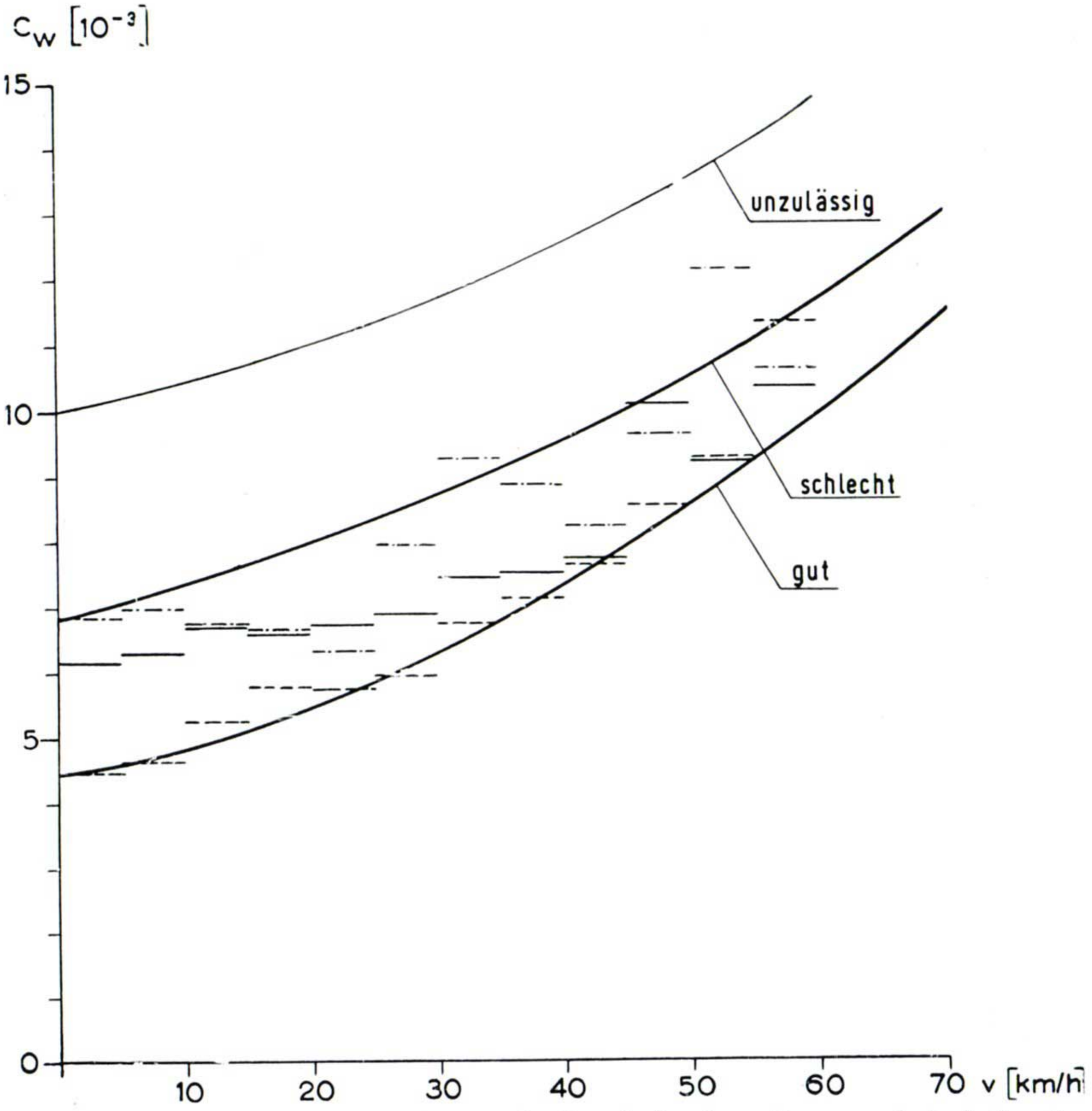
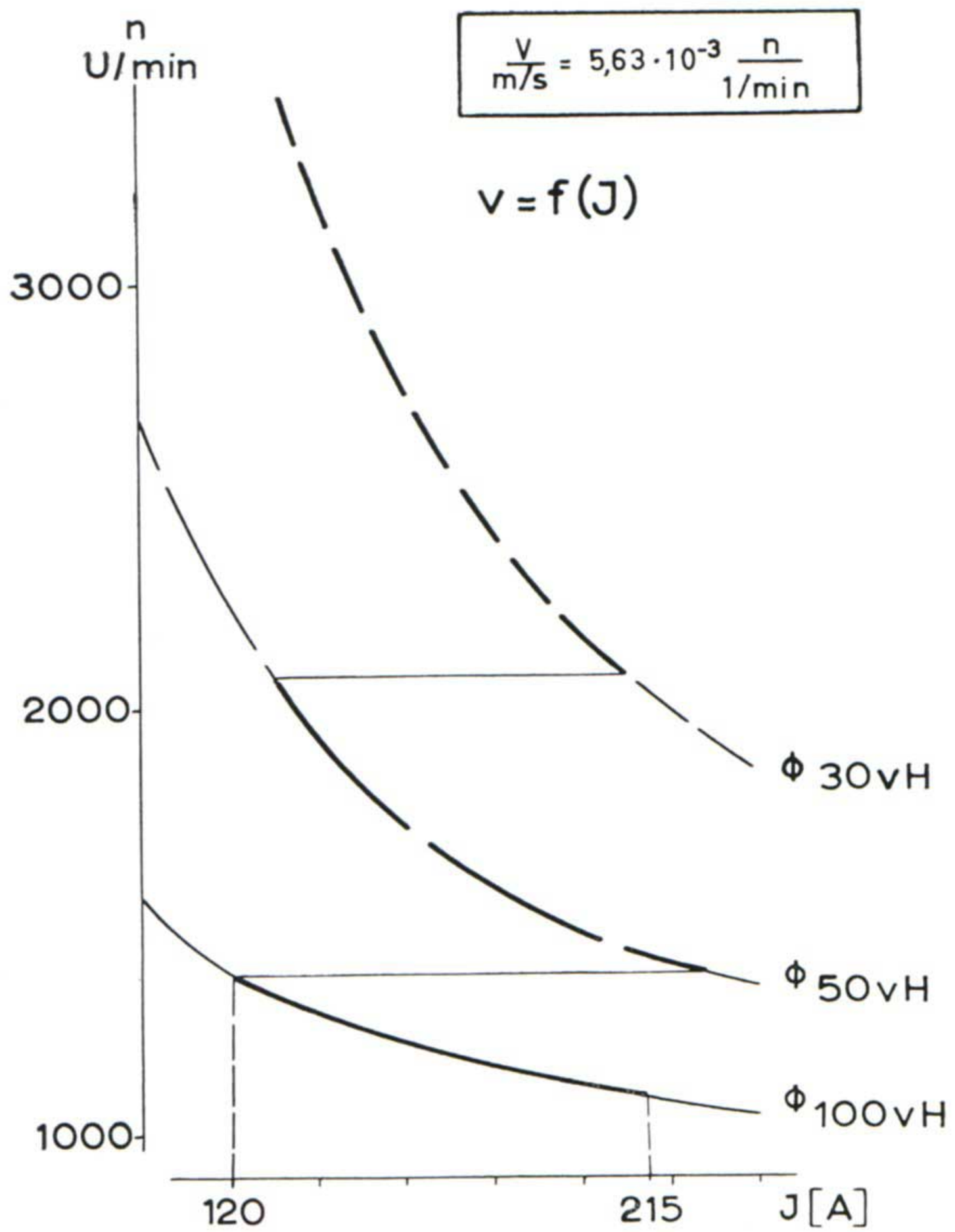


Figure 7. — Résistance à l'avancement ou en fonction de la vitesse V pour un train à 12 essieux pleinement occupé. (Cliché « Verkehr und Technik »)

unzulässig = inadmissible
schlecht = mauvais
gut = bon

Φ_{vH} = Erregerfeld in vH



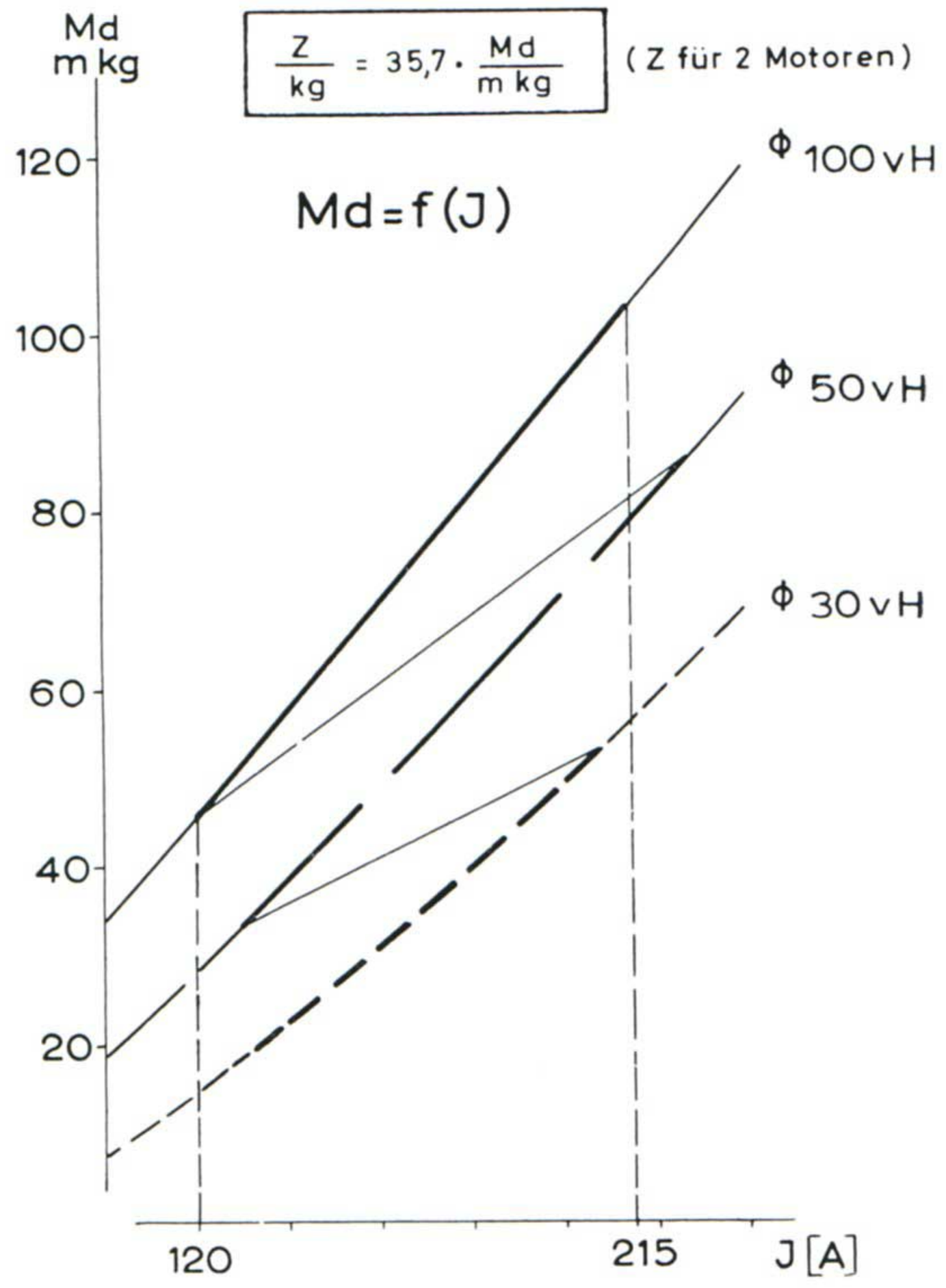


Figure 8. — Caractéristiques BB 664 du moteur à induit compensé-tandem-KIEPE BGK 75 dmff pour une puissance uni-horaire de 115 kW sous tension de 600 V. 80 % d'excitation. Erregerfeld = champ d'excitation. (Cliché « Verkehr und Technik »)

$4{,}50.10^{-3}$ et 11.10^{-3} (1). Au cours de leur utilisation les diamètres des roues marquent des différences : après 20.000 à 30.000 km la valeur de résistance à l'avancement monte à 7.10^{-3} jusqu'à 13.10^{-3}. Retarder le reprofilage devenu nécessaire n'est pas profitable, car cela favorise l'usure des bandages par les mouvements en lacets, ce qui augmente la résistance à l'avancement, comme le représente la courbe supérieure de la figure 7.

Puissance des moteurs

Le poids à vide d'une rame à 12 essieux se présente comme suit : Motrice : 24,5 T. — remorque 11,5 T. et en y ajoutant 20 T. de charge on obtient pour une occupation pleine 56 T. en service. De ce fait à 70 km/h la puissance requise pour les deux moteurs réunis (commandant chacun deux essieux en tandem) est de 56.000 kgs $\times$ 13.10^{-3} $=$ 725 kgs. Cette puissance correspond au couple d'un seul moteur de 20,3 mkg à 3.450 tours/minute.

Pour un moteur de 100 kW ce nombre de tours donne un shuntage de 30 à 33 % d'excitation. Quoique les moteurs actuels des voitures du type urbain aient supporté l'épreuve sans défaillance, cette application fut supprimée pour des raisons de sécurité d'exploitation et de conservation sur les moteurs à induit compensé. Le champ d'excitation compensé pouvait être ajouté facilement dans les moteurs type BG 75 dmff de la firme Kiepe (Garbe-Lahmeyer) sans transformer l'induit ni la carcasse, sauf modifications mineures.

La figure 8 montre les caractéristiques des moteurs à induit compensé BGK 75 dmff, qui à 3.450 tours/min. (70 km/h) et sous une tension de 630 V. développent une puissance de 21 mkg (750 kgs pour deux moteurs). Il en résulte les courbes d'accélération et de courant d'induit en fonction de la vitesse, qui pour excitation de 100 % atteint 28 km/h — pour 50 % 42 km/h et pour 30 % plus de 42 km/h. (fig. 9). Egalement les courbes de courant d'induit, accélération, vitesse et démarrage en fonction du temps de démarrage (fig. 10), correspondent parfaitement aux valeurs (non indiquées) des essais.

Vitesse commerciale

De l'examen de la figure 10 on peut déduire facilement la vitesse commerciale que peut atteindre une rame pleinement occupée sur les sections suburbaines en siège spécial. On a pris pour base successivement : une décélération de 1,2 m/s^2, un temps de stationnement de 15 sec. et après la période d'accélération de nouveau une vitesse maxima de 60 ou 65 km/h. Ayant atteint celle-ci, dans un cas on freine immédiatement, dans l'autre cas avant de freiner on franchit une section de 750 m. à vitesse maxima constante (fig. 11). Le tableau ci-dessous montre les vitesses réalisées dans ces conditions :

diagramme de marche	v. max. = 60 km/h	v. max. = 65 km/h
sans marche sur l'erre	v. comm. = 36 km/h	v. comm. = 42 km/h
avec 750 m de marche sur l'erre v. max. = constante	v. comm. = 43 km/h	v. comm. = 47 km/h

Vitesse maximum

Une rame vide pèse environ 20 T. de moins qu'une rame pleinement occupée, ce qui lui confère une puissance excédentaire. La vitesse de régime est dans ce cas environ 22,5 m/s = 81 km/h en moyenne (fig. 9). Cette valeur correspond exactement à la pratique.

Echauffement des moteurs

La figure 12 montre l'échauffement inévitable du moteur correspondant aux périodes d'accélération, marche sur l'erre, et arrêt ; on y voit le carré du courant d'induit en fonction du temps de démarrage pour les mêmes valeurs d'impulsion. Des figures 10 et 12 il appert qu'en ville pour des vitesses de 25-40 et 50 km/h, l'intensité effective reste bien en-dessous de la puissance du moteur

(1) soit $\frac{4{,}5}{1.000}$ et $\frac{11}{1.000}$ ou 4,5 et 11 kg/T.

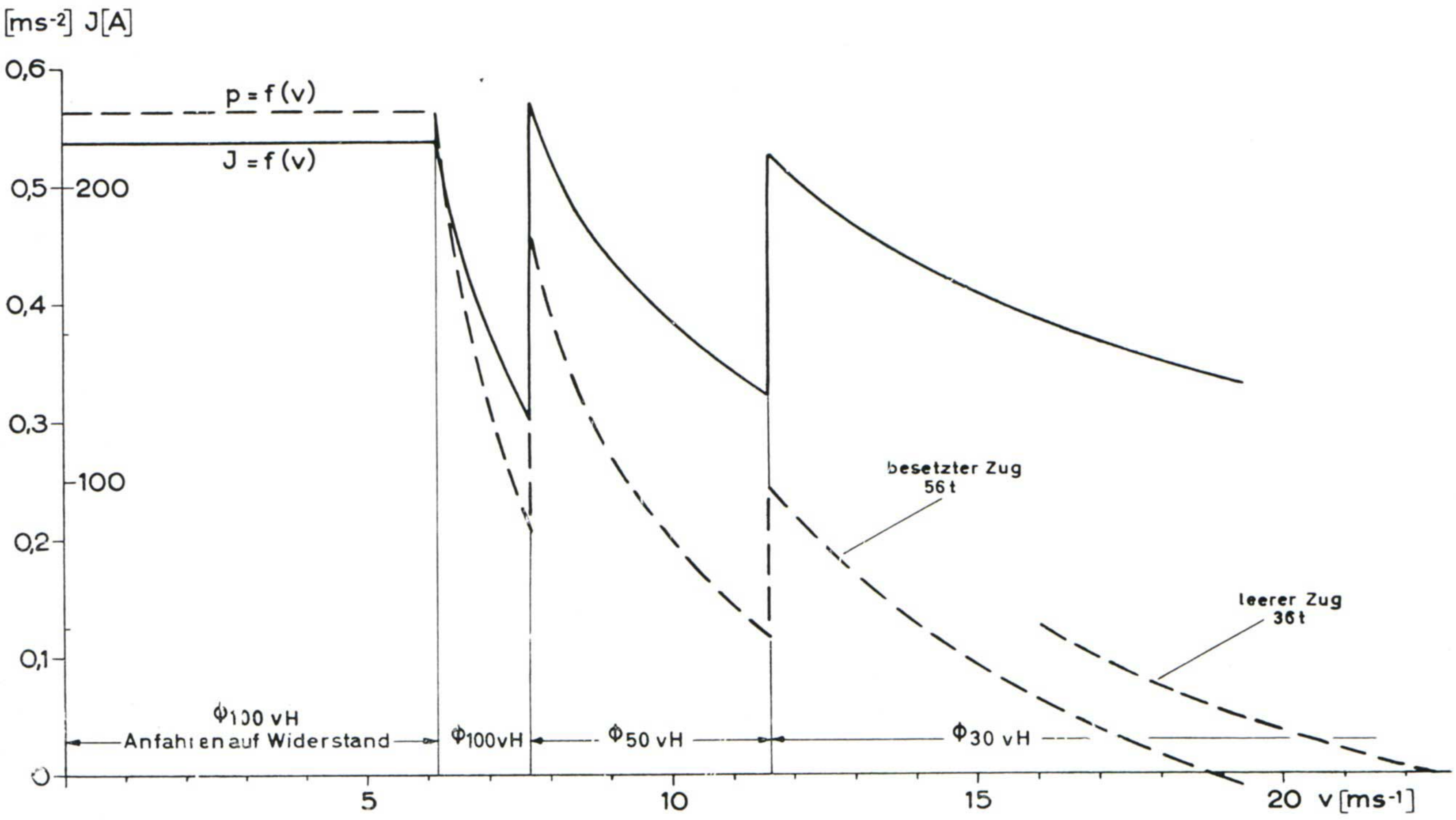


Figure 9. — Courant d'induit du moteur BGK 75 dmff et accélération d'une rame à 12 essieux pleinement occupée au point de vue de la résistance à l'avancement en fonction de la vitesse d'accélération sous 600 V. (Cliché « Verkehr und Technik »)

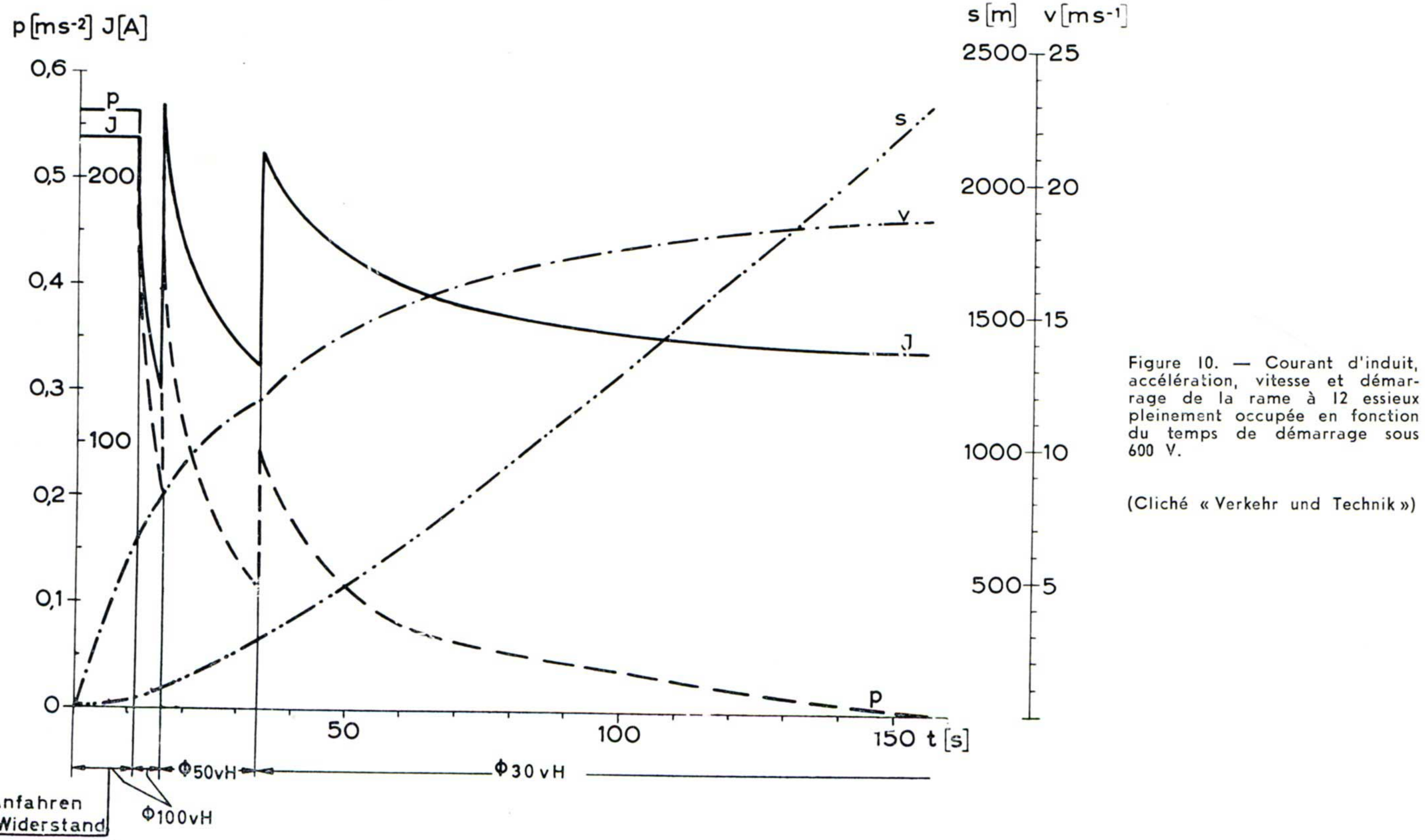


Figure 10. — Courant d'induit, accélération, vitesse et démarrage de la rame à 12 essieux pleinement occupée en fonction du temps de démarrage sous 600 V.

(Cliché « Verkehr und Technik »)

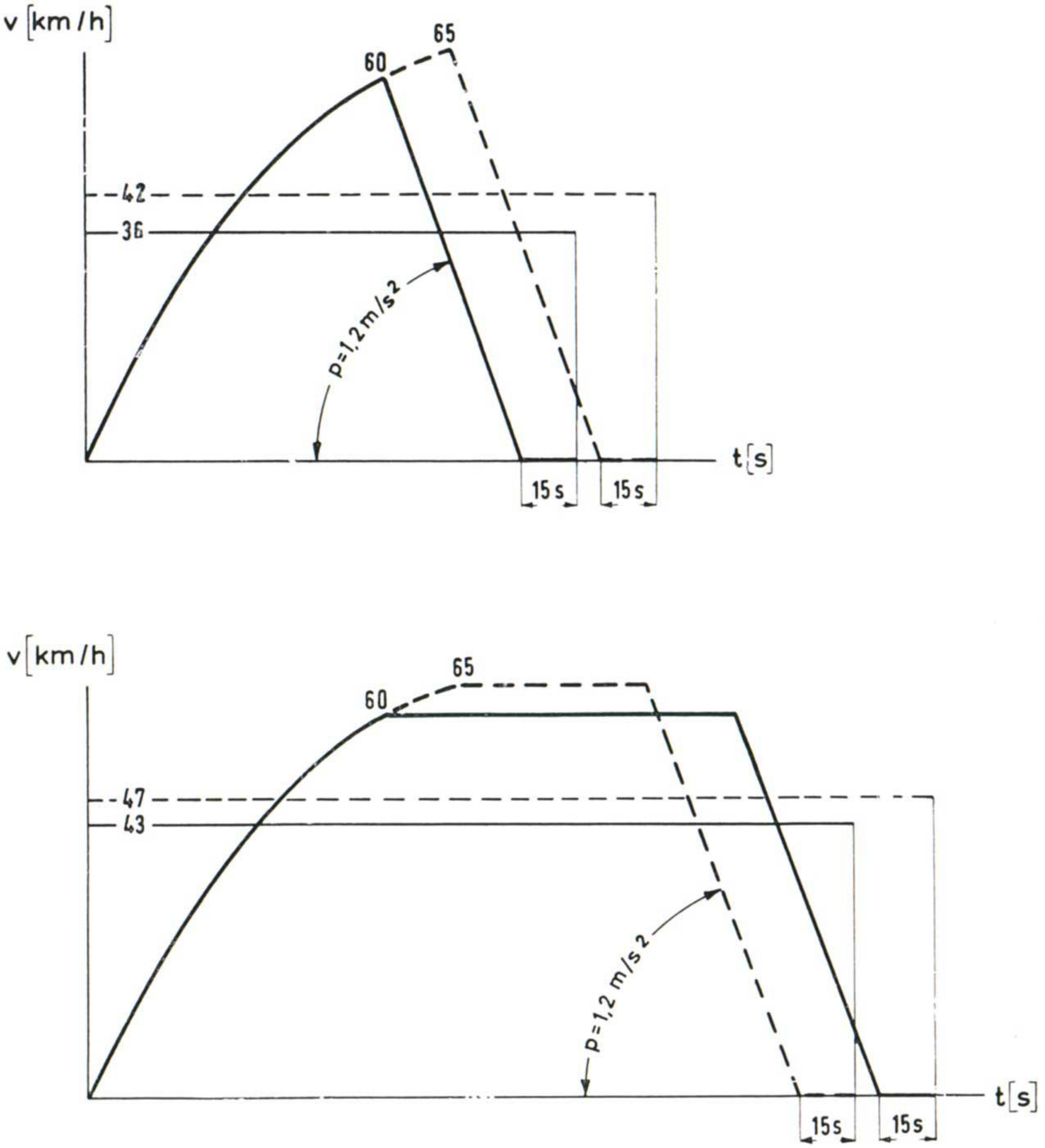


Figure 11. — Vitesse commerciale respectivement sans et avec vitesse de régime entre démarrage et freinage. (Cliché « Verkehr und Technik »)

BGK 75 dmff ; cette intensité ne dépasse pas 165 A sur les lignes hors ville et dans les conditions suivantes : une distance de démarrage de 1300 à 1600 m., un parcours de marche à vitesse constante de 800 m. et une distance de freinage de 130 à 150 m., le temps de parcours y compris la durée des arrêts étant de 150 à 190 sec. et la rame à occupation pleine. Suivant les mesures faites, une intensité de 167 A est admissible à 1300 tours/min., ce qui est un nombre de tours relativement peu élevé.

Les mesures d'échauffement relevées en exploitation confirment ces calculs. Au moyen du contrôleur de température électronique « Thermophil » pour un parcours de 4 heures c.-à-d. deux fois Düsseldorf-Duisburg et retour et sur deux compositions de trains différentes, on a mesuré la surtempérature de commutation comme suit :

1. TRAIN VIDE composé d'une motrice articulée à 4 bogies et d'une remorque à 2 bogies, remorquant en outre une motrice articulée à 3 bogies (celle-ci équivalent à la charge d'une pleine occupation de 310 personnes) :

   surtempérature 58° C

2. TRAIN OCCUPE à l'heure de pointe, composé d'une motrice articulée à 4 bogies et d'une remorque à 2 bogies :

   surtempérature 50° C

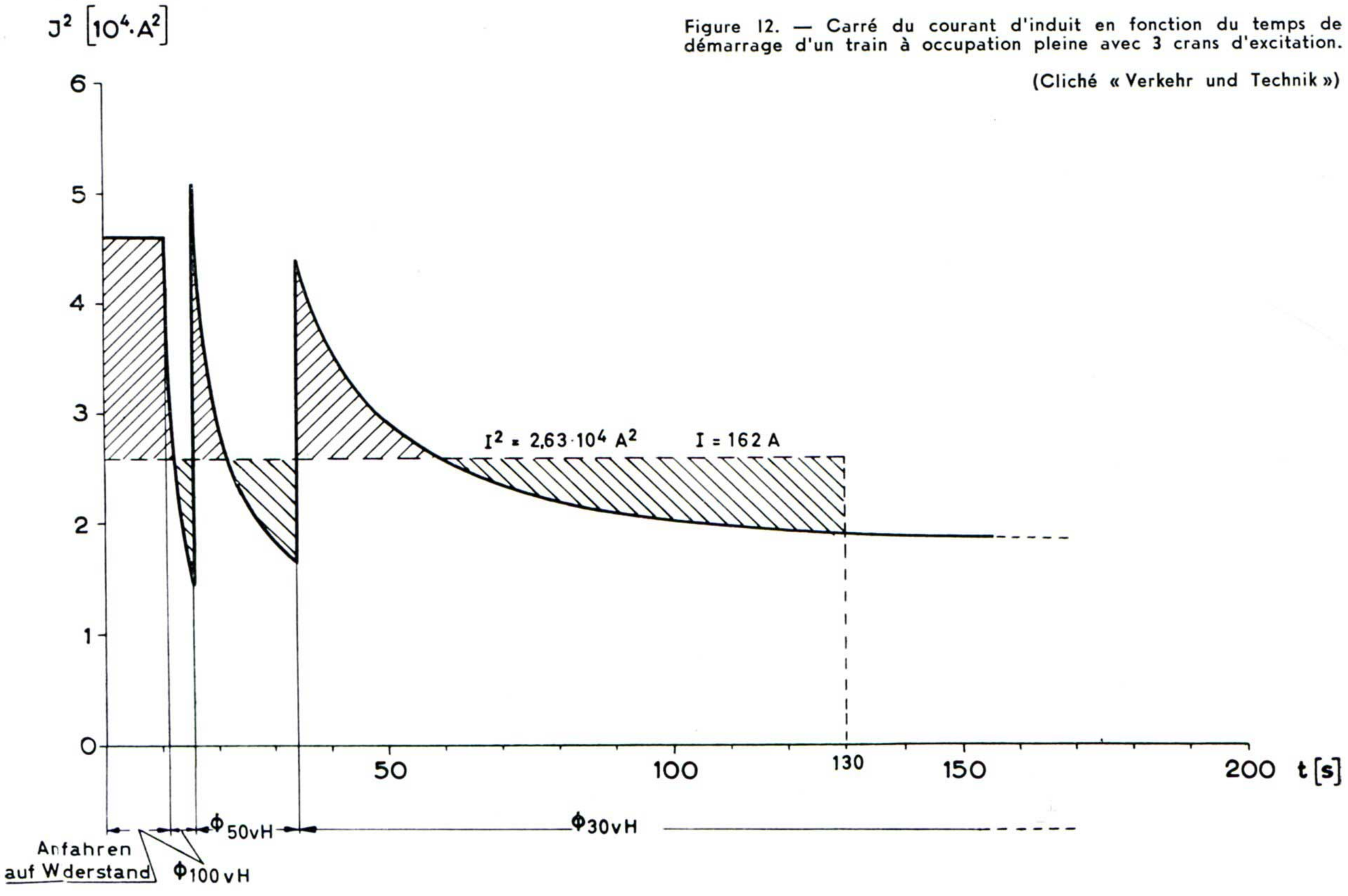


Figure 12. — Carré du courant d'induit en fonction du temps de démarrage d'un train à occupation pleine avec 3 crans d'excitation.

(Cliché « Verkehr und Technik »)

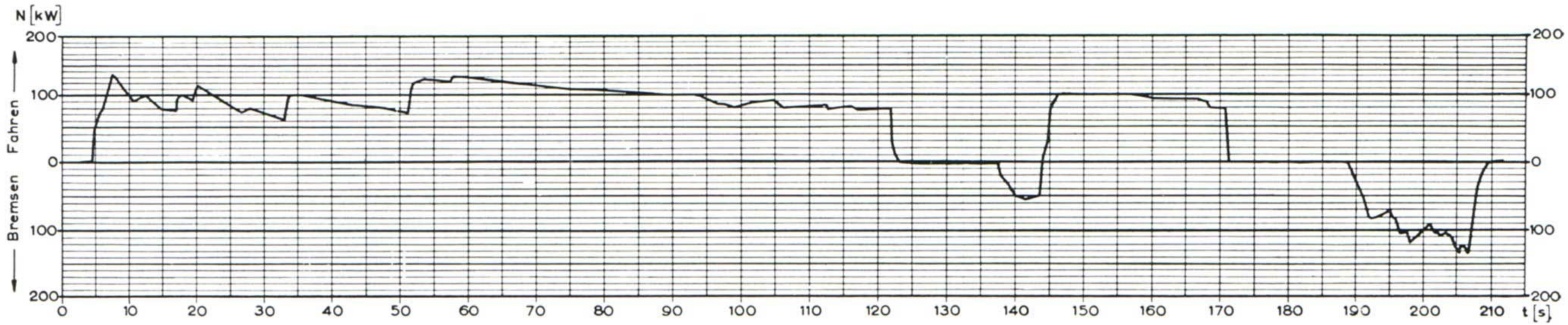


Figure 13. — Diagramme de traction et freinage sur la section Wittlaer-Froschenteich (hors ville) (Cliché « Verkehr und Technik »)

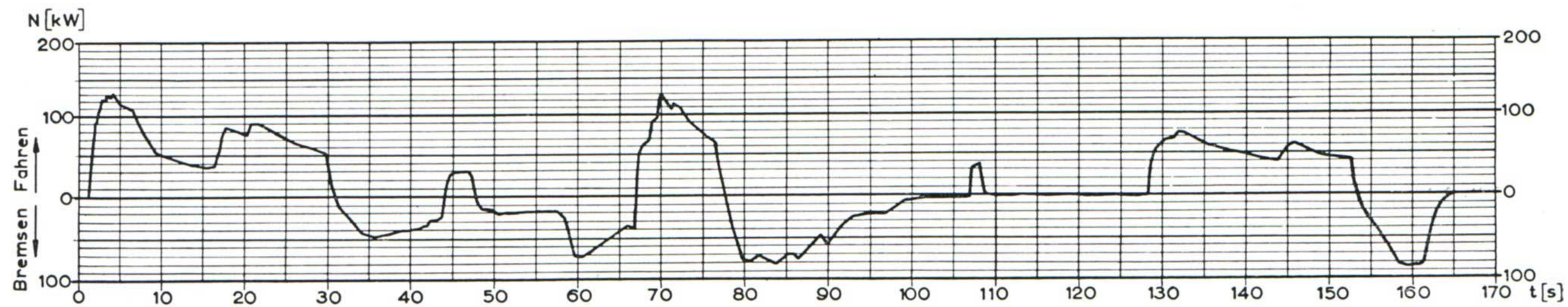


Figure 14. — Diagramme de traction et freinage sur la section Ratinger Tor-Wilhelm Marx Haus (en ville). (Cliché « Verkehr und Technik »)

La première mesure fut encore complétée par un diagramme du courant d'induit en fonction du temps, établi au moyen d'un instrument graphique. Les figures 13 et 14 montrent à titre d'exemple le relevé établi entre deux arrêts d'une part en trafic suburbain sur siège spécial, et d'autre part en ville. Tant les mesures prises individuellement que la somme des deux, donnent une intensité effective inférieure à celle admissible. L'intensité effective pour un trajet aller-retour sans stationnement au terminus est de 117 à 132 A et confirme l'exactitude des mesures de surtempérature de commutation dont la limite admissible est de 85° C.

A la vitesse de régime de 26 km/h et à la vitesse commerciale de 29,5 km/h les moteurs ont encore une réserve de puissance suffisante. D'un autre côté il appert que sur l'ensemble de la ligne l'occupation pleine, même aux heures de pointe, ne doit pas dépasser le chiffre fixé de 310 voyageurs.

Consommation d'énergie

Les considérations qui précèdent, déterminent pour une tension moyenne en ligne de 600 Volts la consommation d'énergie de la ligne Düsseldorf-Duisburg d'une longueur de 26 km et ce pour une rame pleinement occupée de 56 T. au total. La consommation d'énergie atteint exactement 50 kWh ou 34,4 Wh/tkm — elle est remarquablement basse et correspond avec 18 arrêts entre Düsseldorf et Duisburg à une vitesse moyenne de 13,3 ms. — 48 km/h, à une résistance à l'avancement moyenne de 10.10^{-3} et à une distance de démarrage de 60 % de la longueur de la ligne.

Une comparaison des frais d'énergie de cette rame suburbaine à 6 bogies et pleinement occupée, avec 2 autobus articulés de 16,50 m de long, offrant pratiquement le même nombre de places, montre l'avantage prédominant du véhicule sur rails. La rame suburbaine exige environ 5 DM de frais d'exploitation et les 2 autobus par contre 8 DM pour le trajet Düsseldorf à Duisburg. Cette différence représente sur la base de 150.000 voitures/km par an une diminution des frais d'énergie d'un véhicule sur rails de 17.000 DM. A cela s'ajoute l'économie de personnel d'un chauffeur d'autobus à raison de trois prestations par jour et qui se monte à environ 25.000 DM par an.

L'économie d'énergie et de personnel pour 4 trains circulant rationnellement sur cette ligne peut être évaluée à 160.000 DM par an.

ENCLENCHEMENT AUTOMATIQUE DU DERNIER CRAN PRESELECTIONNE DE SHUNTAGE

Comme le montre clairement la figure 10, les pointes de courant avec deux crans d'affaiblissement du champ d'excitation sont élevées. Il faut dès lors éviter dans la mesure du possible que le conducteur utilise le second cran shunt à 30 % d'excitation, lorsque la vitesse est inférieure à 40 km/h. Dans ce but on a placé un simple automatique qui ne libère le second cran qu'au-dessus de 42 km/h. Il est alimenté, pratiquement sans puissance par le générateur type VDO et consiste en un redresseur et un relais-transistor du type Franz Baumgartner. La figure 15 montre le principe de ce fonctionnement.

LIMITATION AUTOMATIQUE DE LA VITESSE MAXIMUM FIXEE

L'automatique décrit ci-dessus possède outre le relais 4 pour le shuntage, encore un autre relais 5, qui agit d'abord au-delà de 67 km/h et ensuite excite la bobine de déclenchement de l'interrupteur automatique du courant d'alimentation. (fig. 17). Ceci donne la garantie qu'un train vide ne puisse dépasser la vitesse maximum possible de 81 km/h (fig. 8 et 9). Si le conducteur trouve incommode, lorsqu'il a atteint une trop grande vitesse, de faire la manœuvre de coupure du courant à la main, ce relais l'empêche de dépasser le 65 km/h. L'excédent de puissance disponible au-dessous de cette limite donne à une rame incomplètement occupée une accélération suffisante.

PHARES PLUS PUISSANTS

La pleine obscurité sur les lignes extérieures en siège indépendant, qui n'offre qu'une puissance réflective minima, suppose un bon éclairage au moyen de phares. La rame d'essai a reçu outre le phare

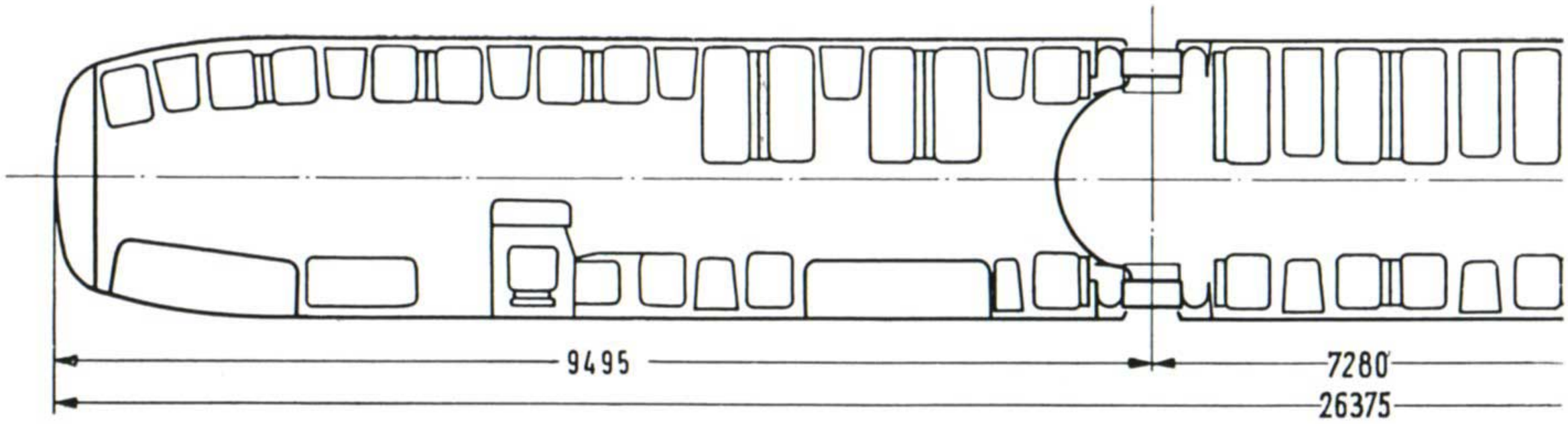


Figure 16. — Coupe en plan de la motrice articulée avec compartiment-restaurant.
(Cliché « Verkehr und Technik »)

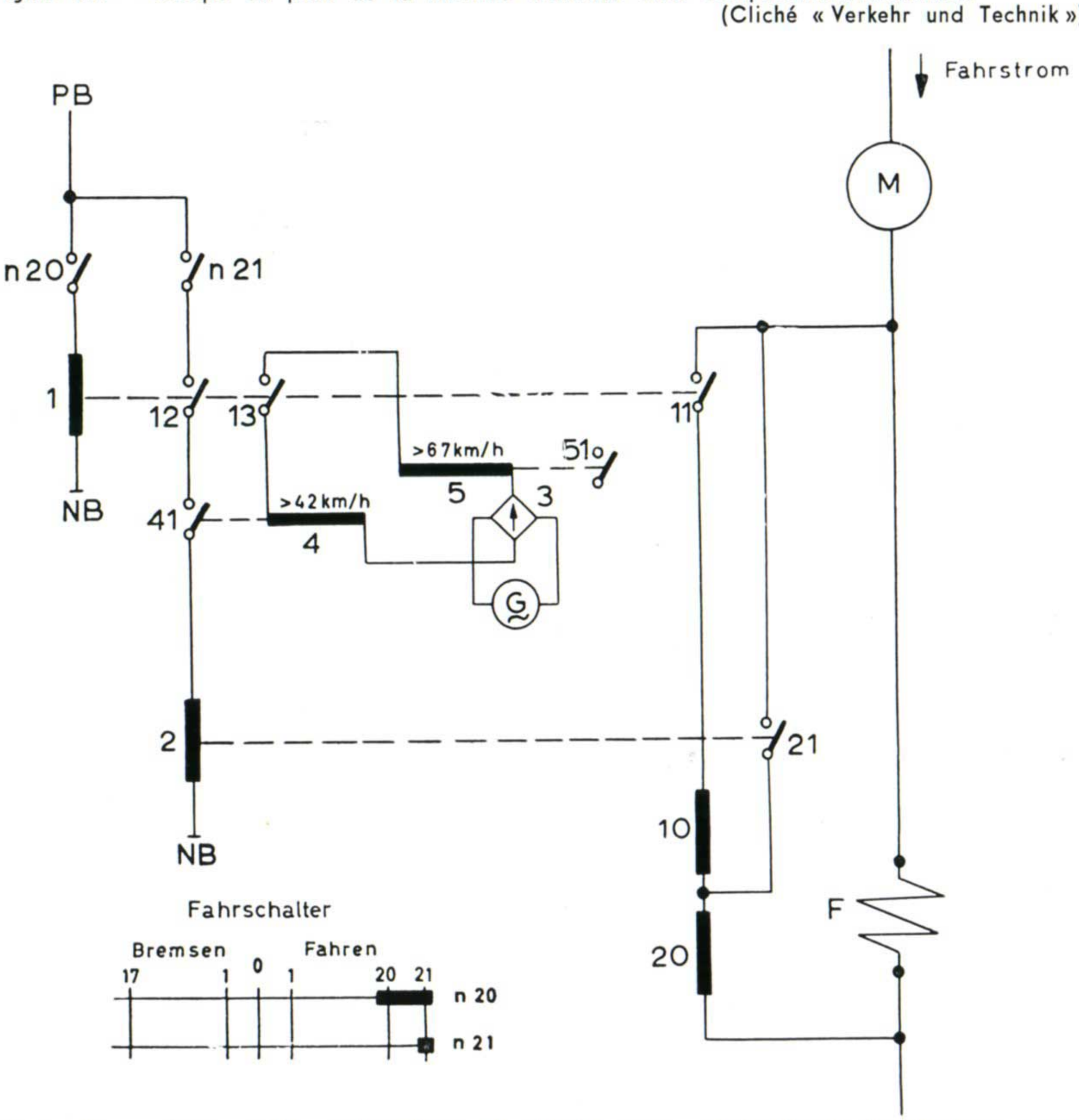
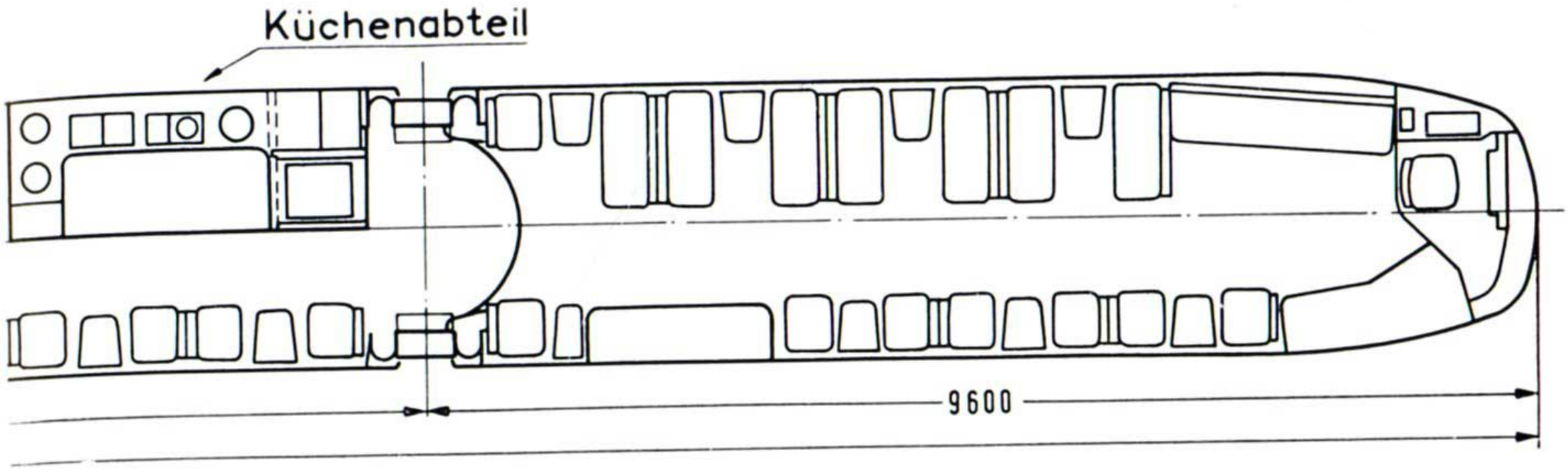


Figure 15. — Commutation automatique du dernier cran présélectionné de shuntage à une vitesse supérieure à 42 km/ (un seul moteur est représenté sur le schéma).

M = moteur de traction
F = bobine d'excitation
G = génératrice de vitesse
1 = protection de shuntage 1er cran (50 %)
10 = résistance inductive de shuntage 10 plus 20 pour 50 % d'excitation
11-12-13 = contacts de la protection 1
2 = protection de shuntage 2ème cran (30 %)
20 = résistance inductive de shuntage pour 30 % d'excitation
21 = contact de la protection 2
3 = redresseur pour la génératrice de vitesse
4 = protection pour 2 crans de shuntage à plus de 42 km/h
41 = contact de la protection 4
n 20 = contacteur à cames du controller sur l'avant dernier cran à 50 % d'excitation
n 21 = contacteur à cames du controller sur le dernier cran à 30 % d'excitation
PB = pôle positif de la batterie
NB = pôle négatif de la batterie

(Cliché « Verkehr und Technik »)



65 Sitzplätze
145 Stehplätze

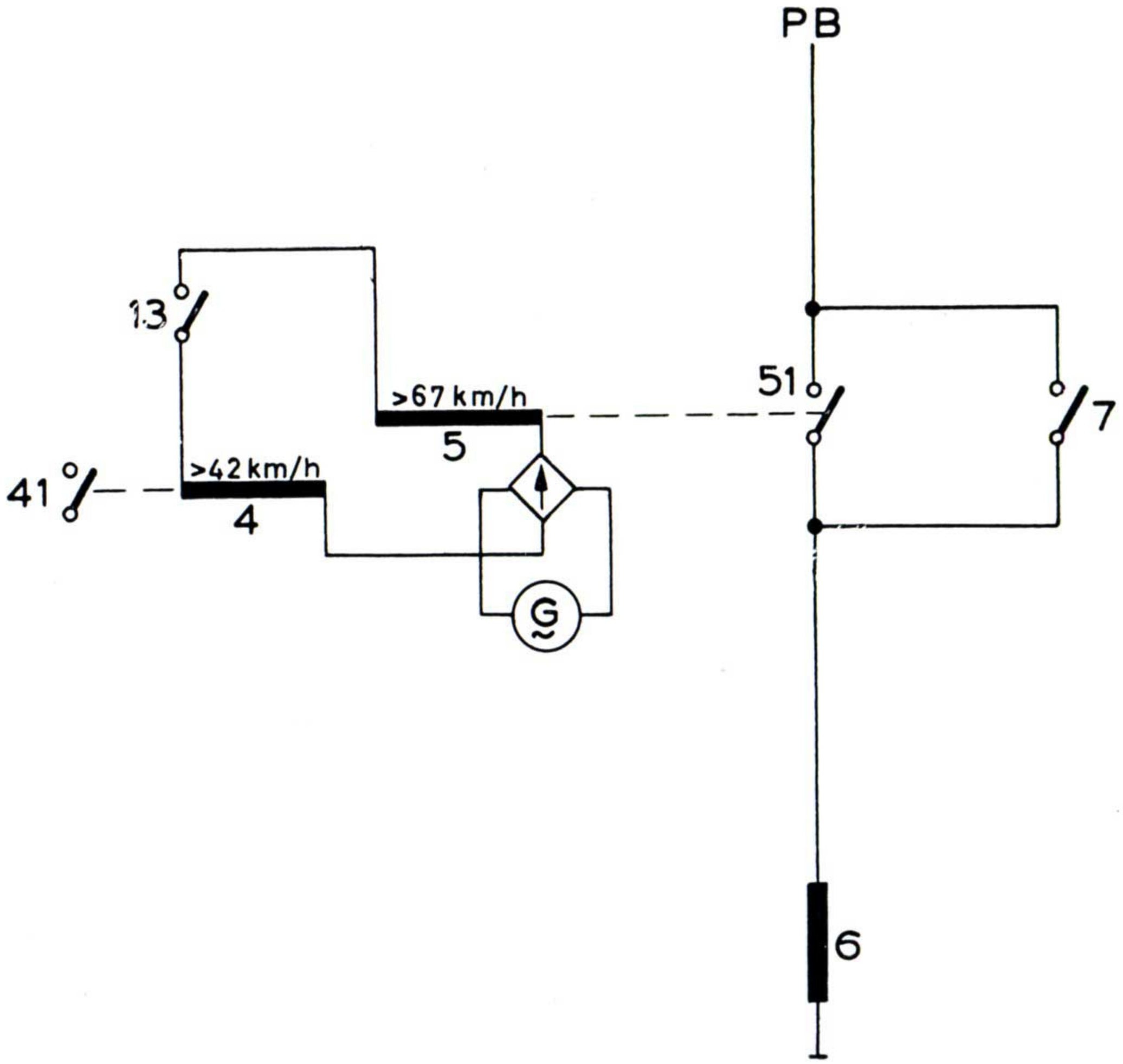


Figure 17. — Limitation automatique de la vitesse au delà de 67 km/h

5 = protection du déclanchement du disjoncteur automatique du courant d'alimentation
51 = contact de la protection 5
6 = bobine de déclanchement du disjoncteur automatique du courant d'alimentation
7 = touche de déclanchement pour le disjoncteur du courant d'alimentation
PB = pôle positif de la batterie
NB = pôle négatif de la batterie

(Cliché « Verkehr und Technik »)

actuel des motrices articulées, un phare Bosch supplémentaire (fig. 6), qui n'éclaire qu'à distance. Cet équipement donne complète satisfaction. Les motrices à construire seront munies de deux phares placés très près l'un de l'autre, sous 24 Volts, portant des lampes à incandescence de 50 W conformément au StVZO § 50 (4).

CHAUFFAGE PAR LE COURANT DU RESEAU

Sur une section donnée, par exemple de la gare principale jusqu'à Keiserwerth, le chauffage alimenté par le courant du réseau, d'une voiture urbaine équipée de deux moteurs de 100 kW et pleinement occupée, absorbe dans les meilleures conditions 12 kW. Le temps moyen de parcours d'un arrêt à l'autre est de 96 secondes. Par comparaison le temps entre arrêts sur la ligne Düsseldorf-Duisburg est de 210 s. ; de ce fait la puissance disponible pour le chauffage baisse fortement. Les motrices recevront dans les compartiments avant et arrière le même chauffage par courant du réseau du type Seico avec ventilateur, comme il y a déjà dans la partie médiane des motrices articulées à trois éléments. Une puissance de chauffage totale de 12 kW semble suffisante sur la ligne suburbaine par température extérieure basse.

ISOLATION DU POSTE DE CONDUITE

L'expérience a prouvé que contrairement aux lignes urbaines, il convient de prévoir un poste de conduite isolé sur les voitures des lignes suburbaines, pour préserver le conducteur de toutes sources de dérangement résultant de l'obscurité. Toutefois, le poste doit être conçu de telle manière que le conducteur puisse contrôler les cartes à vue que lui présentent les voyageurs montant à l'avant. Ce système est appliqué sur les voitures articulées des lignes urbaines nonobstant la circulation dirigée des voyageurs.

DISPOSITION DES SIEGES

En 1951 lors de la mise en service des premières voitures allemandes à grande capacité, on estimait devoir orienter tous les sièges sans le sens de la marche. Cette mesure très alléchante et moderne s'avéra rapidement peu pratique, car la distance entre sièges fut estimée trop réduite, et de plus le voyageur assis contre la paroi ne pouvait quitter sa place que si la personne assise à côté de lui, voulait bien se lever. C'est pourquoi les voitures à construire recevront la disposition traditionnelle qui élimine le désavantage précité.

AUGMENTATION DU NOMBRE DE PLACES ASSISES

Les voyageurs des lignes suburbaines exigent plus de confort dans la voiture motrice ; la remorque, ne circulant qu'aux heures de pointe, peut avoir le même nombre de sièges qu'en service urbain. La motrice qui comprenait 55 ou 49 places assises et 193 ou 205 debouts offrira dès lors 63 places assises et 145 debouts (en dehors des places réservées au personnel).

ACCESSOIRES

Pour la commodité des voyageurs on a installé des tablettes de fenêtres, des filets à bagages pour petits objets, et des crochets porte-manteaux, comme il y a toujours eu jusqu'à présent dans les voitures à long parcours.

COMPARTIMENT - RESTAURANT

La mise en service de matériel urbain sur la ligne suburbaine, a prouvé que les voyageurs regrettaient les voitures-restaurants. Les nouvelles motrices articulées recevront dès lors un compartiment-restaurant aménagé dans la caisse médiane (fig. 16) comprenant aussi la cuisine. Cette disposition offre comme avantage que les caisses avant et arrière sont identiques à celles du service urbain.

MEILLEUR ECLAIRAGE INTERIEUR

Enfin voici une amélioration qu'appréciera le voyageur-lecteur. Aux heures de pointe des chutes de tension indésirables se produisent inévitablement sur les sections suburbaines. L'éclairage par incandescence baisse d'intensité. Pour pallier à cet inconvénient on a essayé avec suc-

cès sur les lignes urbaines un éclairage par tubes fluorescents avec onduleur, qui transforme directement l'énergie de la ligne d'alimentation. Ce système qui ne dépend que partiellement de la tension en ligne, fournit une intensité d'éclairage agréable, près de 4 fois plus puissante que celle exigée sur la rame articulée actuelle à 4 bogies ; de plus, il alimente le réseau à basse tension.

CONCLUSION

La comparaison d'une rame suburbaine ancienne avec une nouvelle motrice articulée à trois éléments avec remorque, montre le développement logique qui s'est opéré en passant successivement de la voiture à 2 bogies, à l'articulée à 2 éléments (sur 3 bogies) et enfin à l'articulée à 3 éléments (4 bogies).

Par l'augmentation de la capacité et la réduction des frais d'acquisition, ce développement a conduit à une importante économie de personnel.

NOTE DE « RAIL & TRACTION »

La remarquable étude dont nous venons de donner la primeur en langue française, démontre de toute évidence que la solution « tramways » en matière de transports en commun, résoud les problèmes qui se posent à l'exploitant, donne satisfaction aux usagers et ménage l'avenir. En effet, un tel matériel rationnel peut, pratiquement sans modifications majeures, passer du jour au lendemain en siège spécial urbain, souterrain ou aérien où il échappera aux vicissitudes anarchiques de la circulation des véhicules individuels.

Il convient d'établir des plans à longue échéance, de dégager une doctrine et... de s'y tenir ; dans un tel problème, il faut se dégager totalement des influences politiciennes et des marchandages qui en découlent.

De bons transports en commun sont indispensables à la vie nationale ; ils doivent allier confort, vitesse, salubrité et économie ; nous sommes loin de compte actuellement.

S'il est logique et sain d'établir de nouvelles lignes en rocade au moyen d'autobus et pour autant que le trafic soit assez petit, il est absurde de convertir des lignes de tramways en desserte par autobus malodorants, inconfortables et... peu économiques.

Il convient de ne pas verser dans les erreurs commises à l'étranger où certaines villes se trouvent dans des situations sans issue par manque de largeur de vues de leurs dirigeants ; l'exemple allemand doit servir de modèle à ceux qui veulent penser un peu plus loin qu'au bilan de l'exercice en cours.

Les transports en commun constituent un problème majeur où la faune politicienne n'a pas à mettre le nez ; il est du ressort exclusif des sociologues, des économistes et des ingénieurs ; les intérêts privés, si légitimes soient-ils, doivent s'incliner.

On ne fait rien de grand avec des bilans.

H. F. G.

★

BIBLIOGRAPHIE

1. REINFELD, Herbert : Rationalisierungsmassnahmen für die Fernlinie Düsseldorf-Duisburg. VuT 11 (1958) Nr. 8. S. 223/224.

2. REBBELMUND, Georg : Der Nahverkehr steht vor grossen Zukunftsaufgaben. (Jahrestagung des Verbandes Offentlicher Verekhrsbetriebe in Köln). Nahverkehrs-Praxis 5 (1957) Nr. 7, S. 187/195, insbes. S. 190/194.

3. PRASSE, Walter, und REINFELD, Herbert : Strassenbahnen (Jahresübersicht). DVI-Z. 98 (1956) Nr. 19, S. 1036/1938 ; dort weitere ausführliche Schrifttumsangaben.

4. SAUDER, Carl : Ein Grossraum-Vierachser einfachster Bauart, seine Einsatzmöglichkeit und seine Wirtschaftlichkeit. Schriftenreihe des Verbandes Offentlicher Verkehrsbetriebe (VOV), Essen 1952, Nr. 6, S. 21/27.

5. REINFELD, Herbert : Einmotorige Grossraumwagen der Rheinbahn. VuT 8 (1955) Nr. 6, S. 285/286.

6. SAUDER, Carl, und PRASSE, Walter : Zur Frage des Einsatzes von Doppeltriebwagen. Der Nahverkehr 1 (1956) Nr. 1/2, S. 26/28.

7. REBBELMUND, Georg : Gelenkwagen für den Strassenbahnbetrieb einer Grossstadt. VuT 9 (1956) Nr. 3, S. 60/63.

8. REBBELMUND, Georg : Die Gelenkwagen der Rheinischen Bahngesellschaft AG. Wirtschaft und Technik im Transport 26 (1957) Nr. 7/9 (120), S. 102/108, und Nr. 10/12 (121), S. 174/177.

9. Der Stuttgarter Grossraum-Gelenkwagen. Nahverkehrs-Praxis 2 (1954) Nr. 4, S. 82/84.

10. REBBELMUND, Georg : Betriebliche und abfertigungstechnische Erfahrungen met sechsachsigen Gelenkstrassenbahnwagen. Der Stadtverkehr 2 (1957) Nr. 8, S. 158/160.

11. Siewertz van REESEMA, A.W. : Die PCC-Strassenbahnwagen für Einmannbetrieb der Nahverkehrsbetriebe Den Haag. Der Stadtverkehr 3 (1958) Nr. 2, S. 25/27, insbes. E. 25.

12. PRASSE, Walter, und REINFELD, Herbert : Strassenbahnen (Jahresübersicht). VDI-Z. 99 (1957) Nr. 19, S. 854/856.

13. REINFELD, Herbert : Die technische Entwicklung im Strassenbahn- und Omnibuswesen. Kommunalwirtschaft (1957) Nr. 8, S. 304/308.

14. REBBELMUND, Georg : Die Rationalisierung der Strassenbahnbetriebes einer Grossstadt, gezeigt am Beispiel Düsseldorf. In : Schiene und Strasse, Dortmund 1959 ‚Verkehrs- und Wirtschafts-Verlag GmbH.

15. REINFELD, Herbert : Gesteigerte Beförderungskapazität bei Strassenbahn und Omnibus. Kommunalwirtschaft (1959), Nr. 8, S. 337/38.

16. FESTER, Joachim, und STEIN, Kurt : « Eine Grossstadt ohne Tram » (Vergleich Marseille-Frankfurt a. M.). (Erwiderung zu der Artikelserie der FNP).

17. REBBELMUND, Georg : Neuartiges Bremssolenoid für vollelektrische Bremseinrichtungen. VuT 12 (1959) Nr. 6, S. 177/179.

18. REINFELD, Herbert : Elektrische Bremseinrichtungen für Strassenbahnen. VuT 12 (1959) Nr. 6, 179/186.

19. REINFELD, Herbert : Messung des Bewegungswiderstandes von Fahrzeugen mit der Schleppachse. VuT 12 (1959) Nr. 3, S. 76/80.

20. REINFELD, Herbert : Neuzeitliche Innenbeleuchtung von Nahverkehrsfarzeugen. VuT 11 (1958) Nr. 4. S. 92/95.

(extrait de « Verkehr und Technik », Schrif-tenreihe, fasc. 7)

VERKEHR
UND
TECHNIK

Revue spécialisée dans les transports et la technique du trafic et des véhicules.

Organe de
— Verband Oeffentlicher Verkehrsbetriebe (VOV)
— Verband Deutscher Nichtbundeseigener Eisenbahnen e.V. (VDNE).

Rédaction :
Dr.-Ing. Werner Sand.

Paraît mensuellement - chaque numéro comprend 28 pages, format DIN A 4.
Prix de l'abonnement trimestriel : DM 13,50.
Prix au numéro : DM 4,50.

Schriftenreihe für
VERKEHR UND TECHNIK

Ont déjà paru (en langue allemande) :

Fascicule 1 : **Verkehr im Zeichen technischer Neuheiten.**
— Le transport en fonction des nouveautés techniques.
— 31 pages, format DIN A 5, broché. Prix : DM 3,20
Par abonnement : DM 2,90

Fascicule 2 : **Aufsicht, Auflagen und Entschädigungen der öffentlichen Hand im Verkehrswesen. Grundsatzfragen der Eisenbahnaufsicht.**
— Surveillance, charges et dédommagements des pouvoirs publics en matière de transport. Questions fondamentales en matière de surveillance des chemins de fer.
— 15 pages, format DIN A 5, broché. Prix : DM 2,20
Par abonnement : DM 1,90

Fascicule 3 : **Eisenbahnen und Wirtschaft-gemeinwirtschaftliche Belastungen der Eisenbahn.**
— Les chemins de fer et l'économie-charges économiques générales des chemins de fer.
— 34 pages, format DIN A 5, cartonné. Prix : DM 4,20
Par abonnement : DM 3,70

Fascicule 4 : **Streckenanlage und Sicherheit.**
— Installations de voie et sécurité.
— 52 pages, format DIN A 5, cartonné. Prix : DM 5,90
Par abonnement : DM 5,30

Fascicule 5 : **Zur Frage der künftigen Verkehrsmittel für den öffentlichen Personennahverkehr.**
— La question du moyen de transport futur en matière de transport public régional de personnes.
— 32 pages, format DIN A 5, cartonné. Prix : DM 4,30
Par abonnement : DM 3,90

Fascicule 6 : **Das Problem der gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen in öffentlichen Nahverkehr.**
— Le problème des obligations économiques générales dans le transport public régional.
— 44 pages, format DIN A 5, broché. Prix : DM 4,30
Par abonnement : DM 3,90

Fascicule 7 : **Gelenk- und Doppelgelenkwagen der Rheinbahn.**
— Motrices articulées à 2 et 3 éléments de la Rheinbahn.
— 29 pages, format DIN A 5, broché. Prix : DM 3,50
Par abonnement : DM 3,10

ERICH SCHMIDT VERLAG
BERLIN W35 - BIELEFELD - MÜNCHEN

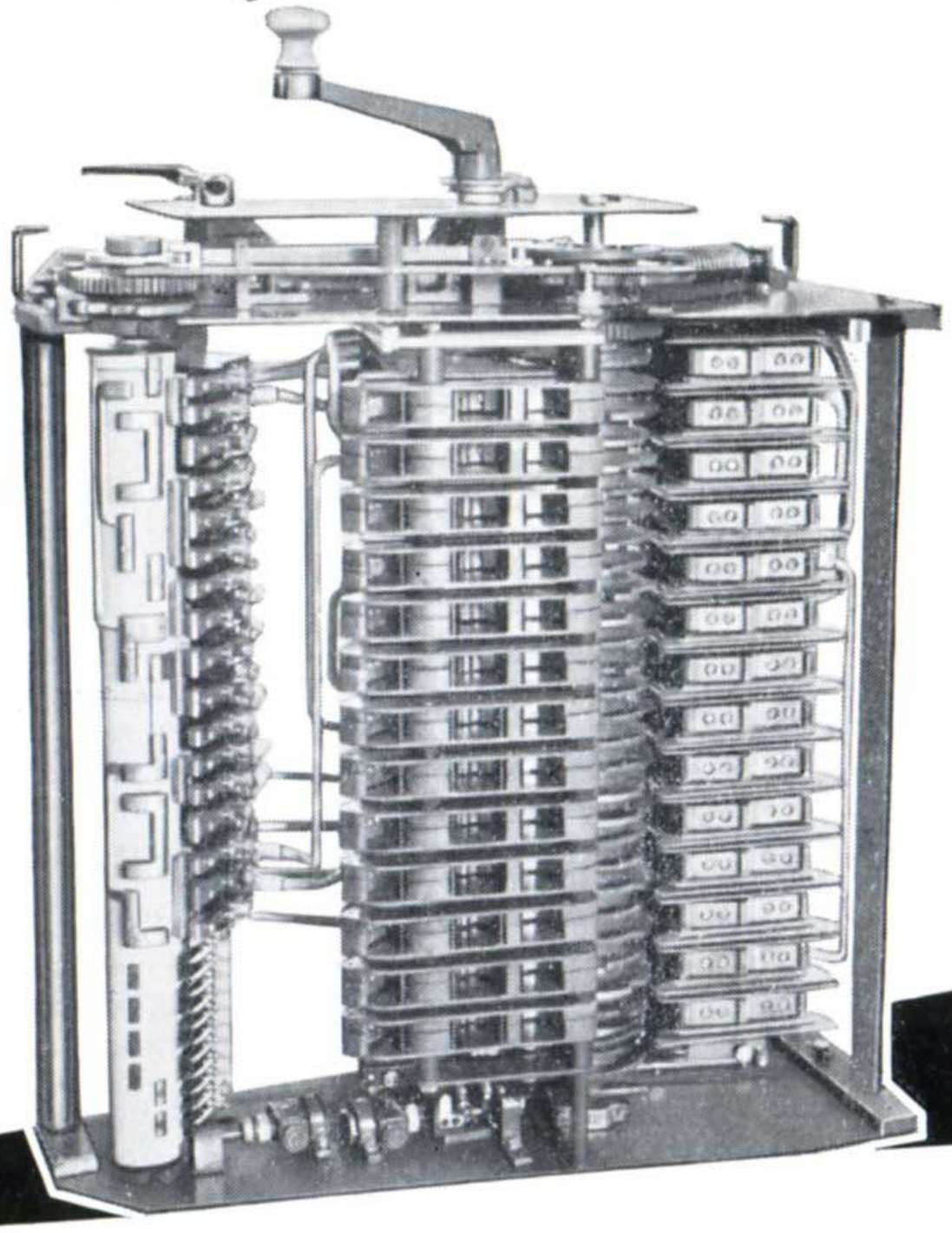
KIEPE

Tous les

équipements

électriques de traction

Controller vertical pour
commande
de 4 moteurs de tramways



KIEPE · DÜSSELDORF-REISHOLZ

TRAMWAYS

LES TRAMWAYS DE SARAJEVO

par Raoul G. HAUSMAN
Ingénieur E.C.A.M.

Le problème du transport en commun dans les villes yougoslaves, se présente sous la forme d'une augmentation régulière et massive des personnes à transporter. La construction de nouveaux quartiers résidentiels en dehors des centres et l'établissement de nombreuses industries dans la périphérie, obligent les responsables des communications à échafauder des projets d'une ampleur, qui est rarement possible dans nos régions. Les services de l'Urbanisme et celui des Transports travaillant de conserve, ne regardent pas à modifier éventuellement tout un courant de circulation, ne tenant compte que de l'intérêt général et réservant toutes les possibilités d'extension pour l'avenir.

L'exemple de Sarajevo ne saurait mieux illustrer l'audace de cette politique des transports en commun.

Sarajevo, capitale de la Bosnie, est une ville de 185.000 habitants. Ville royale de l'époque turque, elle a conservé une profonde empreinte de l'Islam. Bâtie dans un cirque de montagnes ouvert vers l'ouest, l'extension de la ville devait nécessairement suivre cette direction. A l'est, une gorge profonde permet à une route et un chemin de fer à voie de 760 mm. de se glisser vers la Serbie.

Au centre de la vieille ville, terminus des lignes 1 et 2 à Bàscàpsija. (Photo R. Temmerman)

Devant la nouvelle gare de Sarajevo, motrice à deux essieux et remorque ouverte.
(Photo R. Temmerman)

La vieille ville turque est accrochée au flanc de cet amphithéâtre et entourée de ses vieux murs d'enceinte, hérissés de quelques portes étroites. Au fond, la ville moderne avec ses rues rectilignes et ses maisons monumentales datant de l'époque de l'Empire Austro-Hongrois. Dans ce décor se dresse les nombreux minarets des mosquées qui débordent largement l'ancienne ville. Actuellement encore 50 p.c. de la population est musulmane.

A 14 kilomètres du centre de la ville Ilidza, ville d'eau renommée, abrite les jaillissantes sources de la Bosna. Cette rivière, large de 12 mètres à sa source, coule en direction ouest puis nord, pour se jeter dans la Save à environ 250 kilomètres. C'est aussi le long de cette rivière, que la route et le chemin de fer à voie normale, mettent Sarajevo en communication facile avec les autres grandes villes yougoslaves.

Entre Sarajevo et Ilidza, s'étend la zone naturelle d'extension de la ville, d'un côté la zone résidentielle, de l'autre les nouvelles usines.

Depuis la guerre les Chemins de fer Yougoslaves ont construit une nouvelle gare appelée Sarajevo-Nove ; gare de conception toute moderne, située à 2 kilomètres plus près du centre que l'ancienne gare (Hara-Stanica). Les chemins de fer à voie de 760 mm. venant de Titograd et Dubrovnik et allant vers la Serbie, ont aussi prolongé leur voie jusqu'à la nouvelle station. Une large avenue double, relie la nouvelle gare aux grandes rues d'accès du centre.

SITUATION ACTUELLE

Actuellement les transports en commun sont exploités par la Gradsko Saobracajno Preduzece (Société de Trafic Urbain) ; ils se composent d'un réseau de tramways, un réseau d'autobus, un téléphérique et d'un télésiège.

LIGNES DE TRAMWAY

Sarajevo a été la première ville de l'Empire Austro-Hongrois à faire circuler un tramway électrique. Dès 1885, une première ligne reliait la gare au centre

de la ville. Elle était exploitée avec 5 voitures à chevaux ; mais en 1895, la première motrice électrique était mise en service, il y avait alors 28.000 habitants. Maintenant chaque jour, environ 100.000 voyageurs prennent le tramway. Le réseau se compose de 3 lignes, toutes trois axées dans la vallée, ce sont :

— ligne n° 1 — Novo Sarajevo - Bascapsija. (nouvelle gare - vieille ville) ;
— ligne n° 2 — Hara Stanica - Bascapsija. (vieille gare - vieille ville) ;
— ligne n° 3 — Dolac Malta - Vjecnica. (faubourg ouest - Musée).

Toutes ces lignes sont à voie de 760 mm. ; elles sont à double voie, sauf un tronçon de la ligne 3.

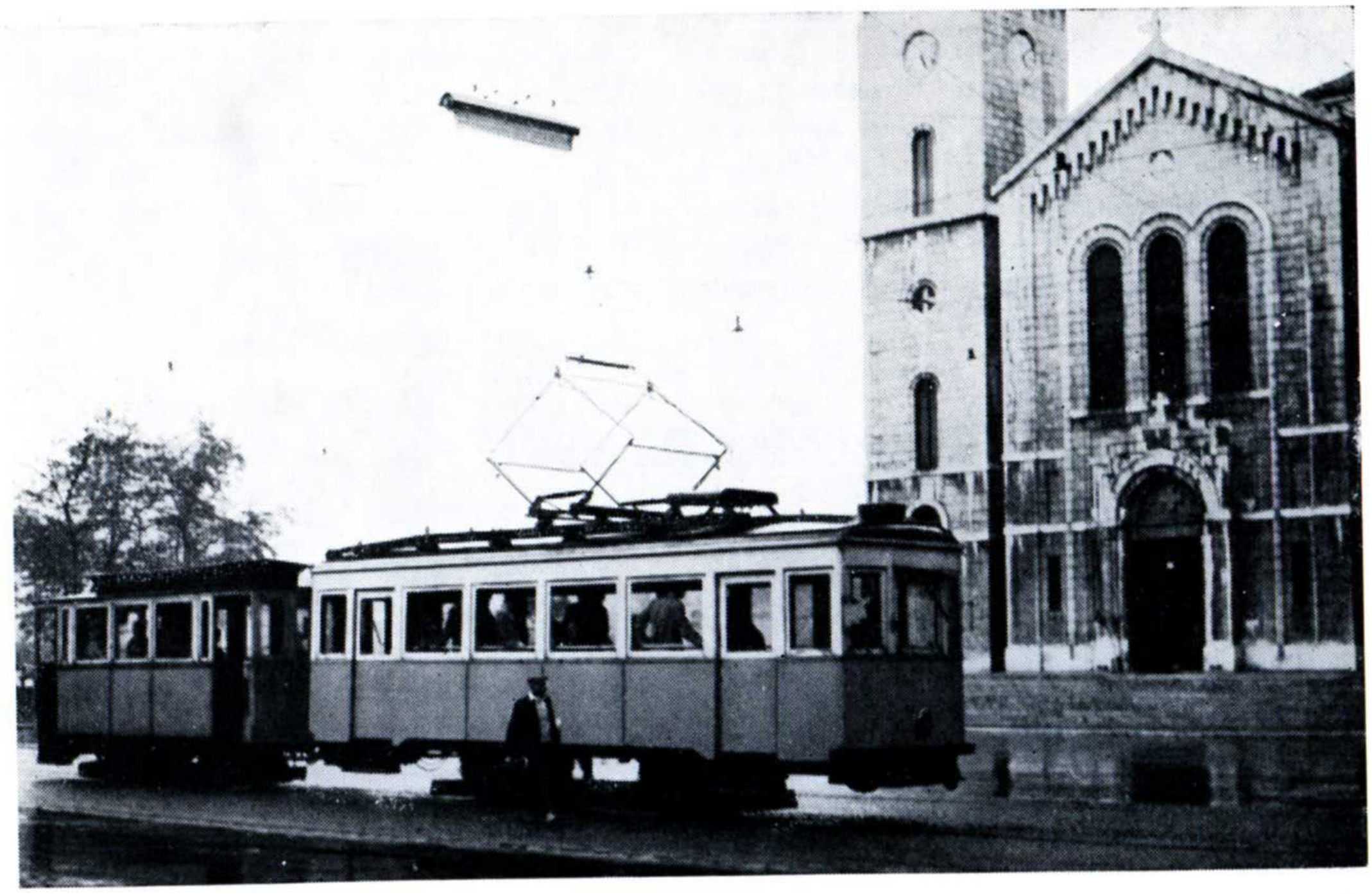
Le matériel se compose de 20 motrices à 2 essieux avec moteurs Siemens de 36 Kw. type G.37. Cet équipement électrique avait été fourni dans l'entre-deux guerres, tandis que le matériel roulant construit à Graz, date encore de l'époque autrichienne. Ce matériel, peint en bleu, bien entretenu et modernisé, parvient encore à fournir l'énorme effort qui lui est demandé. Sur 20 motrices, 19 sont en service aux heures de pointe ! Le parc des remorques se compose de 23 voitures à 2 essieux. Ces voitures de différentes provenances forment néanmoins avec les motrices, des trains homogènes.

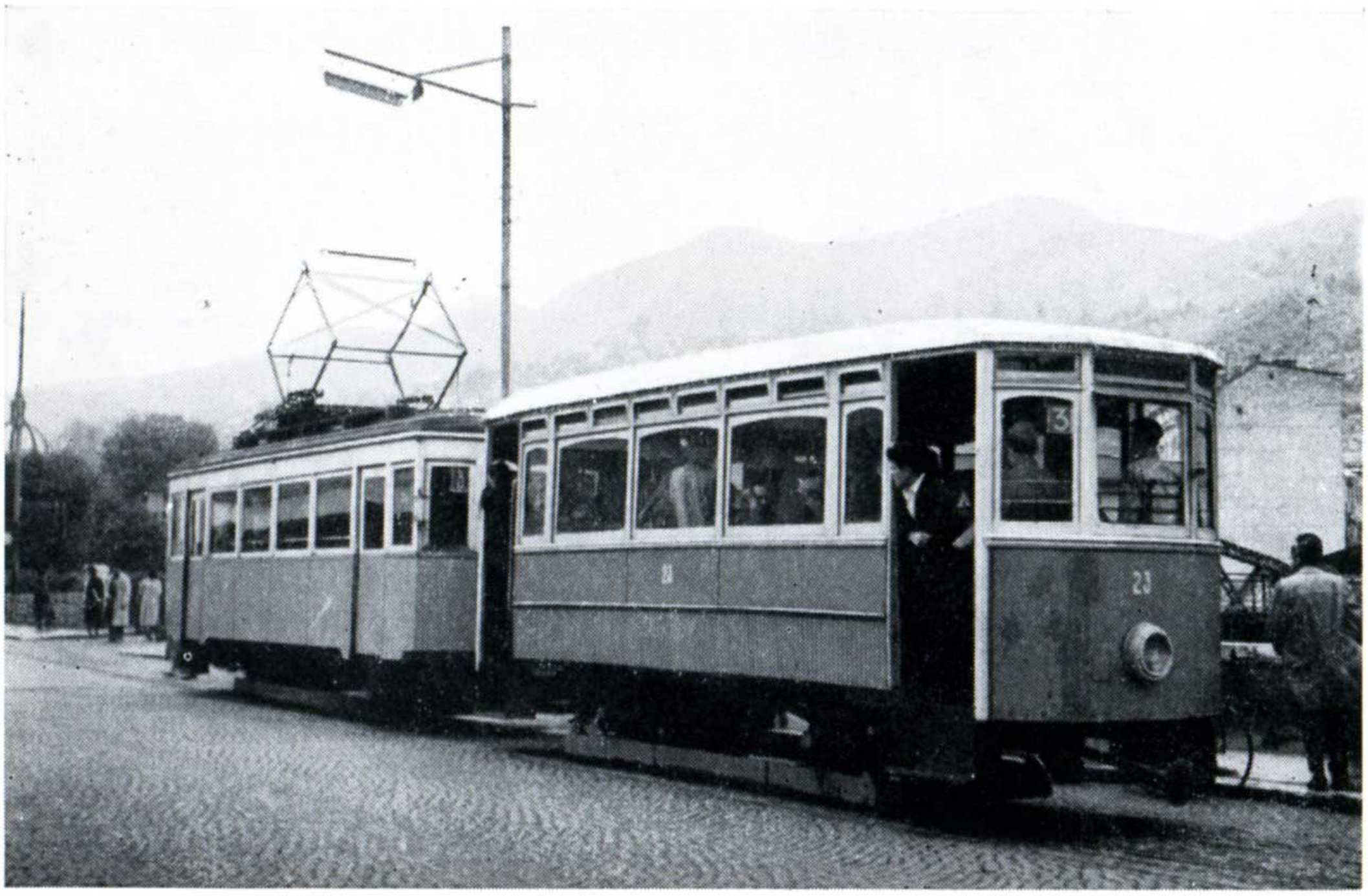
L'exploitation rappelle les plus belles heures de nos tramways, avec voyageurs en grappes sur les marchepieds et cependant les fréquences sont serrées : ligne 1 — de 7 à 8 minutes ; ligne 3 — de 7 à 8 minutes ; ligne 2 — toutes les 3 minutes le matin et toutes les 5 à 10 minutes la journée et le soir. Les voitures roulent de 5 à 24 heures et jusque 2 heures du matin le samedi. Si l'on tient compte que ces trois lignes ont une bonne partie de leur parcours en commun, cela donne une idée de la densité du trafic pour une ville d'importance moyenne. Le kilométrage moyen parcouru par jour pour une motrice de tramway est de 205 km., tandis que les remorques font 198 km.

Pour exploiter les lignes d'autobus, la société dispose d'un parc de 63 voitures. Près de la moitié de l'effectif est formé par d'anciens bus double-deck du London Transport, mais de nouveaux bus Alfa-Roméo de 90 places sont actuellement en service et viendront progressivement remplacer les anciens modèles. Sur les 63 véhicules, 49 doivent sortir tous les jours. Le kilométrage moyen journalier est de 161 km.

La Société des Transports Urbains de Sarajevo exploite encore un téléphérique et un télésiège.

Motrice à deux essieux modernisée par la Compagnie et ancienne remorque dans son état d'origine. (Photo R. Temmerman)





Sur la ligne 3, un train en direction du Musée, le long de la Neretva. (Photo R. Temmerman)

Le téléphérique de Trebevic a été mis en service en 1959. Le Trebevic est une montagne de 1.100 mètres qui domine la ville vers le Sud-Est. C'est un lieu d'excursion classique où l'on jouit d'une vue splendide sur la ville et ses environs. La dénivelation du téléphérique est de 600 mètres. Sa longueur est de 2.100 mètres, alors que par la route, il y a 13 km. pour atteindre le sommet de la montagne. Le débit est de 400 personnes à l'heure. Pour ce faire, la société dispose de 48 cabines très modernes, construites entièrement en alliages légers, et pouvant porter 4 personnes. La vitesse du câble est de 10,8 km./heure et un système d'enclenchement permet de mettre plus ou moins de cabines en service suivant les nécessités du trafic. Le nouveau téléphérique a été la grande attraction de l'année, aussi n'a-t-il pas chômé. Les stations de départ et d'arrivée, de conception très moderne et même luxueuses, canalisent la foule de façon très rationnelle.

A 36 km. au Sud de Sarajevo, la montagne de Jahorina est le rendez-vous des skieurs en hiver. Un nouveau télésiège de 10.800 m. de long permet l'escalade d'un versant et il est le point de départ de nombreuses courses sur la neige. L'été, le télésiège fonctionne aussi pendant les mois de vacances.

PROJET D'AVENIR

Le trafic de la Société des Transports Urbains de Sarajevo est en progression constante. Alors qu'en 1958, la société avait transporté par tramways 35.075.793 voyageurs et par autobus 9.626.243 voyageurs, en 1959 pour les 6 premiers mois de l'année, l'on a déjà enregistré 50 p.c. d'augmentation pour les autobus et 9 p.c. pour les tramways.

Avec la capacité actuelle du matériel sur rail, la saturation est près d'être obtenue. Les nouveaux groupes de constructions dans des quartiers plus éloignés du centre et les nouvelles usines en montage ou encore projetées, vont dans un proche avenir, faire que les transports actuels seront tout à fait insuffisants. En particulier l'axe principal Bascapsija

(vieille ville) Ilidza (ville d'eau) devient tous les jours plus chargé. Il est actuellement exploité pour la moitié de sa longueur en tramway, pour l'autre moitié vers Ilidza en autobus. Cette dualité de moyen de transport, n'arrange rien dans l'encombrement des rues centrales de la ville.

La Société consciente de ses responsabilités, a étudié depuis 3 ans, la possibilité de porter remède à cet état de chose. Plusieurs solutions se présentaient et voyons celle qui a été adoptée.

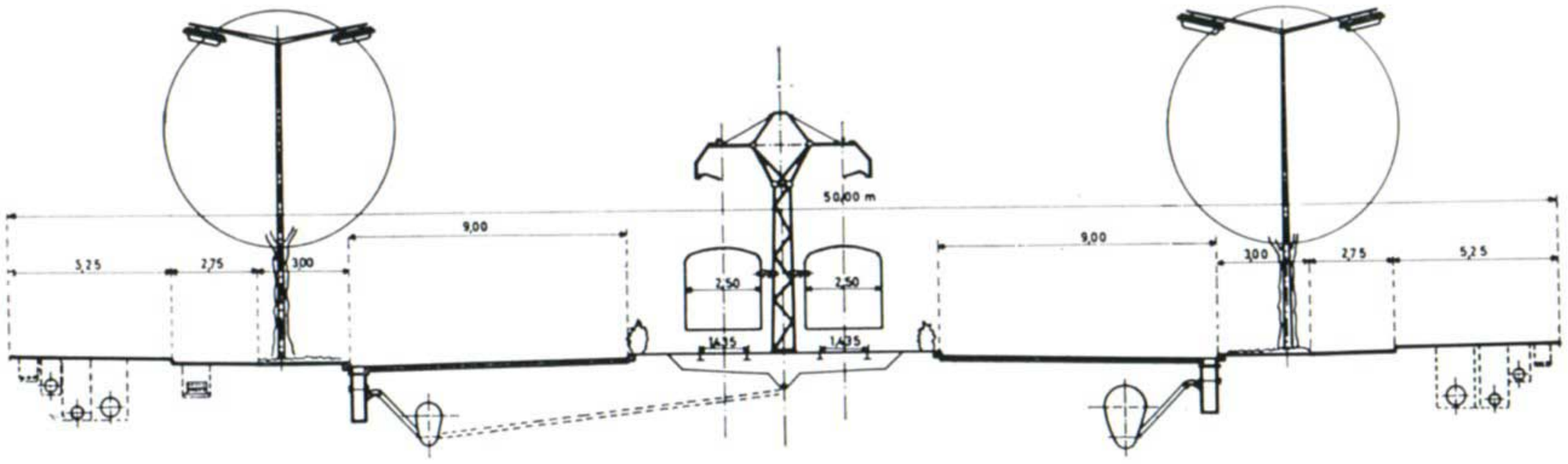
LA SITUATION NOUVELLE

Comme sur le total des voyageurs transportés par autobus, près de la moitié le sont sur la ligne de prolongement du tramway vers Ilidza, il était normal de songer à l'extension de cette ligne. C'est ce qui fut décidé, d'autre part, il aurait été difficile de conserver la voie de 760 mm., si l'on voulait utiliser du matériel de grande capacité. La société pris alors le parti de reconstruire entièrement le système de transport par rail et d'adopter la voie normale.

Le nouveau tracé élaboré en collaboration avec les services de l'Urbanisme, se compose de 2 parties, d'une part le tracé en ville jusqu'à la nouvelle gare, de l'autre, de cette gare jusque Ilidza. Le tracé suburbain sera établi entièrement en siège spécial, dans l'axe d'une nouvelle avenue à 2 sens de circulation. Pour le tracé en ville, un itinéraire en boucle a été adopté, de façon à desservir tous les points importants actuellement reliés par les 3 lignes existantes. La voie sera posée dans l'axe ou sur le côté droit des artères qui seront mises en sens unique. La longueur totale du tracé sera de 14 km. Les travaux ont commencé non loin du terminus extérieur.

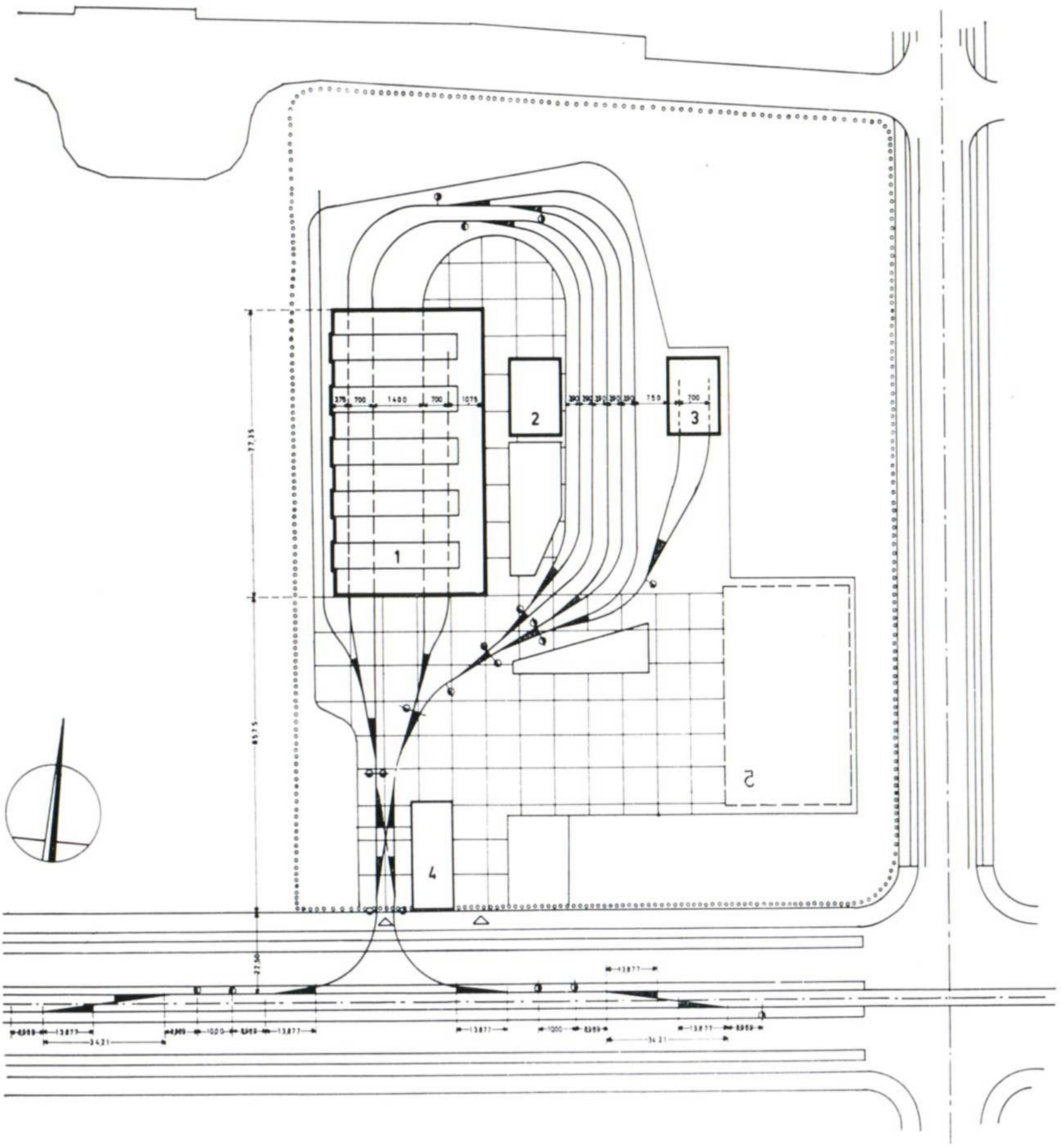
De nouveaux dépôts et ateliers seront construits, ainsi que les bureaux de direction, sur un terrain vierge, à 7 km. de la ville. Comme aucune servitude ne venait contrarier l'établissement des plans, la société a pu s'inspirer des meilleurs réalisations faites à l'étranger. Comme on peut le remarquer à la fig. c'est le système à circulation continue qui a été adopté. Les motrices rentrant de service, passent à l'entretien avant de rentrer au dépôt par l'arrière, où elles sont prêtes à ressortir. La réparation se fait sur 2

Voitures motrices P.C.C. arrivées d'U.S.A. (Photo R. Temmerman)



Coupe transversale dans la nouvelle avenue vers Ilidza.

Ci-dessous, plan des nouveaux dépôt, ateliers et bureaux des Tramways de Sarajevo.
(Dessin de R. Anquinaux)



voies parallèles, avec à proximité les stands des différents services qui doivent intervenir. La peinture est entièrement séparée. Le garage des autobus, situé à angle droit avec celui des tramways, fonctionne suivant le même principe. Les bureaux de la direction sont centralisés à proximité ; ils permettent un contact permanent entre les responsables et les exécutants.

Pour le nouveau matériel roulant, c'est le problème financier qui a imposé sa solution. La société désirait posséder un matériel moderne de grande capacité et de haute vitesse commerciale, malheureusement, le prix de ce matériel neuf était prohibitif, vu l'effort déjà fait pour l'installation de la nouvelle infrastructure. C'est alors que la société eut connaissance de la possibilité d'acheter des voitures P.C.C. de réemploi aux Etats-Unis. Finalement 50 voitures furent achetées à Washington, pour un prix dérisoire. Dix-neuf d'entre elles, sont déjà arrivées à Sarajevo. Elles sont dans un état très satisfaisant et leurs couleurs, bleu-gris avec une large ceinture rouge-orange, leur donne une allure très impressionnante. Ces voitures sont des P.C.C. du premier modèle, avec utilisation d'air comprimé. L'accélération et le freinage rhéostatique, sont asservis avec le système de l'actuator, mais le freinage d'arrêt, est à commande par air et agit par des sabots sur les roues. Les bogies sont à suspension par ressorts hélicoïdaux au primaire, et caoutchouc, au secondaire. Les portes louvoyantes sont à commande électro-pneumatique. Ce sont des voitures unidirectionnelles, avec la disposition des sièges tous face à l'avant, suivant la pratique classique aux U.S.A. La prise de courant se faisait par trolley ; la société hésite à le conserver avec des frotteurs en charbon, ou à équiper les voitures du pantographe comme le sont les voitures anciennes. Ces P.C.C. devront nécessairement être revisées et les travaux sont en cours sur les premières. Il reste néanmoins à savoir, vu leur consommation de courant, si leur système de commande semi-automatique sera conservé ou remplacé par un appareillage plus simple et plus économique, mieux conforme aux méthodes d'exploitation du pays.

CONCLUSION

Une décision de réforme aussi radicale de tout le système de transport en commun d'une ville, peut nous étonner. Ce n'est cependant qu'un acte de foi dans l'avenir, comme peuvent le faire des peuples en pleine évolution. Cette transformation était une nécessité pour une ville qui voit le nombre des voyageurs à transporter, augmenter régulièrement d'année en année et dont les moyens datant d'un demi siècle, allaient être complètement dépassés.

Sarajevo peut espérer pour fin 1961, avoir donné une solution satisfaisante au problème. De par la disposition du site, un grand axe de transport rapide à haute fréquence de passage, axe réalisé par le rail en site propre et des tramways modernes. D'autre part, des antennes alimentant cet axe, et exploitées par autobus. C'est la solution de bon sens adoptée de plus en plus par les responsables des villes grandissantes. Solution cependant qui demande un gros effort pour surmonter les nombreuses difficultés plus d'ordre social et financier que technique ; c'est cependant la seule qui réserve l'avenir, au moins pour quelques décades.

Comme en 1895, en 1961, Sarajevo sera la ville de tête, pour le modernisme de ses transports en commun, en Europe centrale.

Bientôt le...

11ème SALON INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

125ème anniversaire des chemins de fer belges !

●

GARE DE BRUXELLES-CENTRAL

du 22 octobre au 6 novembre 1960

de 10 h. à 19 h.

(22 octobre de 14 à 19 h.)

ENTREE LIBRE
ET GRATUITE

TRAINS SPECIAUX
D'INFORMATION
TECHNIQUE COMMENTEE

...ne manquez pas de le visiter !

Nouvelles du monde entier

Grande Bretagne

LOCOMOTIVES A VAPEUR AU SERVICE DU METRO DE LONDRES

Le London Transport a repris encore une loco-tender 0-6-0 du type Pannier de la Western Region des British Railways.

La nouvelle unité du London Transport portait précédemment le n° 7752 de la Western Region et fût construite en 1930 par la North British Locomotive Company.

C'est la cinquième unité de la classe 5700 du Great Western à être transférée au London Transport, les autres étant les n^{os} 7711, 5752, 5786 et 7779 maintenant numérotées L.90 à L.93.

La nouvelle loco, comme les précédentes sera peinte aux couleurs du London Transport ; elle portera le n° L.94.

Le London Transport a acquis ces locomotives pour en remplacer d'autres qui devaient subir de très grosses réparations de chaudière.

Les n^{os} 93 et 94 sont maintenant adjointes au parc normal de 11 locos vapeur nécessaires pour remplir certaines missions annexes telles que quadruplement des voies et travaux d'électrification.

Les locos vapeur du London Transport trains d'ouvriers et de service après les heures de trafic normal et pour divers sont aussi employées pour remorquer des autres usages.

(London Transport Executive)

RENOUVELLEMENT DU PONT DE FARRINGDON : LE LONDON TRANSPORT REMPLACE LE « RAYSTREET GRID-IRON »

Les ingénieurs du London Transport ont commencé, en février dernier, à remplacer par un radier de béton le pont bien connu « Grid-Iron » (littéralement fer de grille) qui permet aux lignes du Metropolitan et à la Circle Line (ligne circulaire) de passer au-dessus des voies non électrifiées à Raystreet, à environ 300 mètres de la gare de Farringdon.

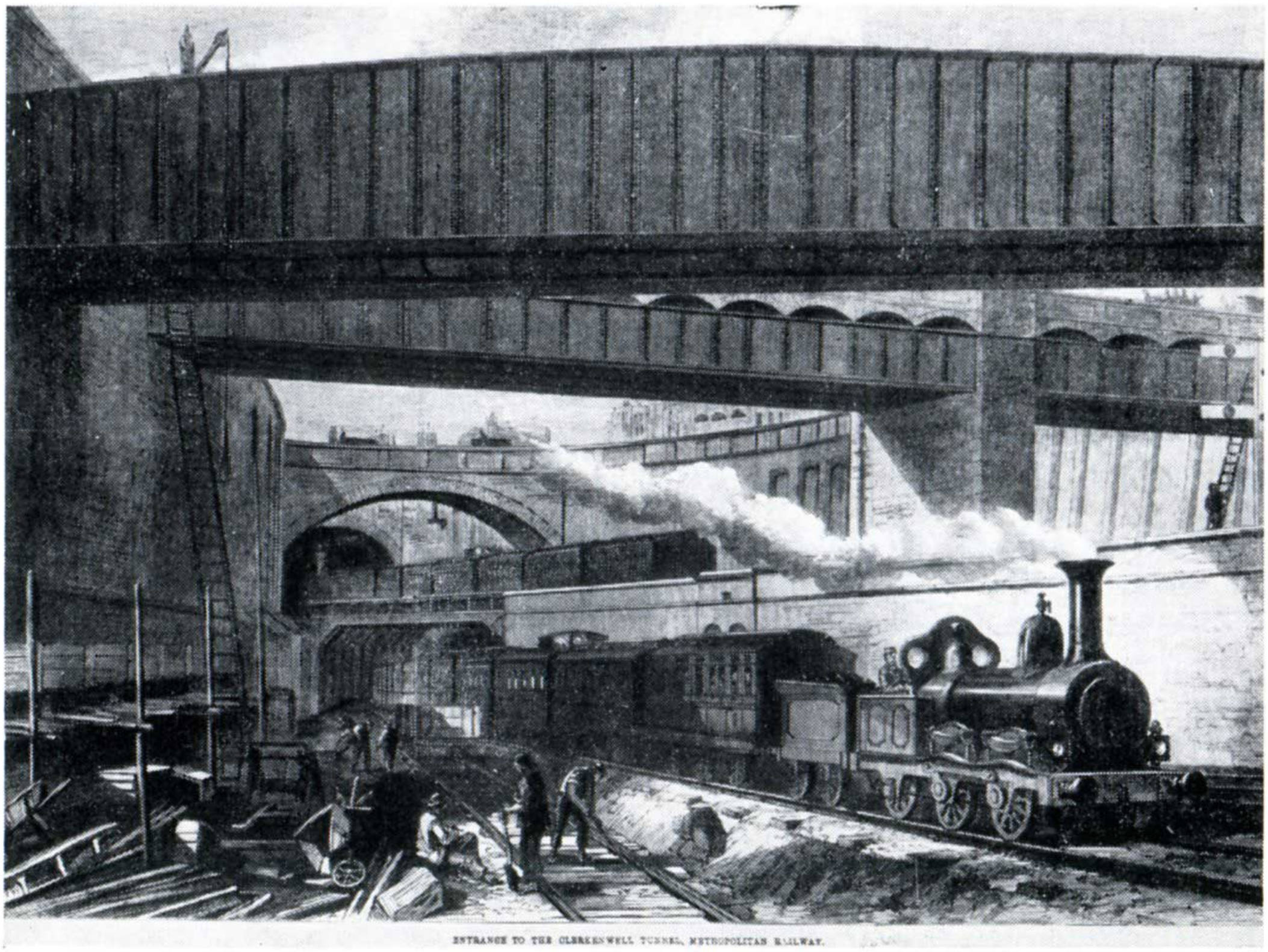
Le « Grid-Iron » original était un pont de fer construit en 1866-67. Outre son rôle principal, il servait à étançonner les murs des parois de la profonde tranchée qui existe en cet endroit. Les poutres de fer originales se détériorèrent rapidement, en grande partie sans doute sous l'effet des fumées, et furent remplacées en 1892 par celles existant actuellement, mais on ne visa plus, lors de ce remplacement, à étançonner les murs.

Peu de temps après la dernière guerre, quand on envisagea à nouveau de remplacer la charpente métallique, on remarqua à certains signes que les murs et leurs fondations avaient tendance à bouger. Le mouvement était lent et ne devait pas causer d'inquiétude ; mais au printemps de 1958, le mouvement s'accéléra et dut être contenu par des étançons de béton placés entre les bases des murs et sous les voies non électrifiées. Il fut constaté que l'argile en-dessous des fondations se détériorait avec le temps, et qu'un remède permanent devait être recherché.

Les murs seront stabilisés grâce à la construction d'un monolithe de béton, long de 50 mètres et large de près de 9 mètres, placé entre les murs et sous les deux voies inférieures. Le béton épaulera les murs à la base, protègera le sol contre des détériorations ultérieures, et permettra d'évacuer les eaux de ruissellement autrement que par la tranchée passant sous les voies électrifiées, et sans affouillements.

Les dix-huit poutres du Grid-Iron seront remplacées par une dalle de béton continue, longue de 33 mètres, formant le tablier du nouveau pont. Comme déjà dit, cette dalle de béton servira également à étançonner les murs.

La congestion des lignes ne permet pratiquement que de travailler durant les week-ends ; l'endroit est d'un accès malaisé, soumis à une circulation intense, et



Le complexe de Farringdon à l'origine ; reproduction d'une gravure de « Illustred Times » du 27 février 1868. (Photo L.T.E.)

à proximité immédiate de deux voies doubles très fréquentées. Une faible partie des travaux peut être exécutée durant la circulation des trains, et il faut libérer entièrement les voies pour permettre aux ingénieurs de construire leur masse de béton. Pour cette raison les services des lignes circulaires et du Metropolitan seront suspendus pratiquement tous les dimanches depuis le 20 mars jusque vers la fin de juillet. Il n'y a heureusement pas de service de voyageurs le dimanche sur les lignes non électrifiées inférieures, et le trafic de marchandises peut être détourné.

Durant le premier dimanche on assemble le caisson d'un premier élément de la dalle et on y place l'armature métallique ; le dimanche suivant le caisson est soulevé et le béton est pompé dans le caisson mis en position. Pendant ce temps, le montage du caisson suivant se poursuit. Comme les poutres du pont existant sont insuffisantes pour supporter à la fois le poids du caisson, du béton et des trains, il est essentiel que le béton soit coulé et acquiert une tenue suffisante pour supporter son propre poids durant la brève période d'interruption du trafic : on utilise donc un béton à durcissement extrêmement rapide. Le béton est amené par route à l'endroit le plus proche, et une pompe à béton le refoule dans une conduite forcée où il parcourt la dernière centaine de mètres. Avant que les voies soient rendues au trafic la dalle est devenue suffisamment rigide, et les étais supportant le caisson ont été démontés.

Lorsque les dix éléments de la dalle auront été coulés les poutres originales seront enlevées, et la voie et les trains seront supportés par les éléments en béton. Les interstices résultant du démontage des poutres seront alors remplis, toujours par pompage du béton, les voies seront ballastées et reposeront alors sur un tablier monolithique.

Certains voyageurs pourront utiliser d'autres itinéraires durant les travaux, mais pour réduire les inconvénients dans la mesure du possible, un service de navettes par autobus sera instauré entre King's Cross et Moorgate avec arrêt à Farringdon.

L'endroit où se situent ces travaux est la vallée de la rivière Fleet, autrefois pas-

sage navigable à marée haute, mais relé-guée maintenant dans un caniveau placé derrière l'un des murs de soutènement de la tranchée. Durant la construction de la ligne originale, en 1862, la Fleet passait dans un caniveau de briques, légèrement construit, de 3 mètres de diamètre, et reposant sur l'ancien lit de la rivière ; ce-ci provoqua un beau jour une inonda-tion des travaux sur une distance considé-rable.

(London Transport Executive)

Italie ☆

UNE SECONDE LIGNE DE METROPOLITAIN A ROME

Une commission parlementaire a ap-prouvé la construction d'une seconde li-gne de métropolitain à Rome. Cette ligne partirait de la Piazza del Risorgimento près de la Cité du Vatican, puis par la Piazza Flaminio, la Gare Centrale où elle croiserait la ligne de métro existante et la Piazza San Giovanni, elle attein-drait son terminus situé à Osteria del Cu-rato sur la Via Tuscolana.

Cette nouvelle ligne serait terminée en 1967 et coûterait 34,5 milliards de lires (près de 2,8 milliards de francs belges).

(Nahverkehrs-Praxis — Octobre 1959)

Portugal ☆

MISE EN SERVICE DU METROPOLITAIN DE LISBONNE

Le 29 décembre 1959, la première li-gne de métropolitain construite à Lisbon-ne a officiellement été inaugurée par le président du Portugal.

Cette ligne, longue de 7 km comprenant un tronc commun et deux tronçons en fourche n'est que la première phase de la construction du métropolitain de Lis-bonne qui comprendra au total 40 km de lignes.

(Modern Transport — 19 décembre 1959)

Le complexe actuel de Farringdon : on remarque à gauche l'entrée du tunnel de Clerkenwell. (Photo L.T.E.)

Républiques de la Côte d'Ivoire et Voltaïque ☆

NOTE SUR LA LIGNE ABIDJAN-OUAGADOUGOU

Les 1.146 km de voies ferrées à l'écartement d'un mètre qui relient Abidjan, capitale de la Côte d'Ivoire, à Ouagadougou, capitale de la Haute-Volta, sont notamment desservis par un train express qui quitte Abidjan chaque mardi, à 14 h. 25, et arrive à Ouagadougou le mercredi, à 16 h. 45, après un voyage de 26 h. 20 soit à une vitesse commerciale de près de 44 km à l'heure.

Les principales gares sont : Anyama, Cechi, Anoumaba (d'où doit s'amorcer l'embranchement sur Daola et Man), Tiemélékro, Dimboko (km 182), Bouaké (km 31, deuxième ville de la Côte d'Ivoire), Ouangolodougou (km 606, gare frontière de la Côte d'Ivoire avec la Haute-Volta), Bobo-Dioulasso (km 796), Maro, Koudougou et Ouagadougou (km 1.146).

(Bulletin Comitra)

Suisse ☆

ABANDON DE PROJET DE METROPOLITAIN A ZURICH

Se basant sur l'avis d'experts et sur l'étude des services spécialisés de l'administration, les autorités municipales ont rejeté le projet de métropolitain. Il a estimé qu'un métropolitain d'extension limitée n'apporterait pas de solution au problème du transport dans une ville telle que Zürich ; en outre, le phénomène de déchargement des transports collectifs de surface serait limité. Par contre, l'accent a été mis sur la nécessité de reporter en souterrain certaines lignes de transport public existantes.

(Nahverkehrs-Praxis — Octobre 1959)

NOUVELLES AUTOMOTRICES C.F.F. POUR TRAINS-NAVETTES

Depuis le changement d'horaire 1959-1960 une grande partie des trains inter-villes des C.F.F. a été converti en trains-navettes. En évitant toute manœuvre dans les gares en cul-de-sac et de rebroussement, il a été possible d'augmenter la vitesse commerciale de ces trains et surtout de pousser l'utilisation du matériel à un degré inconnu jusqu'à présent, c'est-à-dire jusqu'à 1.500 km de parcours journaliers.

Ces trains se composent soit de locomotives Re 4/4 avec voiture-pilote ABt4ü, soit d'automotrices RBe 4/4 avec voiture-pilote FZt4ü (fourgon-poste) et de voitures du nouveau type unifié.

L'automotrice RBe 4/4, dont les six premières unités ont couvert chacune plus de 240.000 km après une année de circulation, est dérivée de l'automotrice à haute puissance construite en 1953 pour le chemin de fer Berne - Neuchâtel (groupe Berne - Lötschberg - Simplon) de 2.000 CV. Les progrès techniques réalisés depuis lors ont conduit à installer une puissance de 2.800 CV (unihoraire à 80 km/h) en réduisant le poids de 68 à 64 tonnes. La puissance dépasse même celle de la locomotive Re 4/4 (2.600 CV, 58 tonnes), la vitesse maximum est la même avec 125 km/h. La voiture offre 68 places assises confortables de 2ème classe, dont deux à côté de chaque cabine de mécanicien qui sont très appréciées pour leur vue sur la voie.

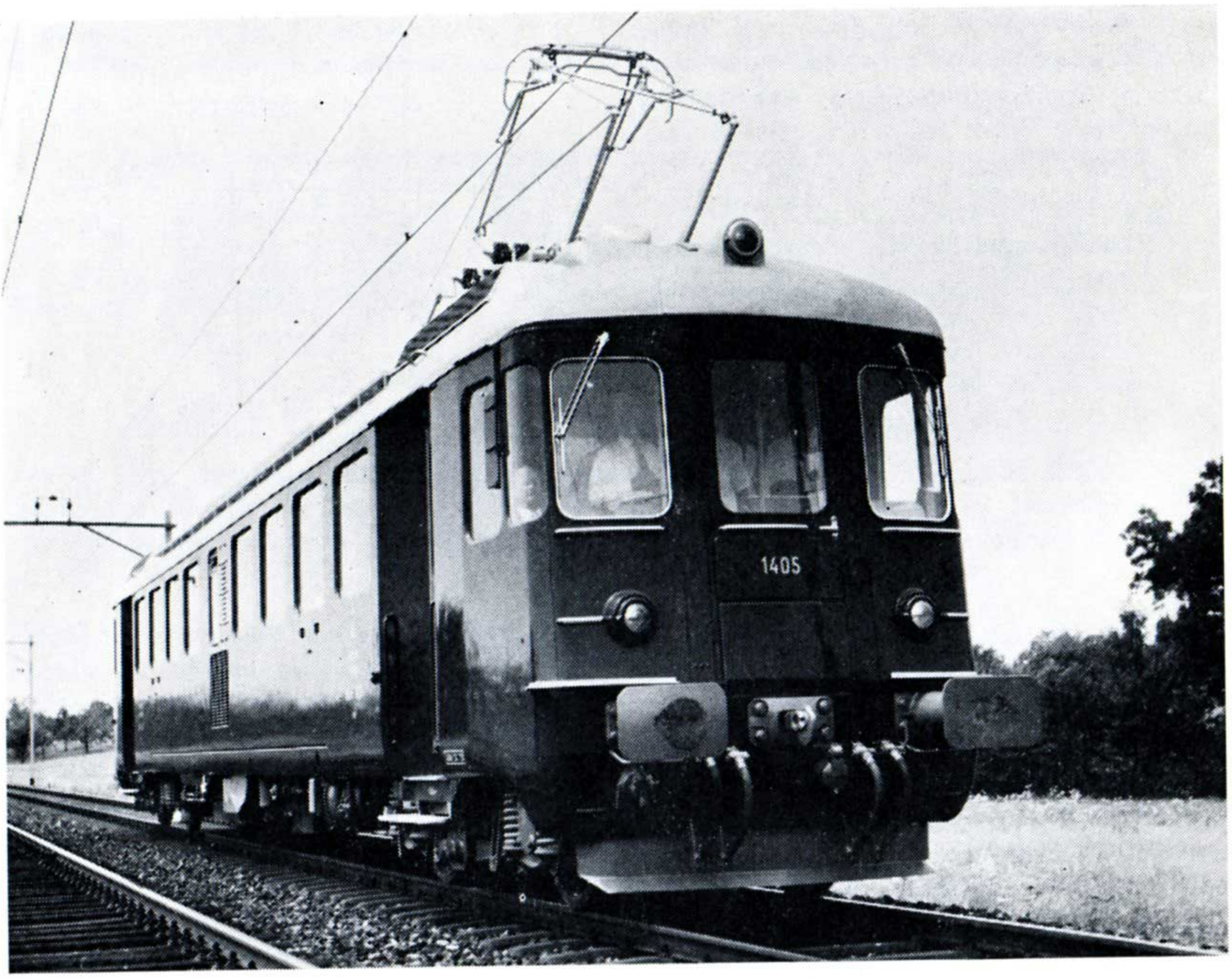
Pour la première fois on a introduit la commande automatique pour l'accélération et pour le freinage électrique. Le graduateur comprend trois positions d'accélération : lente ,moyenne et rapide. Une autre innovation consiste dans la fermeture automatique électro-pneumatique des portes extérieures des voitures depuis la cabine du mécanicien, de même il est possible d'allumer et d'éteindre la lumière du convoi depuis cette cabine.

Si les bons résultats d'exploitation se poursuivent, on augmentera d'une soixantaine le nombre de ces engins puissants et économiques.

(W. Trüb)

SULZER CREE UN NOUVEAU MOTEUR DIESEL

Une évolution significative vient de se produire. On sait que la firme Sulzer fut la première à essayer le Diesel pour la grosse traction, et avec un moteur en V ; la transmission fut la cause de l'échec de cette entreprise qui date d'avant la pre-



Automotrice RBe 4/4 No. 1401-1406 des CFF pour trains-navettes.

Longueur hors tampons	23,70 m	Nombre de places 2ème classe	68
Poids en service et adhérent	64 T	Frein électrique à récupération	
Puissance unihoraire à 80,4 km/h	4 X 700 CV	Commande multiple	
Vitesse maximum	125 km/h		

(Photo CFF)

mière guerre mondiale. Depuis 1925 cependant, Sulzer était resté obstinément fidèle au moteur à cylindres en ligne ou à deux lignes parallèles, ne dépassant jamais 750 t./min. Ces moteurs ont donné toute satisfaction, mais doivent être classés dans la catégorie des moteurs lents.

Sulzer vient d'annoncer maintenant un moteur type 8LVA 24 : 8 cylindres 4 temps suralimenté, mais à cylindres en V de 240 × 280 mm. La puissance annoncée est de 1.500 ch. environ à la vitesse de 1050 t./min. On envisage déjà des 12 et 16 cylindres en V donnant 2250 et 3.000 ch. Sulzer passe donc de la catégorie lente à la catégorie semi-rapide, avec des moteurs dont les caractéristiques se comparent à celles des moteurs U.S.A.

(Information A.R.B.A.C.)

Tchécoslovaquie ☆

NOUVELLES VOITURES

De nouvelles voitures internationales de 2ème classe, ont été livrées aux chemins de fer tchèques dans les derniers mois

FEUTRE
RENÉ PONTY
18, RUE DU CADRAN
BRUXELLES 3
TEL. : (02) 17 . 19 . 30

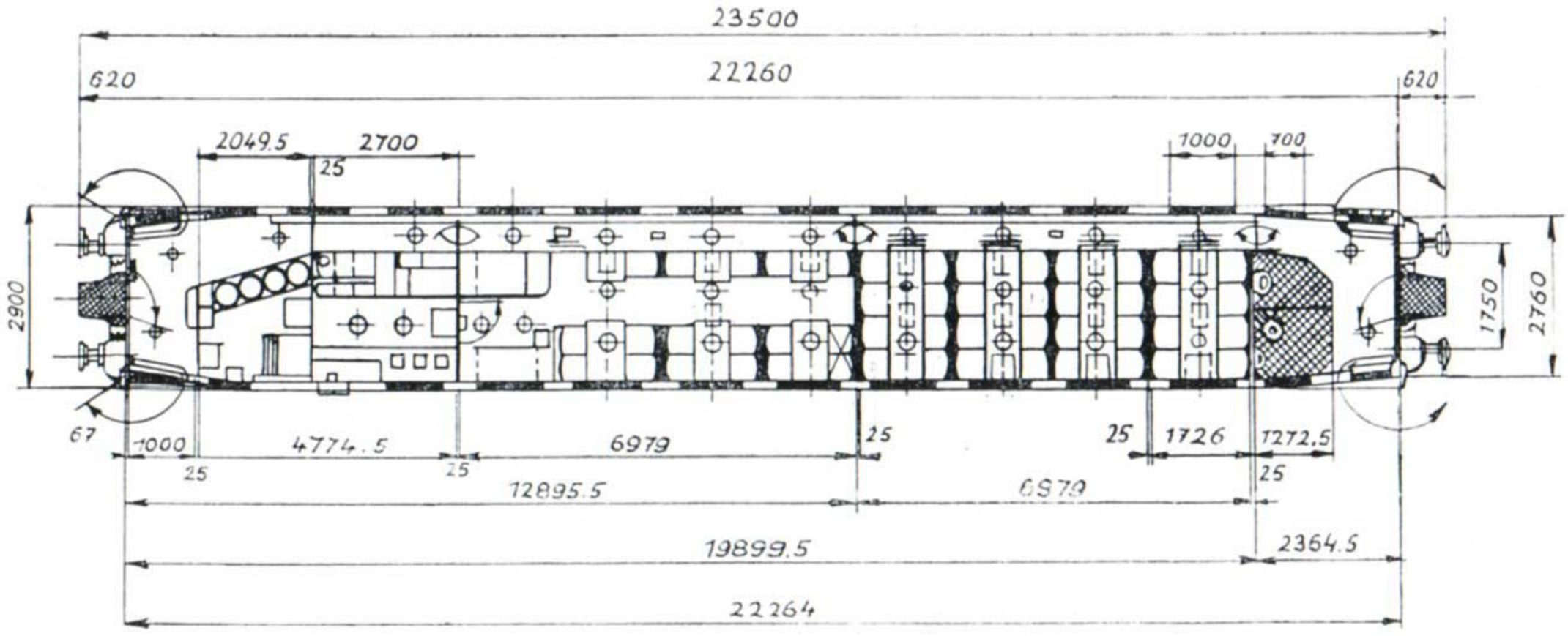


Schéma de la nouvelle voiture-buffet tchécoslovaque

de 1959 par les usines Tatra ; bogies du type Pennsylvania, équipés de roulements S.K.F., doubles patins de freins ; tare : 38 tonnes.

Il y a dix compartiments à 8 places, le chauffage à vapeur et électrique est prévu pour fonctionner sous toutes tensions actuellement utilisées ; l'éclairage par lampes à incandescence est dissimulé derrière des plafonniers ; les parois sont beige clair et les sièges vert foncé ; ventilation électrique.

Une belle réalisation à l'actif de cet important réseau.

(J.-J. Barbieux)

NOUVELLES VOITURES-BUFFETS

Les chemins de fer de l'Etat tchécoslovaque mettent actuellement en service une nouvelle série de voitures-buffet, type BRa. Quarante de ces voitures ont été confiées à l'entreprise nationale Tatra à Smichov.

Ce nouvel élément du parc des C.S.D. est destiné principalement aux express du service intérieur ; la longueur des trajets impose la présence dans la rame des possibilités de restauration, mais les voitures-restaurant sont parfois mal utilisées. C'est ainsi que dans un express d'après-midi une voiture-restaurant de 48 tonnes, offrant 42 places et desservie par une brigade de 6 ou 7 personnes, sert en moyenne 30 repas.

La nouvelle voiture BRa dont la tare est de 39,5 tonnes, comporte essentiellement 4 compartiments de 2de classe à 8 places chacun, une salle à manger de 17 places, une cuisine complète et un compartiment de vente au comptoir (snack-bar), un W.-C. et un lavabo. En plaçant trois convives en largeur dans la salle à manger on a pu ménager un couloir latéral ; une cloison percée de deux fenêtres garnies de glaces dépolies décorées sépare la salle à manger du couloir ; ni les consommateurs, ni le personnel ne sont ainsi dérangés par un courant de voyageurs se rendant par exemple au comptoir. On peut donc intercaler la voiture dans la rame, et renoncer à l'habitude de placer la voiture-restaurant à l'extrêmité de la rame.

La construction tout acier est fortement inspirée des voitures Ba type 502 qui ont donné d'excellents résultats. La plupart des éléments de construction ont été standardisés. Le toit et les longs pans dépassent la traverse d'attelage de 300 mm., ce qui agrandit d'autant les plate-formes formant compartiment paratélescopique. A la sécurité et au confort accrus procurés par cette réalisation il faut ajouter l'économie de traction dû à l'amélioration de l'aérodynamisme de la rame.

Les bogies sont du type Pennsylvania, le chauffage à vapeur et électrique (3 kV).

Quand on sait que la nouvelle voiture n'a besoin pour son service que de trois personnes et qu'elle loge en outre 32 voyageurs assis (ils peuvent être servis à leur place), on voit que le progrès par rapport à la voiture-restaurant classique est très intéressant dans ce cas particulier.

Les C.S.D. mettent également en service actuellement une série de voitures Bac à 9 compartiments de 2de classe ; chaque compartiment reçoit 8 voyageurs assis ou

6 voyageurs couchés (voitures-couchettes). Ces voitures sont surtout prévues pour les voyages touristiques à l'étranger.

(L'industrie lourde tchécoslovaque)

Union sud-africaine ☆

LE FROID ET LE RAIL

Dans leurs nouveaux wagons-frigos, les S.A.R. ont étudié un nouvel isolant. Il consiste en un matériau plastic en polystrol qui incorpore définitivement d'innombrables bulles d'air, chacune d'elles formant une unité indépendante d'isolation. D'autre part, les bacs à glace ne sont plus placés aux extrémités du wagon mais bien sous le toit de celui-ci.

Pour l'année 1958-1959, les chargements en wagon-frigo sur les S.A.R. ont été de 21.519 wagons à 2 essieux dont 5.340 pour le beurre, 4.603 pour les fruits, 5.850 pour la viande et 5.726 pour les autres denrées périssables.

De plus 8.603 wagons à deux essieux ont été chargés avec du poisson.

(Bulletin Comitra)

UN LIVRE FERROVIAIRE...

SE TROUVE TOUJOURS A LA

LIBRAIRIE MINERVE

G. DESBARAX

7, rue Willems, 7 — BRUXELLES — Téléphone 18.56.63

CHROMAGE - NICKELAGE - CUIVRAGE à EPAISSEUR - CADMIAGE

ETAMAGE ELECTROLYTIQUE ☆ OXYDATION ALUMINIUM

Ateliers L. FOURLEIGNIE & FILS s. p. r. l.

agréés par la S.N.C.B.

16, rue du Compas à BRUXELLES-MIDI

TEL. 21.32.16

TOUS DEPOTS ELECTROLYTIQUES DE PIECES EN MASSE AU TONNEAU

BIBLIOGRAPHIE

VIENT DE PARAITRE :

LAGOS STEAM TRAMWAY 1902-1933

par N.S. MILLER

ouvrage cartonné 15 × 23 cm — 30 pages — 11 photos et 2 cartes — Histoire d'une ligne de tramway à vapeur ayant existé à Lagos (capitale du Nigéria). La traction était assurée par 5 curieuses locomotives articulées formant un seul véhicule avec un petit fourgon. Ce type de locomotive fut probablement unique au monde et aucun exemplaire ne fut malheureusement conservé.

En langue anglaise . . . . . 60 F

CÔTE d'AZUR

allez-y par le

TRAIN

et voyagez plus confortablement en

COUCHETTE S.N.C.F.

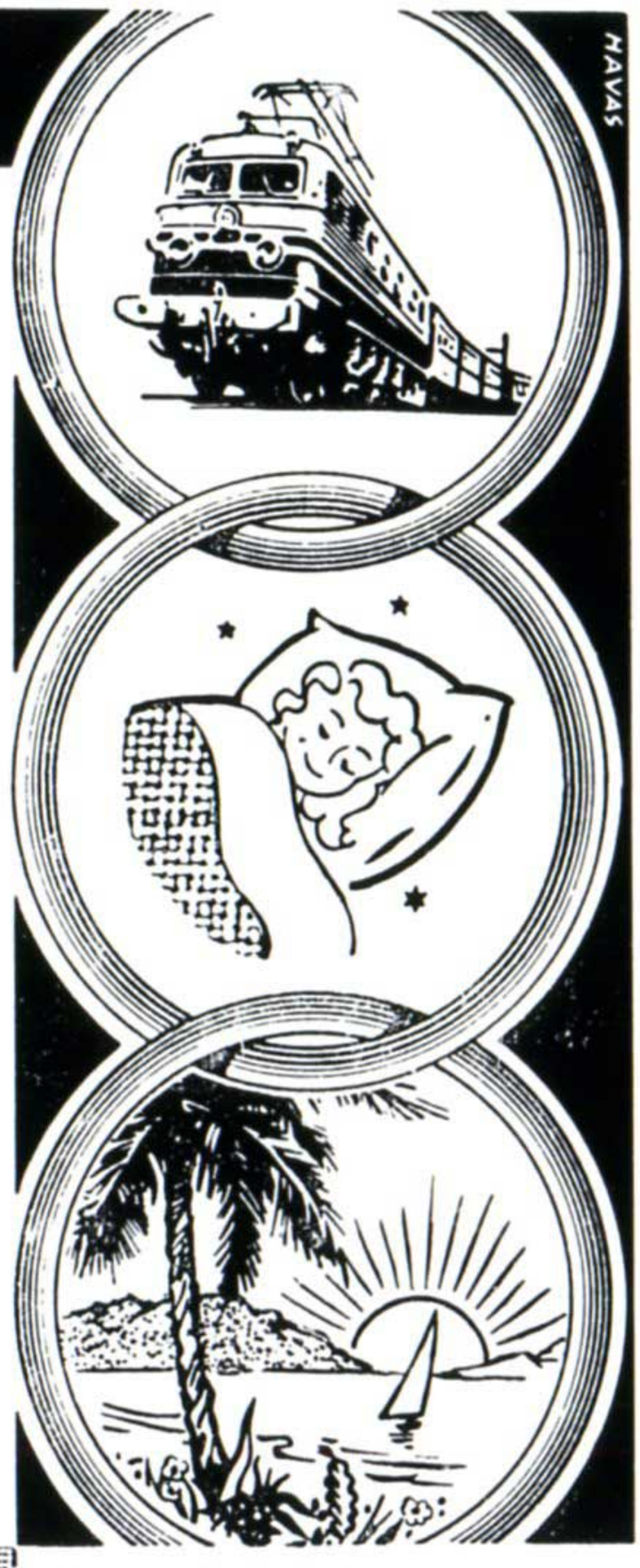
Un avantage parmi bien d'autres

LE BILLET TOURISTIQUE

à prix réduit de

20 à 30 %

★ Toutes informations utiles aux AGENCES DE VOYAGES et à NOTRE BUREAU



" A renseignements complets... voyages parfaits... clients satisfaits "

Le formulaire S.N.C.F. vous sera envoyé sur simple demande pour vous aider et vous renseigner sur toutes nos possibilités.

A découper

CHEMINS DE FER FRANÇAIS, 25, BD. AD. MAX - BRUXELLES - TÉL : 17.00.20

Veuillez, sans engagement, m'envoyer le formulaire S.N.C.F. à l'adresse suivante :

NOM :

RUE :

AVANT LE TUNNEL SOUS LA MANCHE...

Nous transportons vos marchandises par route de votre porte à la porte de votre destinataire en

ANGLETERRE

ou

IRLANDE

Pas de transbordement, pas d'emballages, pas d'avaries

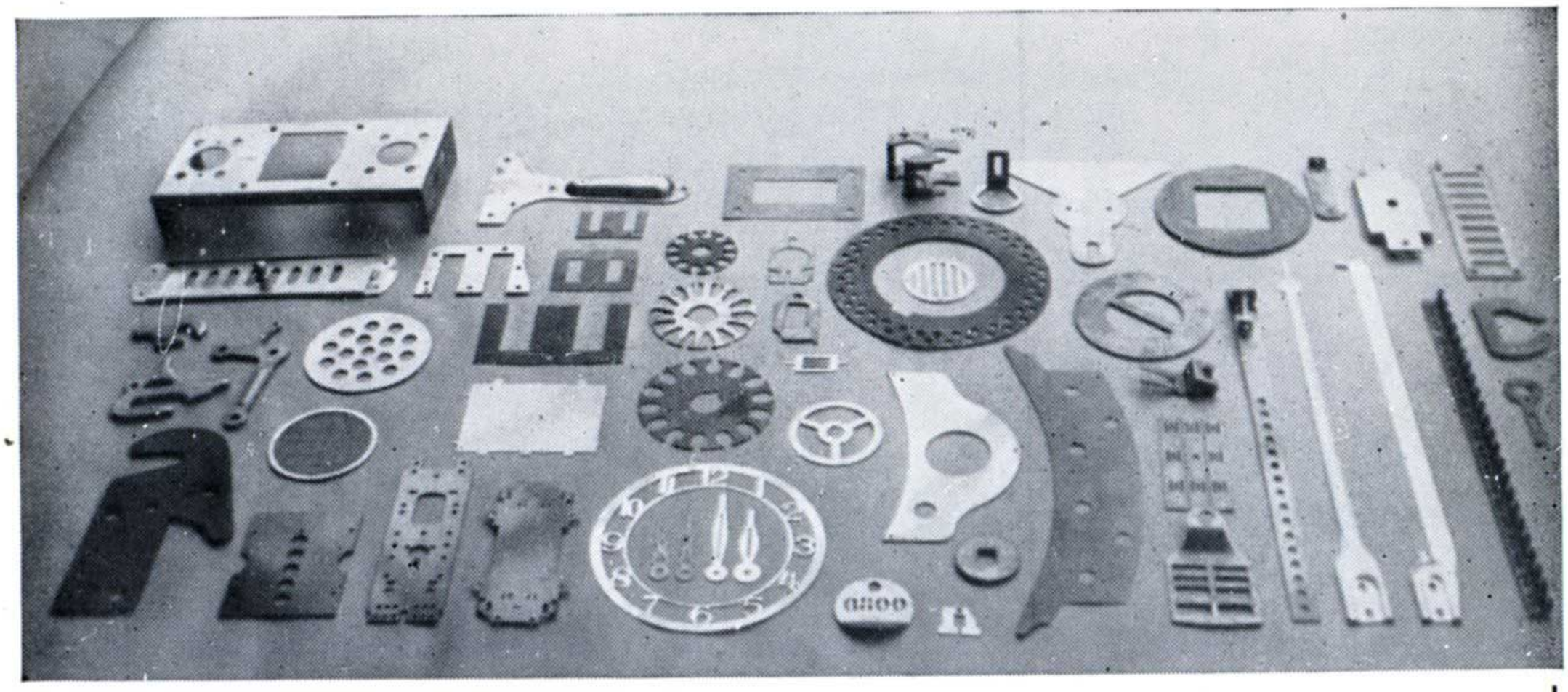
Personne ne touche aux marchandises que vous avez chargées sur nos semi-remorques

SECURITE ABSOLUE — 30 ANS D'EXPERIENCE DES TRANSPORTS DE ET VERS LA GRANDE BRETAGNE

CONDITIONS ET TARIFS :

SOCIETE BELGO-ANGLAISE DES FERRY-BOATS

DEPARTEMENT TRANSPORTS ROUTIERS TEL. 12.15.14 et 12.55.13
21, RUE DE LOUVAIN — BRUXELLES Télégr. FERRYBOAT - BRUXELLES



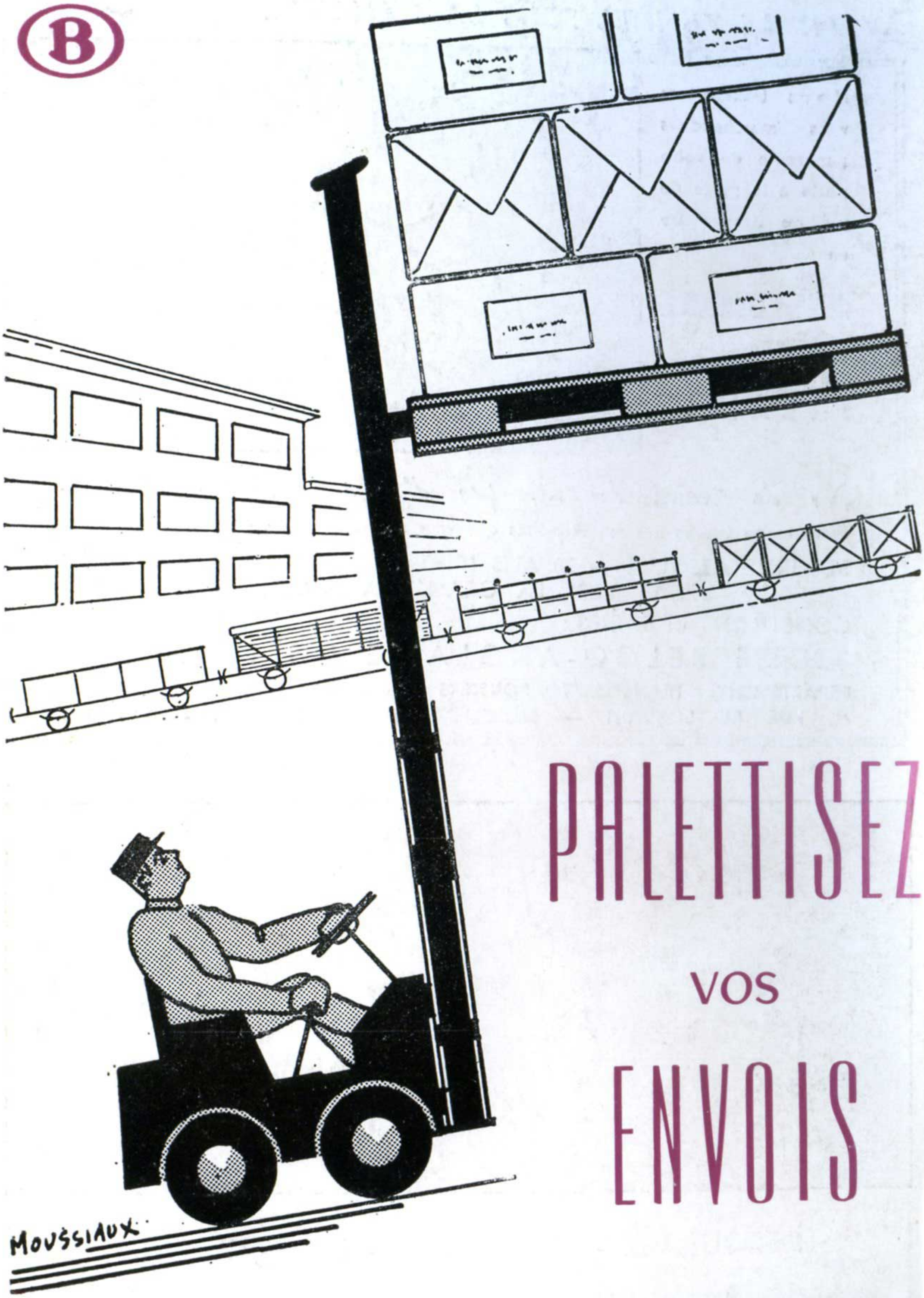
DECOUPAGE - ESTAMPAGE - EMBOUTISSAGE

- Pièces métalliques en grandes séries d'après plans et modèles pour toutes industries.
- Découpage des isolants en feuilles.

LES ATELIERS LEGRAND SOCIÉTÉ ANONYME

284, AVENUE DES 7 BONNIERS • FOREST-BRUXELLES • TÉL. : 44.70.28 - 43.84.94

C

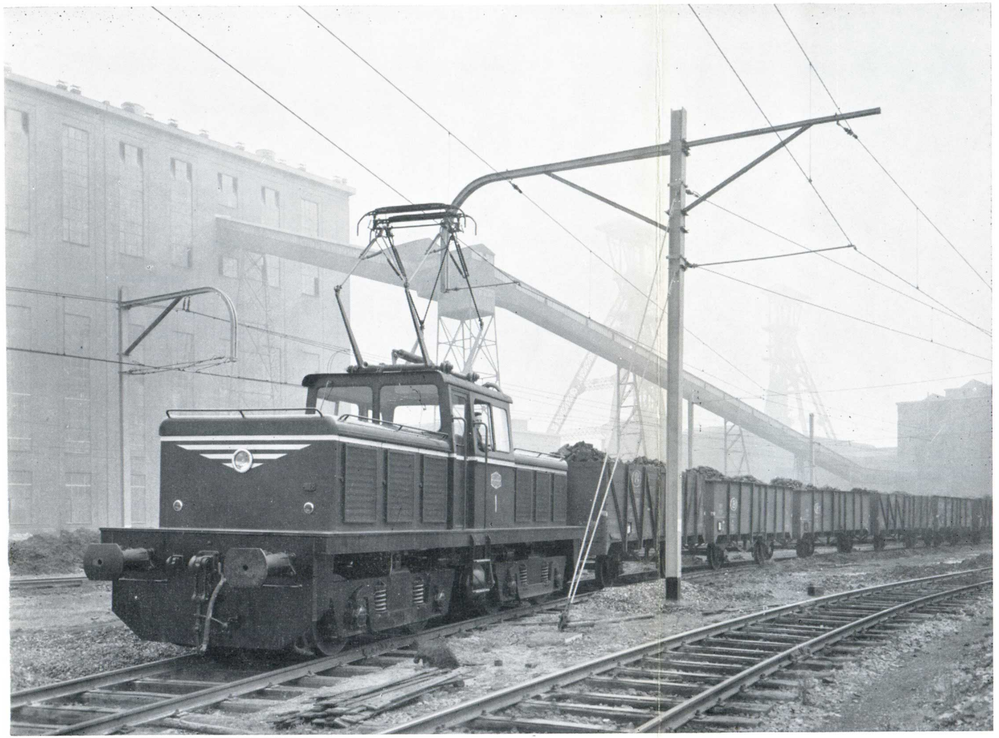


PALETTISEZ VOS ENVOIS

en intercalant la palette dans le processus de fabrication. La marchandise reste sur palette jusqu'à destination.

Avec le CONTRAT-POOL des chemins de fer vous recevez une palette vide en échange de chaque palette chargée remise au transport.

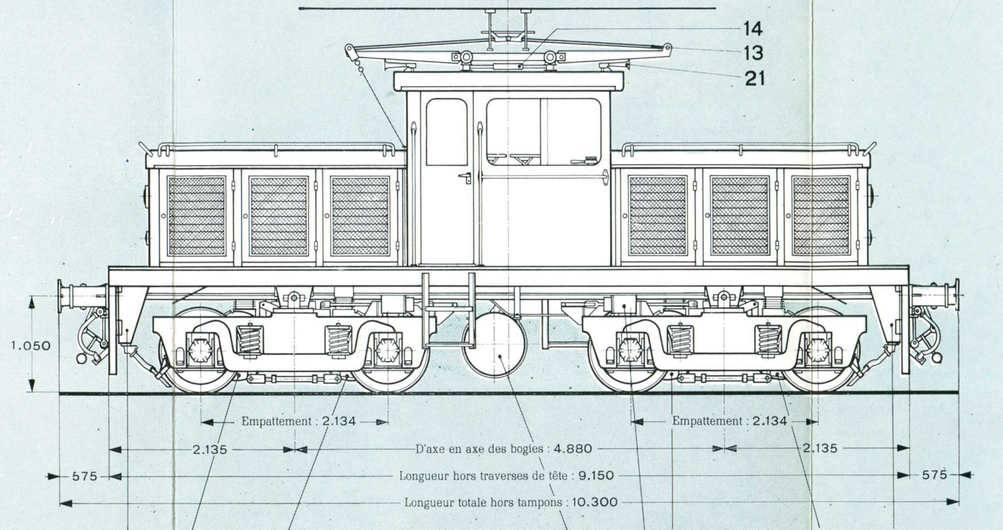
IMP SOFADI
BRUXELLES

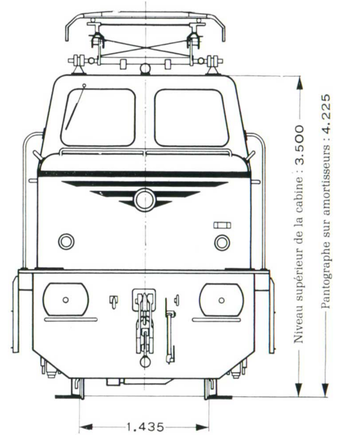


LOCOMOTIVE BoBo DE 820 ch - 60 T. EN TETE D'UN TRAIN DANS LES INSTALLATIONS DES CHARBONNAGES DE HOUTHALEN

(Clichés ACEC)

LOCOMOTIVE BoBo DE 60 TONNES

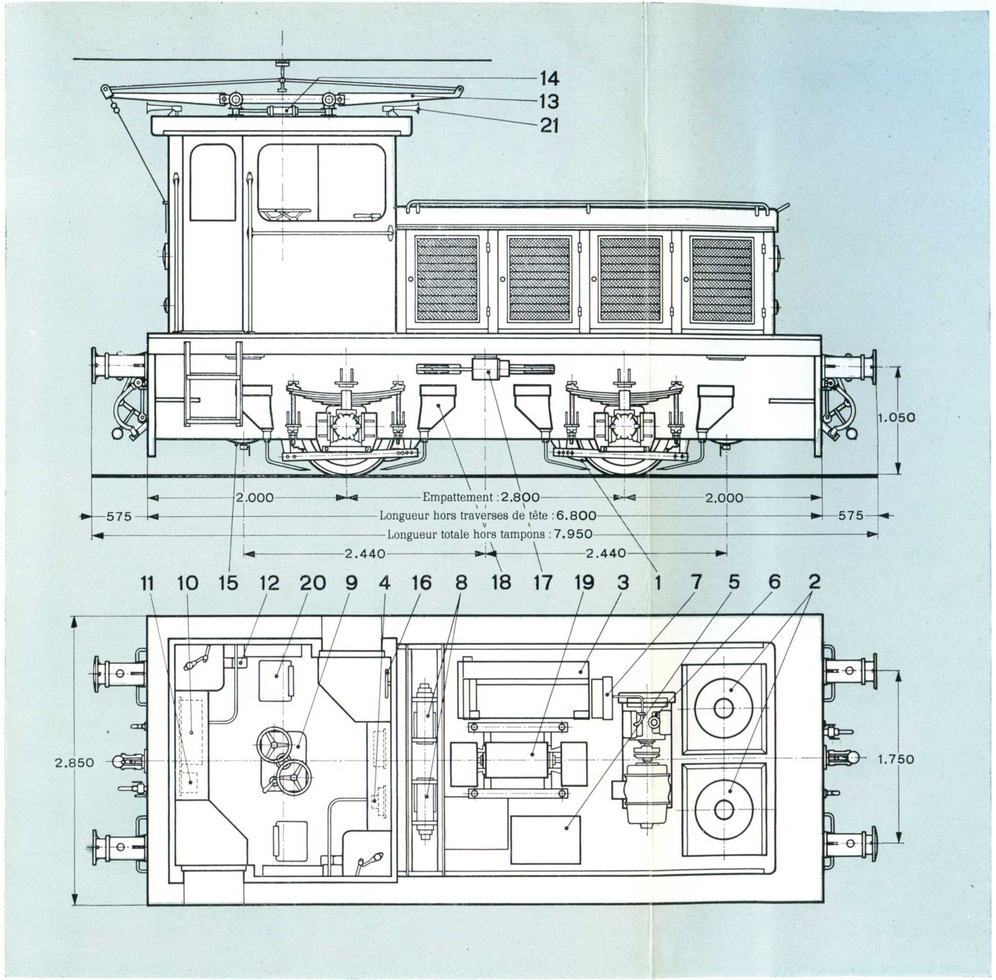




LEGENDE

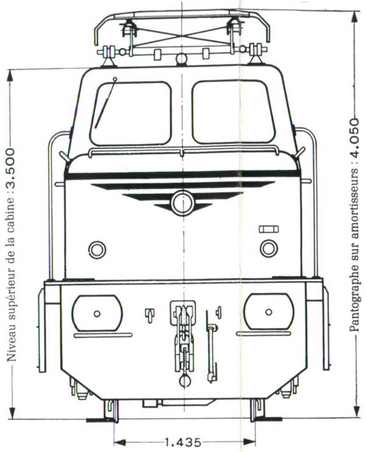
1 Moteur de traction 971 A
2 Résistances de démarrage
3 Groupe générateur-ventilateur YX 25
4 Relais anémométrique
5 Coffre à batteries
6 Groupe moteur-compresseur
7 Résistance pour groupe moteur-compresseur
8 Rupteurs de ligne
9 Controller
10 Panneau du régulateur de tension
11 Sectionneur bipolaire
12 Pédales d'homme mort
13 Pantographe
14 Parafoudre
15 Réservoir principal
16 Frein à main
17 Cylindres de frein
18 Sablières
19 Tableau pneumatique
20 Sièges de mécanicien
21 Avertisseur

(Clichés ACEC)



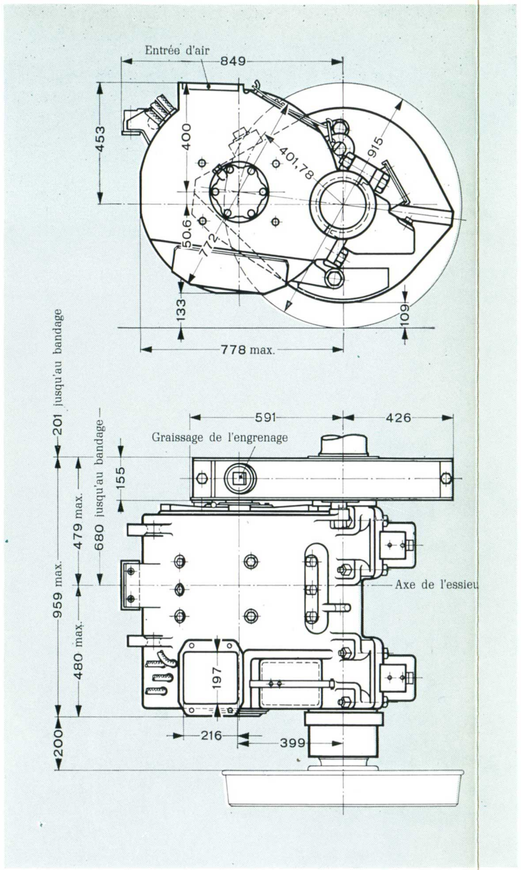
LOCOMOTIVE B DE 410 CH - 40 T. - 600 VOLTS C. CONT. - PLAN D'ENSEMBLE

(Clichés ACEC)



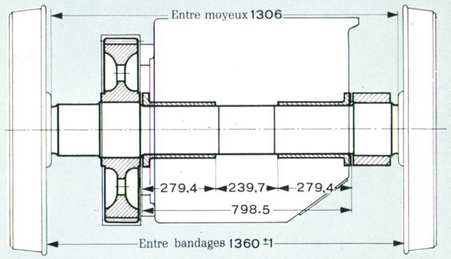
LEGENDE

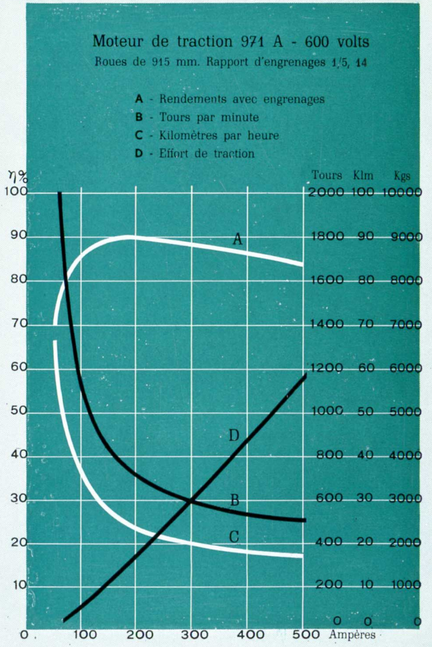
1 Moteur de traction 971 A
2 Résistances de démarrage
3 Groupe générateur - ventilateur YX 25
4 Relais anémométrique
5 Coffre à batteries
6 Groupe moteur-compresseur
7 Résistance pour groupe moteur-compresseur
8 Rupteurs de ligne
9 Controller
10 Panneau du régulateur de tension
11 Sélectionneur bipolaire
12 Pédales d'homme mort
13 Panthographe
14 Parafoudre
15 Réservoir principal
16 Frein à main
17 Cylindres de frein
18 Sablières
19 Tableau pneumatique
20 Sièges de mécanicien
21 Avertisseur



Moteur électrique à courant continu type 971A à suspension par le nez. Ci-dessus, son plan d'encombrement montrant en même temps la dispoistion du réducteur à engrenages dans le carter étanche à bain d'huile ; à droite, les courbes caractéristiques.

(Clichés ACEC)





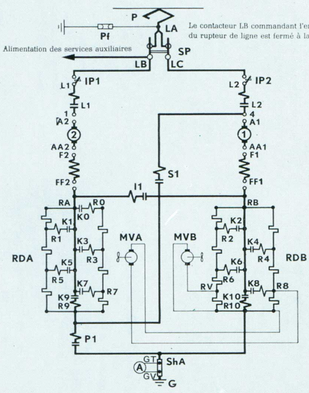
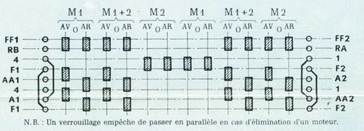


SCHÉMA DE PUISSANCE, TABLEAU D'ENCLENCHEMENT ET D'INVERSION D'UNE LOCOMOTIVE A 2 ESSIEUX

Tableau d'enclenchement des contacteurs

Crans	Contacteurs												
	L1	L2	I1	I2	P	K0	K1	K3	K5	K7	K9	K2	K4	K6	K8	K10
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
Série 11'																
T1																
T2																
13																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
Paral 21																

Tambour d'inversion et d'élimination



N.B. : Un verrouillage empêche de passer en parallèle en cas d'élimination d'un moteur.

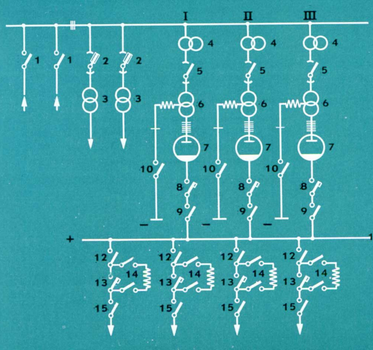
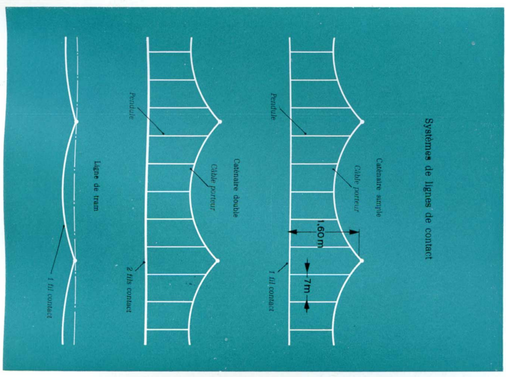


SCHÉMA UNIFILAIRE DE LA SOUS-STATION A COMMANDE AUTOMATIQUE

LEGENDE

1 Sectionneur H.T.
2 Coupe-circuits sectionnables H.T. débrochables
3 Transformateurs des services auxiliaires
4 Transformateur d'intensité pour adjonction et disjonction
5 Disjoncteurs extractibles DE-ION H.T.
6 Transformateurs de puissance avec bobine absorption
7 Redresseurs métalliques à vapeur de mercure
8 Disjoncteurs ultra-rapides de cathode
9 Sectionneurs monopolaires pour isolement 600 V.
10 Sectionneurs monopolaires pour isolement neutre
11 Jeu de barres omnibus C.C.
12 Sectionneurs monopolaires d'isolement
13 Disjoncteurs semi-rapides de feeders
14 Résistances de test
15 Sectionneurs monopolaires d'isolement



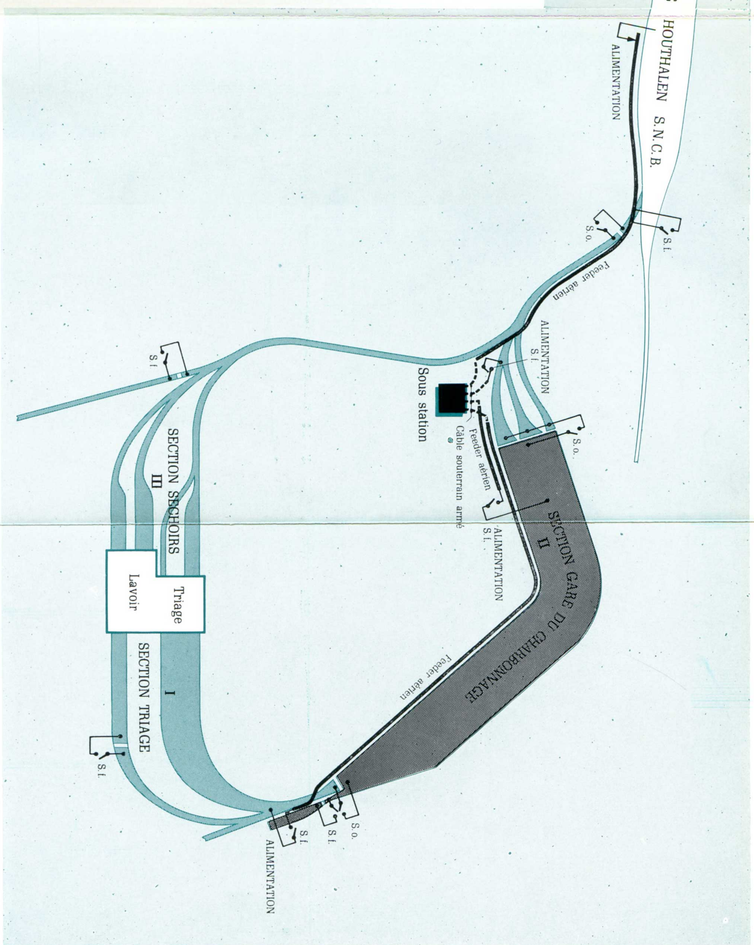


SCHÉMA DE L'ALIMENTATION DU RÉSEAU DE TRACTION DE HOUTHALEN ET DE SES SECTIONNEMENTS

Sf : sectionneur normalement fermé.
So : sectionneur normalement ouvert.

(Clichés ACEC)