

"RAIL ET TRACTION"

REVUE DE DOCUMENTATION FERROVIAIRE

40

JANVIER - FEVRIER 1956

PRIX :

BELGIQUE 15 FR.
FRANCE 120 FR.
SUISSE 2 FR

Sommaire

(68 pages)

MATERIEL & TRACTION :

En quoi les locomotives
électriques BB 123 dif-
fèrent-elles des loco-
motives BB 122 5

Les plans inclinés de
Liège 19

Les locomotives Diesel-
électriques de ligne de
la S.N.C.B. 29

La nouvelle locomotive
Diesel-électrique Bm 6/6
des C.F.F. 49

EXPLOITATION :

Mise en service de la
traction électrique entre
Bruxelles et Wavre . . . 51

Le Bahnbus 53

TRAMWAYS :

Types spéciaux de tram-
ways :
I. Eléments articulés . . . 55

NOTRE PHOTO :

L'avant de la nouvelle loco-
motive électrique BB type 123 de
la S.N.C.B., clef de la future
exploitation de la ligne de
Bruxelles à Luxembourg et hé-
ritière des prestigieuses « Paci-
fic » type 10.



(Photo R. Plétinckx)



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

USINES

SCHIPPERS PODEVYN

HOBOKEN-ANVERS

Soc. An.

Tél. : 38.39.90 (8 lignes)

Télégr. : SCHIPODVYN

FONDERIES

AU SABLE, EN COQUILLE, SOUS PRESION

Fonte, bronze, aluminium, alpax, anticorodal, laiton, zamak, AG5, APM, bronze d'aluminium, etc...

ESTAMPAGE (à chaud)

laiton, zamak, alumin.

ATELIER DE CONSTRUCTION ET DE PARACHE- VEMENT

Appareillage électrique de raccords souterrains et aériens.



NOS SPECIALITES

MEEHANITE
(fonte brevetée à hautes résistances)

SPUNCAST

Bronze centrifugé vertical breveté, en barres, buselures, couronnes.

METAL PMG

Bronze à hautes résistances.

**METEAUX ULTRA
LEGERS et
SPECIAUX**
AG5, MgAl, APM,
etc.

AGENCES

Isolateurs NORDEN
Ecrous de sécurité
ESNA

PETIT MATERIEL POUR CATENAIRES

Pendules, serre-câbles, manchons de jonction et d'extrémité, crochets, bornes de raccordement; tendeurs à lanterne, tendeurs à contrepoids, poulies en fonte MEEHANITE, isolateurs en porcelaine, etc...

ACCESSOIRES POUR MATERIEL ROULANT

Coussinets en bronze, robinetterie pour freins, pièces coulées en alliages légers pour ornementation.

PIECES COULEES ET ESTAMPEES POUR
APPAREILS DE SIGNALISATION, etc...

40

RAIL ET TRACTION

Revue de documentation ferroviaire

REDACTEURS EN CHEF :

H. F. GUILLAUME
A. LIENARD

DIRECTEUR ADMINISTRATIF :

G. DESBARAX

CORRESPONDANCE :

1-2, PLACE ROGIER
BRUXELLES - NORD

TELEPHONE 18.56.63

ABONNEMENT ANNUEL :

BELGIQUE Fr. 80,—

CONGO BELGE (par avion) . . Fr. 230,—

ETRANGER (sauf Suisse et Grande-Bretagne) Fr. 130,—

au C.C.P. 2812.72 de l'A.R.B.A.C.
1-2, Place Rogier à BRUXELLES

SUISSE Fr. S. 10,50
chez LAMERY S.A. Wachtstrasse 28 à ADLIS-
WILL (ZURICH)

GRANDE-BRETAGNE 14/Od.
chez IAN ALLAN, 282, Vauxhall Bridge Rd.
LONDON S.W. 1.

Organe de l'



**ASSOCIATION ROYALE
BELGE DES AMIS DES
CHEMINS DE FER**

Sommaire

(68 pages)

MATERIEL & TRACTION :

En quoi les locomotives élec-
triques BB 123 diffèrent-elles
des locomotives BB 122 . . . 5

Les plans inclinés de Liège . 19

Les locomotives Diesel-électri-
ques de ligne de la S.N.C.B. 29

La nouvelle locomotive Diesel-
électrique Bm 6/6 des C.F.F. 49

EXPLOITATION :

Mise en service de la traction
électrique entre Bruxelles et
Wavre 51

Le Bahnbus 53

TRAMWAYS :

Types spéciaux de tramways :
1. Eléments articulés . . . 55

LE NUMERO :

BELGIQUE . . Fr. 15,—

FRANCE . . Fr. 120,—

SUISSE . . Fr. 2,—

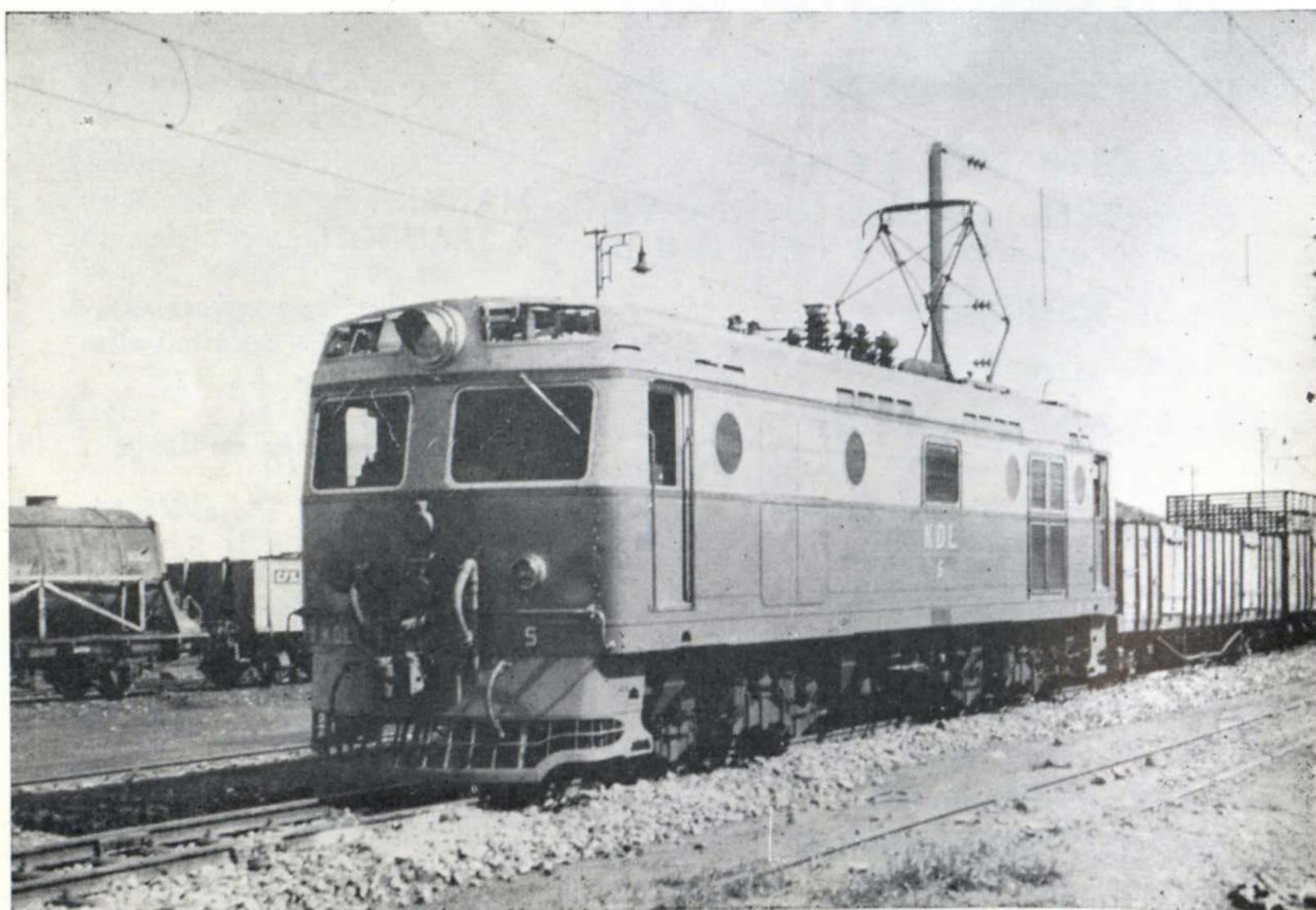
GR. BRETAGNE . . 2/6d

SOCIETE DE TRACTION ET D'ELECTRICITE

INGENIEUR-CONSEIL

pour toutes études d'Electrification de Chemins de fer

- ★ RENTABILITE
- ★ INSTALLATIONS FIXES
- ★ LIGNES DE CONTACT
- ★ MATERIEL ROULANT
- ★ TELECOMMANDE



PREMIERE ELECTRIFICATION A L'ECHELLE INDUSTRIELLE
EN COURANT MONOPHASE 25 KV. — 50 PERIODES
CHEMINS DE FER DU B.C.K. (Katanga - Congo Belge)

●

EN COLLABORATION : ELECTRIFICATION DES
CHEMINS DE FER BELGES, COURANT CONTINU 3.000 V.

SOCIETE DE TRACTION ET D'ELECTRICITE
31, rue de la Science - BRUXELLES



1956

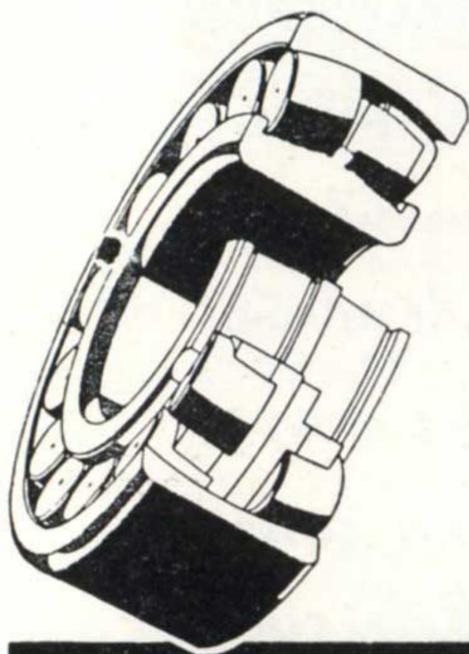
A l'occasion de l'an neuf, l'Association Royale Belge des Amis des Chemins de fer souhaite à ses amis cheminots, ses membres et les fidèles lecteurs de « Rail et Traction », une année paisible et heureuse. Que le Rail qui est notre raison d'être, soit mis en mesure de rendre tous les services pour lesquels il est fait, pour le plus grand profit de la collectivité. Que les dirigeants des grands réseaux trouvent ici toute notre reconnaissance pour le bon travail accompli durant ces derniers mois; 1955 a été une grande année ferroviaire; 1956 s'annonce plus marquante encore; on peut donc avoir confiance dans l'avenir du Rail en Belgique et bien augurer de cette année nouvelle.



LES BOITES D'ESSIEU A ROULEMENTS A ROULEAUX SKF POUR LE MATERIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER

— amènent les avantages suivants:

- suppression des échauffements
- réduction de l'effort de traction
- diminution des frais d'entretien



Les premières boîtes d'essieu pour chemins de fer, comportant des roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux SKF, furent livrées il y a 25 ans; depuis lors SKF a vendu environ 400.000 boîtes d'essieu aux chemins de fer d'une soixantaine de pays. De ces boîtes d'essieu environ 70.000 sont utilisées sur des locomotives, environ 90.000 sur des fourgons et le reste sur des voitures à voyageurs.

SOCIÉTÉ BELGE DES ROULEMENTS A BILLES SKF

117 BOULEVARD ANSPACH

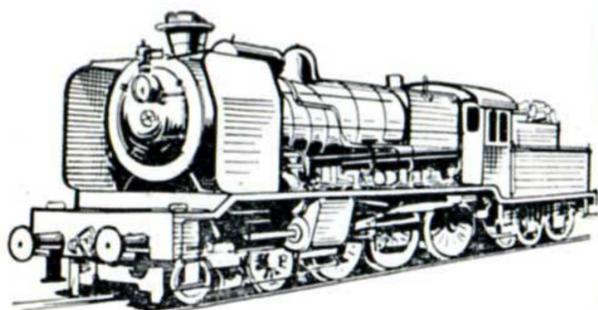
BRUXELLES

TÉLÉPHONE 11.65.15

ANVERS, 40 Place de Meir

GAND, 32 Rue Basse des Champs

LIÈGE, 31a Bd. de la Sauvenière



MATERIEL et TRACTION



EN QUOI LES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES BB 123 DE LA S.N.C.B. DIFFERENT-ELLES DES LOCOMOTIVES BB 122

par H. A. VERBEECK, Ingénieur
principal adj. à la S. N. C. B.

LA date du 21.11.55 marqua une nouvelle étape dans le programme d'acquisition de matériel roulant électrique par notre Société Nationale.

A cette date en effet, moins d'un an après la fourniture par le groupement ACEC-SEM - Ateliers Métallurgiques de Nivelles de la dernière locomotive BB 122, (1) la première unité d'une nouvelle série de 83 locomotives électriques BB, type 123, était acheminée à la remise de Forest-Midi pour y subir avec succès les essais sous haute tension.

Les résultats encourageants obtenus avec les locomotives BB 120, et les espoirs mis dans le comportement des BB 122 avaient amené la S.N.C.B. à commander des locomotives analogues, mais appropriées aux caractéristiques du service qu'elles devront assurer : la remorque des trains de marchandises et de voyageurs sur la ligne Bruxelles-Luxembourg avec ses longues rampes et pentes de 16 à 17 mm/m. justifiait en effet que le poids des locomotives type 123 fut porté de 80 à 92 tonnes et que leur équipement électrique comprenne un appareillage de freinage électrique à récupération.

Construite par le même constructeur que les locomotives type 122, la partie mécanique des locomotives type 123 est celle de ses devancières :

— Caisse de 18 m de longueur totale, avec châssis constitué de caissons assem-

blés par soudure, et avec faux châssis contenant le câblage haute et basse tension ;

— Organes de choc et de traction portés par la caisse ;

— Bogies système Winterthur avec guidage des boîtes par tiges cylindriques coulisant dans deux Silentbloc à axe vertical ;

— Suspension des bogies par ressorts hélicoïdaux entourant les guides des boîtes ;

— Boîtes d'essieux avec paliers à rouleaux à rotule ;

— Suspension de la caisse sur les bogies par traverse danseuse solidaire de la caisse, et passant en dessous des longerons de bogies ; cette traverse danseuse repose sur des ressorts à lames longitudinaux, suspendus aux longerons de bogie par des anneaux doubles montés sur coussinets, et agissant comme des biellettes de longueur différente selon que le déplacement transversal est inférieur ou supérieur à 10 mm (sur les locomotives 122 ces ressorts sont suspendus aux longerons de bogie par simples biellettes) ;

— Transmission de l'effort, du bogie à la caisse, par pivot à double rotule, reliant traverse centrale du bogie, traverse danseuse et entretoise des ressorts à lames ;

— Attelage entre bogies, réalisant une

(1) Voir « Rail et Traction » n° 29 mars-avril 1954 et n° 30 mai-juin 1954.

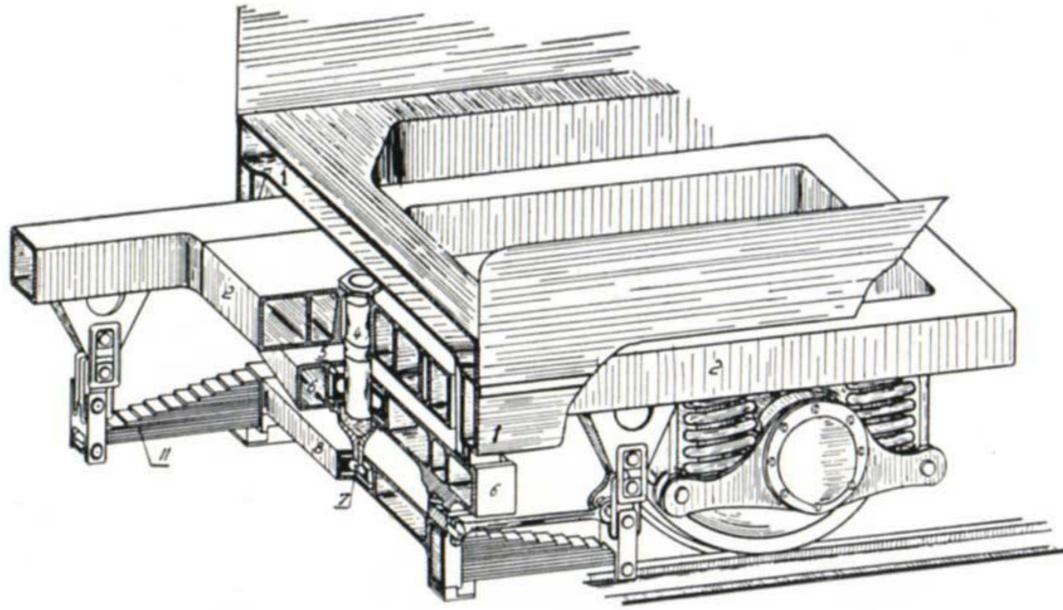


Fig. 1. — Détail de la suspension de la caisse sur le bogie de la BB 123 de la S.N.C.B. et notamment les anneaux doubles de suspension entre suspensions primaire et secondaire.

(Dessin de l'auteur)

réduction de l'angle d'attaque lors de la circulation en courbe et diminuant le mouvement de lacet en alignement.

L'aspiration de l'air de refroidissement des moteurs de traction et des résistances de démarrage se fait par des ouïes ménagées dans la partie inférieure des longspans ; l'aspiration par le toit de l'air de refroidissement des résistances de démarrage au travers du compartiment d'appareillage parfaitement étanche, tel que réalisé sur les locomotives type 122, avait en effet, donné lieu à quelques difficultés (rentrées de neige et d'eau dans le bloc d'appareillage).

En dehors du freinage par récupération, les locomotives 123 disposent des mêmes organes de frein que les BB 122 : frein direct et frein automatique type Oerlikon, permettant de choisir entre 3 régimes de freinage : marchandises, voyageurs et autovariable.

Les équipements électriques des locomotives types 122 et 123, construits par A.C.E.C. et S.E.M. ne diffèrent entre eux que par l'adjonction sur les dernières d'un équipement de freinage à récupération.

La fig. 2 représente le schéma des circuits haute tension (puissance et auxiliaire) d'une locomotive type 123. En faisant abstraction des appareils et des circuits nécessaires pour le freinage par récupération (représentés en traits gras) on y retrouve intégralement le schéma haute tension des locomotives 122, réalisé d'ailleurs avec un appareillage identique :

— Pantographes du type allégé, avec sectionneurs d'isolement et sectionneur de mise à la terre, ce dernier faisant partie d'un dispositif de sécurité qui prémunit le personnel contre le danger de la haute tension ;

— Disjoncteur ultra-rapide type SEM qui déclenche, soit directement en cas de surcharge ou indirectement sous l'action d'un des relais de protection : relais à maxima des moteurs de traction (Q12 et Q.34) ; relais à maxima de chauffage du train (QCHT), relais de tension nulle (RTN), relais différentiel (QD), relais de survitesse des moteurs des ventilateurs des résistances (QVR), relais de vigilance du dispositif de démarrage automatique, dispositif d'homme mort et freinage d'urgence ; en régime de récupération le disjoncteur de la locomotive type 123 peut en outre déclencher sous l'influence d'un relais à maxima du groupe de récupération (Q117) ;

— 4 moteurs de traction, groupés deux par deux en série, peuvent être couplés soit en série, soit en série-parallèle ; la transition entre ces deux couplages s'effectue par la méthode du pont, moyennant 11 contacteurs de couplage (A à K).

— Le shuntage des inducteurs des moteurs de traction, dans chaque couplage (3 crans en série, 5 crans en série-parallèle) est réalisé par 10 contacteurs de shuntage (31 à 35 et 31' à 35') ;

— Les résistances de démarrage sont constituées de rubans en tôle inoxydable ; elles sont groupées en deux branches de 12 éléments et sont refroidies par 5 ventilateurs, entraînés par des moteurs basse tension, raccordés en parallèle sur un élément de la résistance ; pendant le démarrage les résistances sont court-circuitées progressivement par 22 contacteurs de démarrage (1 à 18 et 12' à 15').

Les contacteurs de couplage, de démarrage et de shuntage sont commandés par 2 arbres à cames, entraînés par servo-moteurs électriques suivant le système Jeumont-Heidman (J.H.) et assu-

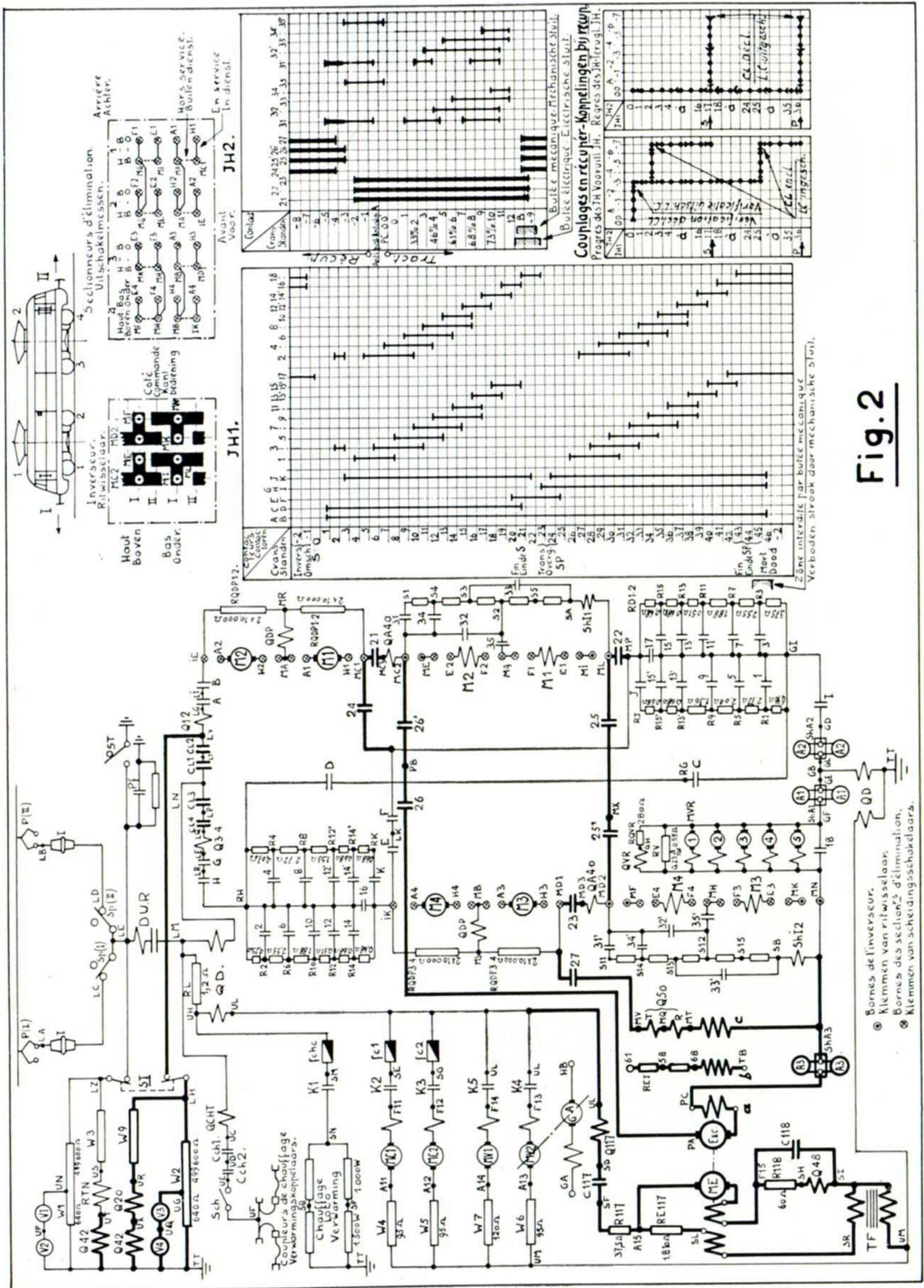


Fig. 2

rant le démarrage automatique sous le contrôle d'un relais d'accélération Q. A. 40.

Le J.H.1 qui commande les contacteurs de couplage et de démarrage et réalise 21 crans série, 19 crans série-parallèle et 3 crans de transition, entraîne également l'inverseur de sens de marche ; il est identique à celui des locomo-

tives type 122, sauf en ce qui concerne la disposition du tambour d'asservissement qu'il entraîne (contacts basse tension supplémentaires nécessités par la récupération).

L'arbre à cames J.H.2 qui, comme, sur les locomotives type 122, actionne les contacteurs de shuntage, a été allongé afin de commander également des con-



Fig. 3. — Vue d'ensemble de la locomotive électrique BB 123 de la S.N.C.B.. — On remarquera les prises d'air dans les longs pans, et sur le paravent, les glaces dégivrantes en verre conducteur — à remarquer aussi au-dessus du paravent, l'indicateur de couplage pour la marche en double traction. (Photo R. Pléinckx)

tacteurs supplémentaires réalisant le freinage par récupération.

En cas de défectuosité à la commande automatique, celle-ci peut être remplacée par une commande manuelle, qui ne permet toutefois ni le shuntage, ni le freinage par récupération.

Signalons encore le relais de décel de patinage (QDP), qui par l'allumage d'une lampe, signale au conducteur le patinage d'un quelconque des essieux, et provoque en même temps la régression de l'équipement de démarrage automatique vers sa position de repos.

Dans les circuits auxiliaires à haute tension de la fig. 2 nous retrouvons — outre le groupe de récupération (représenté en traits gras) — les mêmes organes que sur les locomotives BB 122 : deux groupes moteur-compresseur (M.C.) ; deux groupes moteur-ventilateurs des moteurs de traction dont un (MV2) entraîne également la génératrice basse tension ; alimentation des circuits de chauffage du train ; radiateurs de chauffage des cabines ; voltmètres haute tension, relais de tension nulle et parafoudre.

La disposition des cabines de conduite est presque identique à celle des loco-

motives type 122 : on y retrouve les organes habituels (commande des freins à air et à main, chronotachymètre, etc...) et le pupitre de conduite, groupant la manette d'antipatinage (frein d'antipatinage, antipatinage électrique et sablage), les appareils de mesure, lampes de signalisation et interrupteurs de commande, ainsi que le manipulateur, comportant lui-même manette d'inversion, manette de couplage et manette d'effort.

La manette de couplage comprend, outre les positions normales (manœuvre, série, série parallèle plein champ ou champ réduit) deux positions de freinage : série et série-parallèle.

La manette d'effort qui, comme sur les BB 122 permet de régler le courant de démarrage, est également utilisée pour le réglage du courant de freinage.

Pour autant que le freinage par récupération ne soit pas utilisé, le conducteur retrouve d'ailleurs une locomotive semblable aux BB 122 et rien n'a été changé aux prescriptions de conduite et de dépannage.

Un détail à signaler encore, est l'amélioration de la visibilité de la voie et des signaux obtenue par le remplacement des antibuées à cadre circulaire par une glace chauffante (verre conducteur).

LOCOMOTIVE BB-3000V-A 4 MOTEURS S.E.M. 508

EXCITATION - MOTEURSERIE - SERIE PARALLELE

PLEIN CHAMP	COURBE D	COURBE E
SHUNTAGE A 34%	D ₁	E ₁
" " 47%	D ₂	E ₂
" " 60,5%	D ₃	E ₃
" " 68%	D ₄	E ₄
" " 72%	D ₅	E ₅

TENSION 3000V

RAPPORT D'ENGRENAGES 1/3,125

ROUES USEES Ø = 1170 mm

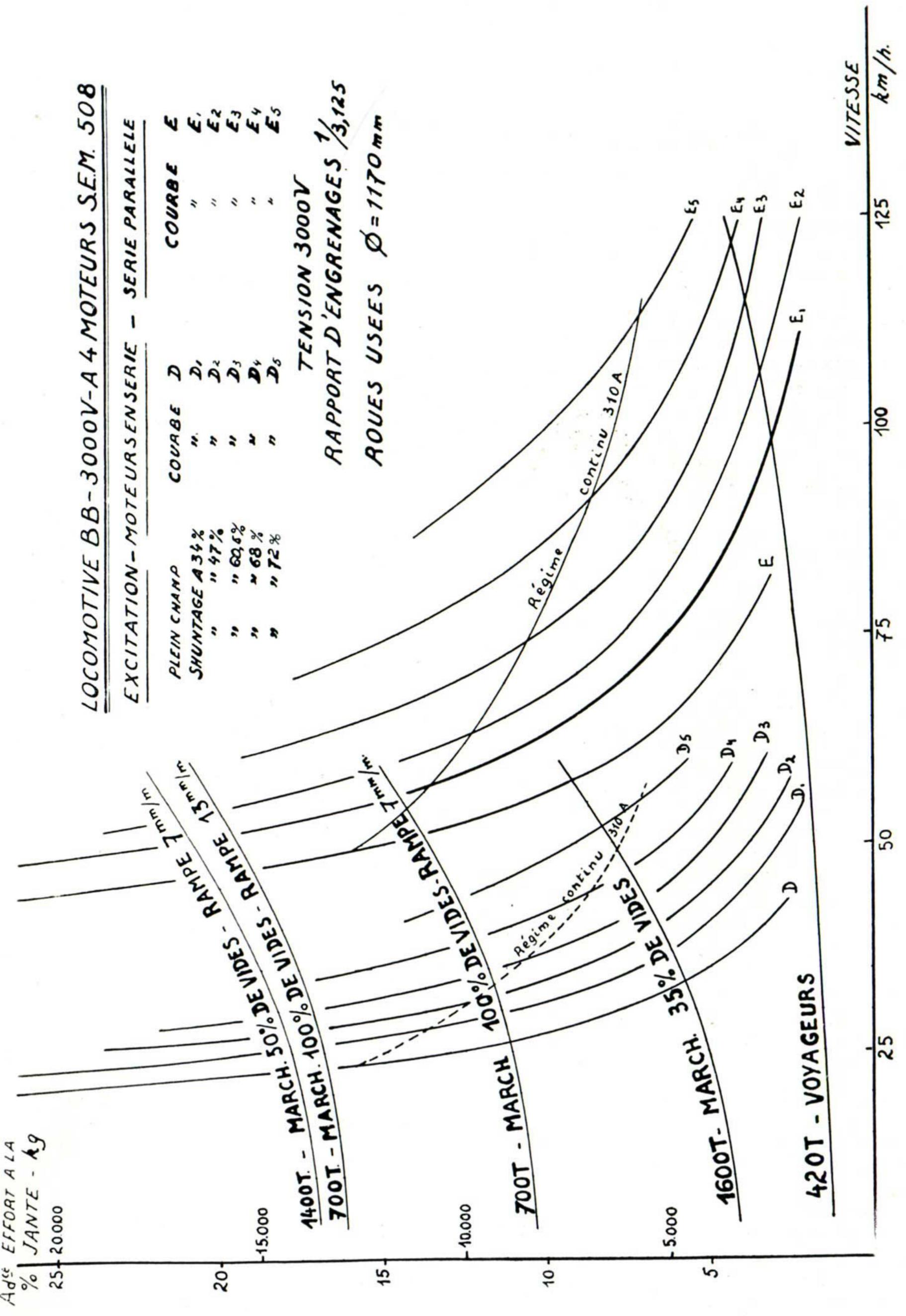


Fig. 4. — Locomotive BB type 123 de la S.N.C.B., diagramme « effort-vitesse ». (Cliché S.E.M.)

Ayant énuméré rapidement les différents points de ressemblance des deux types de locomotives, il nous reste à examiner de plus près leurs points de diver-

gence : augmentation du poids des locomotives type 123 et équipement de freinage par récupération dont elles sont pourvues.

AUGMENTATION DU POIDS A 92 TONNES

En comptant sur un coefficient d'adhérence de 20 % (conditions atmosphériques relativement défavorables pendant certaines périodes de l'année) une locomotive BB de 80 tonnes peut remorquer sur la ligne Bruxelles - Luxembourg avec ses rampes de 17 mm/m et ses courbes de faible rayon, une charge de 550 tonnes en simple traction ; des locomotives CC de 120 tonnes pourraient remorquer dans les mêmes conditions, une charge de 825 tonnes en simple traction.

La charge réelle des trains de marchandises sur cette ligne variant le plus souvent entre 1200 et 1300 tonnes tout en dépassant rarement cette dernière

charge, leur remorque par des BB de 80 tonnes en triple ou des CC en double traction serait peu économique.

Il s'indiquait donc d'augmenter le poids des locomotives BB jusqu'à la valeur, admissible par la voie et les ouvrages d'art, soit 23 tonnes par essieu. Une locomotive BB de 92 t peut remorquer économiquement, en double traction, les trains de 1300 t de la ligne Bruxelles - Luxembourg.

L'augmentation du poids des locomotives 123 est obtenue d'une part par le poids de l'appareillage supplémentaire nécessité par le freinage à récupération, d'autre part, par lestage.

FREINAGE A RECUPERATION

PRINCIPE.

Par une simple modification dans leur couplage, les moteurs de traction peuvent être transformés en génératrices, qui — entraînés par le train en marche — peuvent renvoyer un courant dans la ligne caténaire, en opposant à celle-ci une tension légèrement supérieure à la tension de ligne.

Le freinage électrique, qu'on obtient ainsi, évite les multiples inconvénients de l'emploi des freins pneumatiques : usures et échauffements des semelles de frein et des bandages de roues, incidents de freinage, etc...

De plus, cette disposition permet de récupérer une quantité considérable d'énergie électrique : pour la ligne Bruxelles - Arlon par ex. on espère pouvoir récupérer environ 12 millions de kWh par an, pour une consommation annuelle de 115 millions de kWh (dont 75 millions de kWh pour les trains de marchandises).

L'emploi de la récupération se limitera au freinage de maintien lors de la descente des longues pentes ; pour les freinages d'arrêt, le conducteur devra en

effet continuer à se servir des freins à air habituels.

Les sous-stations de traction étant équipées de groupes redresseurs qui permettent seulement le passage de l'énergie dans une seule direction, le freinage à récupération d'un train quelconque n'est possible que pour autant qu'un autre train circulant en traction sur la même section absorbe l'énergie récupérée : la densité du trafic sur la ligne de Luxembourg rendra toutefois exceptionnels les cas où cette condition ne sera pas remplie.

Pour transformer un moteur série en génératrice, il suffirait en principe de renverser la polarité des inducteurs par rapport aux induits ; on obtiendrait de cette façon des génératrices "série,, qui présentent toutefois le grave inconvénient d'être instables.

En effet, une légère augmentation de la tension en ligne suffirait à renverser le courant dans les induits et les inducteurs ; la tension développée par les génératrices serait également renversée et — s'ajoutant à la tension de ligne — elle provoquerait un court-circuit extrêmement violent.

Pour remédier à cet inconvénient, les inducteurs sont alimentés par une source indépendante, en l'occurrence une génératrice auxiliaire appelée excitatrice et entraînée, à vitesse constante, par un moteur à 3000 volts ; le réglage de l'excitation de la génératrice auxiliaire permet de régler la tension développée par les génératrices principales et d'adapter celle-ci à la tension de ligne.

Avec une telle disposition — qui évite le risque de court-circuit que présentaient les génératrices "série,, — l'effort de freinage serait trop sensible encore aux variations de vitesse et de tension en ligne ; on y remédie en ajoutant à la génératrice auxiliaire une excitation anti-compound parcourue par le courant de récupération (fig. 5). Lorsque, par une augmentation de la tension de ligne ou par une diminution de la vitesse, le courant de freinage décroît, l'excitation anti-compound tend à augmenter la tension de l'excitatrice, s'opposant ainsi à la diminution du courant de freinage.

REALISATION SUR LES LOCOMOTIVES TYPE 123.

Les organes représentés en gras sur le schéma de la fig. 2 font partie de l'équipement de freinage par récupération.

On y retrouve notamment le GROUPE DE RECUPERATION, composé de :

— L'EXCITATRICE (Exc) dont l'inducteur comporte :

- L'enroulement d'excitation indépendante (b), alimenté à basse tension au travers du rhéostat REI, dont la valeur peut être réglée moyennant la manette d'effort ;
- L'enroulement d'excitation anti-compound (c) parcouru par le courant principal de récupération ;
- L'enroulement série (a) ayant comme but d'accélérer l'amorçage de la tension de l'excitatrice et par là, de la tension de récupération développée par les génératrices principales.

— Le MOTEUR D'ENTRAINEMENT (ME) du type compound, commandé par le contacteur C117 et protégé par le relais à maxima Q117, qui en cas de surcourant fait déclencher le disjoncteur. Le moteur démarre en série avec les résistances de démarrage R117 et R118, dont la dernière est court-circuitée par le contacteur C118 sous le contrôle du

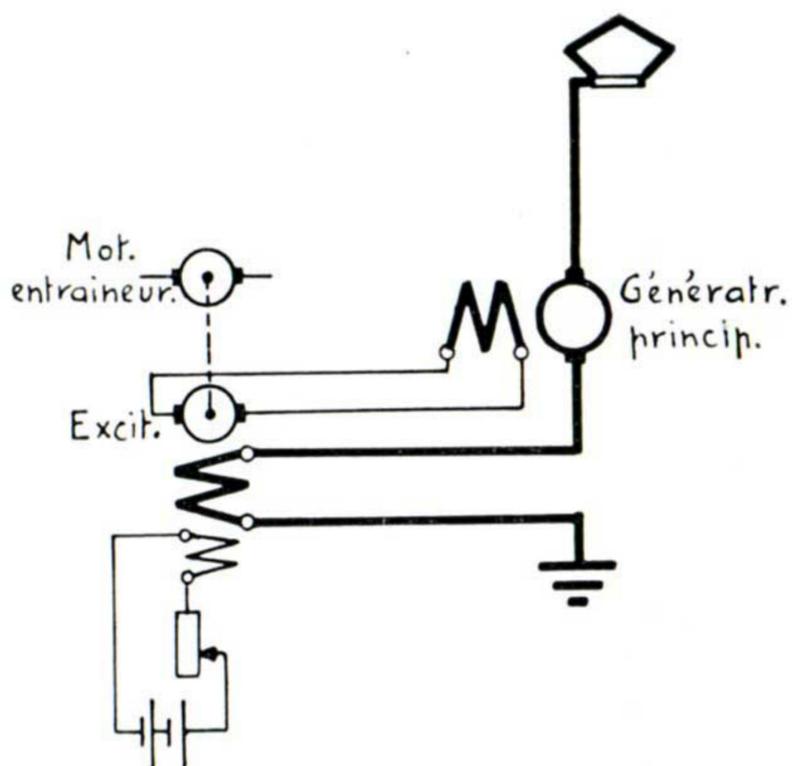


Fig. 5. — Schéma du circuit de puissance lors de la marche en récupération.

(Dessin de l'auteur)

relais Q48, dès que sa vitesse atteint une valeur donnée.

— Le TRANSFORMATEUR DE STABILISATION (TF) ayant pour but de rendre la vitesse du groupe moins sensible aux brusques variations de la tension en ligne.

Afin de pouvoir appliquer le freinage de récupération à une zone de vitesse aussi étendue que possible, il faut pouvoir développer à toutes ces vitesses une tension qui soit légèrement supérieure (d'environ 300 volts) à la tension de ligne. Dans ce but, les induits des génératrices principales peuvent être groupés soit en série (pour le freinage à basse vitesse : 30 à 60 km/h), soit en série-parallèle (pour le freinage à plus grande vitesse : 60 à 120 km/h). Les inducteurs restent toujours connectés en série.

Dans le but d'augmenter davantage la stabilité de la marche en récupération, une partie de la résistance de démarrage (environ 1 ohm) reste constamment en série avec les induits des génératrices principales.

La réalisation des couplages série et série-parallèle, avec résistance tampon en série, s'effectue par les contacteurs de couplage et de résistance déjà utilisés en régime de traction et commandés par l'arbre à cames JH1. En régime de freinage, celui-ci s'immobilisera soit en position 17 (série) soit en position 36 (série-parallèle) selon le couplage choisi par le conducteur.

Notons qu'en régime de récupération la transition entre les couplages série et série-parallèle ne peut pas s'effectuer sous

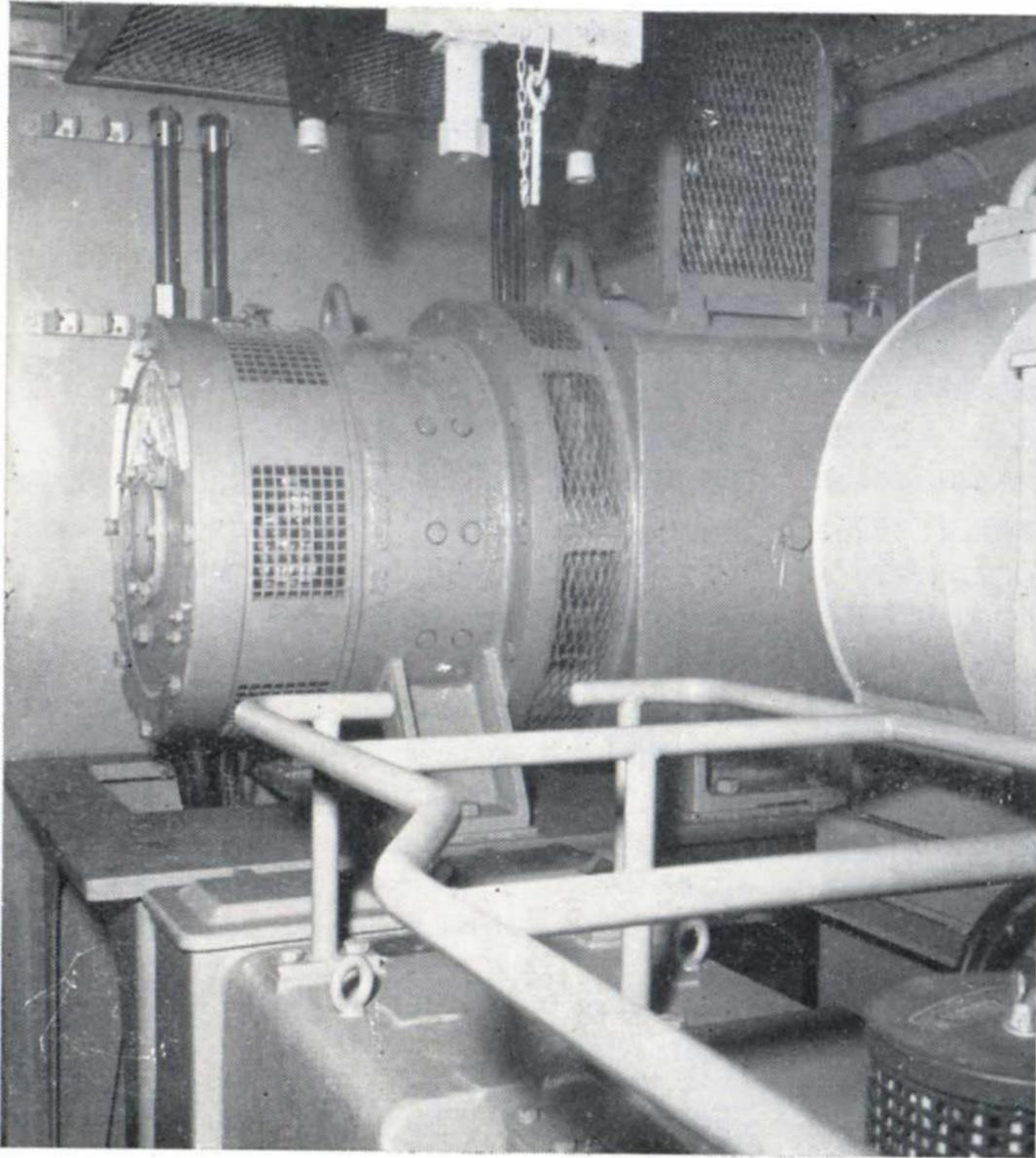


Fig. 6. — Groupe de récupération de la locomotive électrique BB type 123 de la S.N.C.B.

(Photo R. Pléinckx)

charge, comme c'est le cas en régime traction. Pour le freinage électrique, le conducteur doit choisir le couplage convenable en rapport avec la vitesse du train ; si pour une raison quelconque un changement de couplage s'impose, celui-ci doit s'effectuer à vide, c.à.d. après avoir ramené préalablement la manette de couplage du manipulateur à zéro.

Sur le schéma de la fig. 2 on retrouve d'autre part :

— LES 9 CONTACTEURS DE RECUPERATION 21 à 27 et 25' à 26' commandés par l'arbre à cames J.H.2 :

— 21, 22 et 23 permettent d'isoler les inducteurs par rapport aux induits des moteurs de traction ;

— 25, 25', 26 et 26' permettent d'alimenter par l'excitatrice, les inducteurs couplés tous les quatre en série ;

— 24 et 27 permettent de fermer le circuit des 4 induits (préalablement couplés en série ou en série-parallèle par les contacteurs de couplage) en insérant dans ce circuit l'enroulement anti-compound de l'excitatrice.

— LES CONTACTEURS DE LIGNE CLI à CL4 : ces contacteurs électropneumatiques restent constamment fermés en régime traction ; en régime de récupération ils sont d'abord déclenchés et ne s'enclenchent qu'au moment où la tension de récupération, développée par les

génératrices, atteint la valeur de la tension de ligne et permet de S'ACCROCHER A LA LIGNE.

— Le relais différentiel Q42, appelé « LE RELAIS D'ACCROCHAGE EN RECUPERATION » : il compare la tension de récupération à la tension de ligne et provoque l'enclenchement des contacteurs CLI à CL4 lorsque ces 2 tensions sont égales ;

— Les voltmètres V3 et V4, qui en marche de récupération, renseignent au conducteur la tension développée par la locomotive ;

— Les relais de protection Q20 et Q50 :

— Le premier, appelé « RELAIS DE SURTENSION », fonctionne lorsque la tension développée dépasse la valeur maximum autorisée de 3600 V ; ceci pourrait se produire lorsque, pour une raison quelconque, le freinage de récupération cesserait de fonctionner, ce qui risquerait de provoquer l'emballlement du train ;

— Le second relais, appelé « RELAIS DE RETOUR DE COURANT » fonctionne, lorsque par suite d'une brusque augmentation de la tension de ligne ou pour toute autre raison, la tension de la locomotive deviendrait inférieure à celle de la ligne, entraînant une inversion du courant.

Le fonctionnement d'un des relais Q20 ou Q50 provoque l'enclenchement d'un « RELAIS DE RATE DE RECUPERATION » (pas représenté à la fig. 2) qui substitue automatiquement le freinage pneumatique au freinage électrique, après avoir provoqué le déclenchement des contacteurs de ligne CLI à CL4 et avoir interrompu le circuit d'excitation indépendant de l'excitatrice.

L'équipement de freinage électrique comporte encore « UNE ELECTROVALVE DE NEUTRALISATION », qui pendant le fonctionnement normal de la récupération, supprime toute action du frein automatique sur la locomotive ; l'application de ce frein pneumatique pendant la marche en récupération risquerait en effet de provoquer l'enrayage des essieux moteurs de la locomotive, et par là un court-circuit franc entre ligne de contact et rail à travers les inducts immobilisés.

En cas de fonctionnement du relais de rate de récupération, cette électrovalve de neutralisation est désexcitée alors qu'une autre électrovalve, appelée « ELECTROVALVE DE FREINAGE » s'excite et provoque une dépression dans la conduite générale du frein automatique.

CONDUITE ET FONCTIONNEMENT EN RECUPERATION.

Pour appliquer le freinage électrique, le conducteur amène la manette de cou-

plage du manipulateur dans la position de freinage (série ou série-parallèle) correspondante à la vitesse du train, la manette d'effort étant en position de repos.

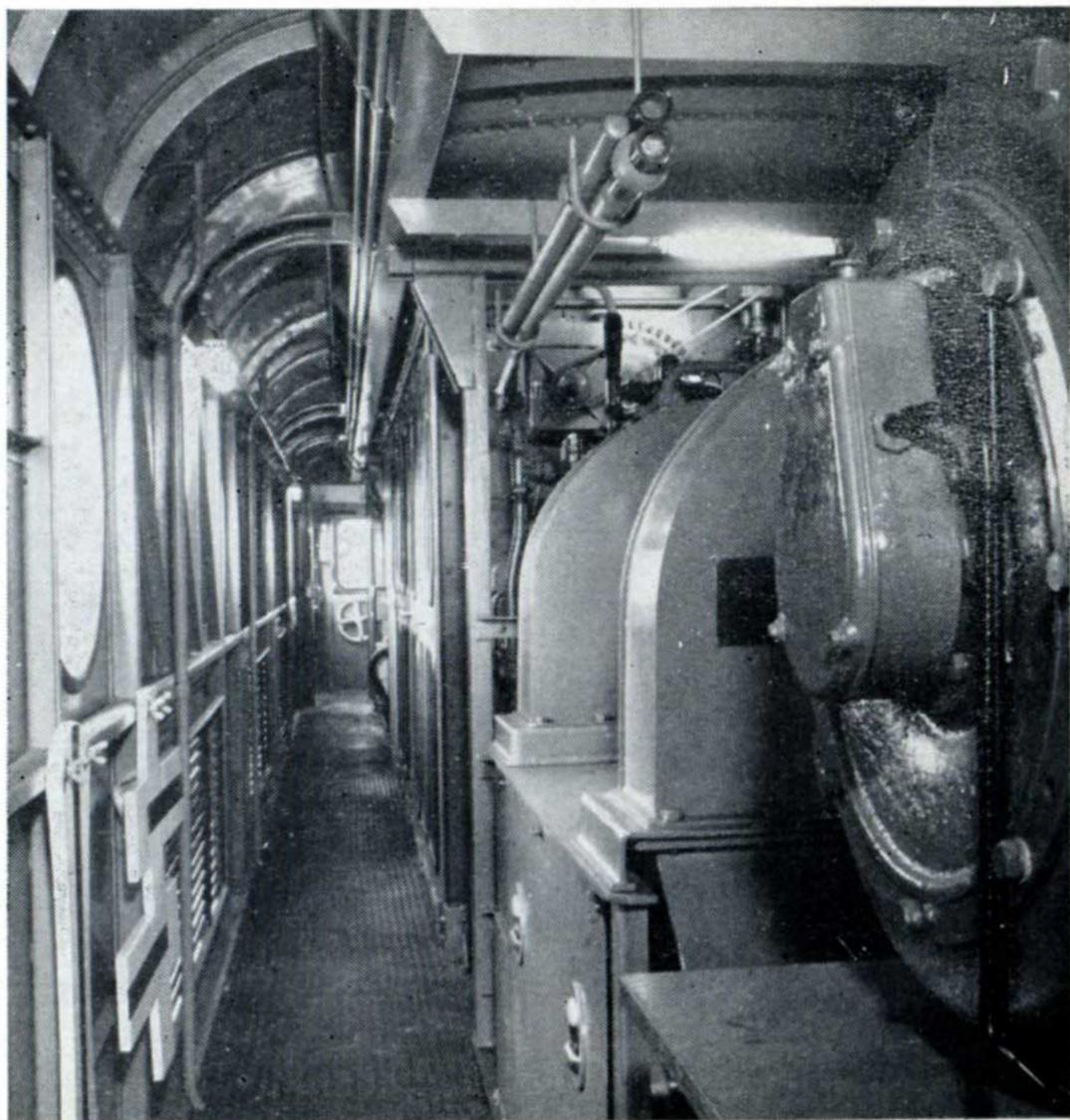
Cette manœuvre entraîne automatiquement :

- Le déclenchement des contacteurs de ligne CLI à CL4 ;
- Le démarrage du groupe de récupération, assuré par la fermeture du contacteur C117 d'abord, C118 ensuite ;
- Le déclenchement par le J.H.2 des contacteurs 21, 22 et 23, isolant les inducteurs des moteurs de traction ;
- La réalisation par le J.H.1 du couplage série ou série-parallèle, toutes les résistances de démarrage restant en circuit ;
- L'enclenchement par J.H.2 des contacteurs 25, 25' 26 et 26' fermant le circuit des 4 inducteurs en série avec l'excitatrice ;
- L'enclenchement des contacteurs 24 et 27 insérant l'enroulement anti-compound de l'excitatrice dans le circuit des inducts ;
- L'alimentation de l'excitation indépendante de l'excitatrice, au travers du rhéostat REI à sa valeur maximum.

A ce moment, le conducteur manœuvre la manette d'effort et agit ainsi sur le rhéostat REI dont la valeur diminue ; la

Fig. 7. — L'un des deux couloirs latéraux de la BB 123 avec à l'avant-plan droit le groupe de récupération.

(Photo R. Pléinckx)



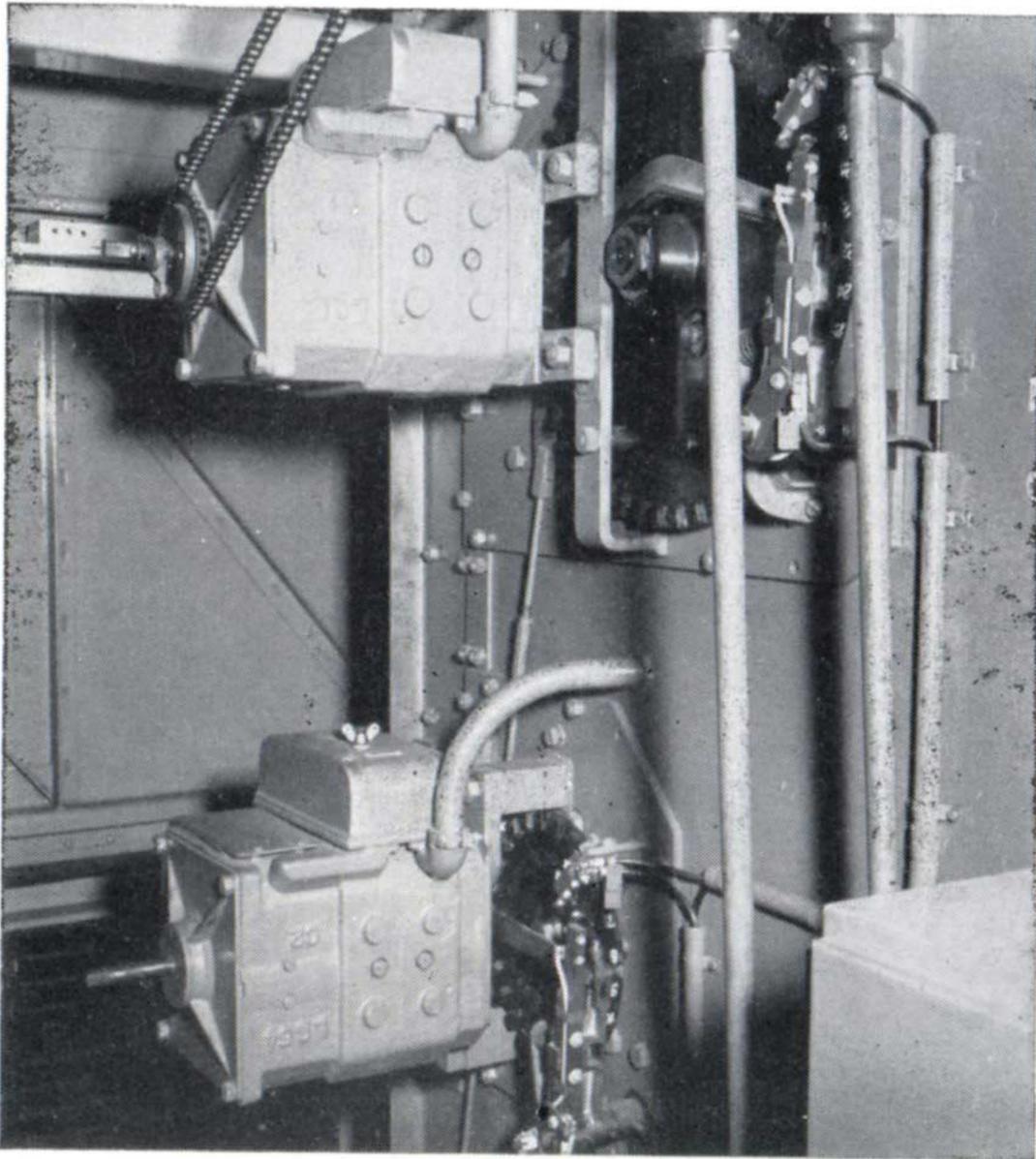


Fig. 8. — Moteurs de commande des JH.

(Photo R. Pléinckx)

tension de l'excitatrice et par là, la tension de la génératrice principale augmente progressivement. Au moment, où la tension de récupération atteint la

valeur de la tension de ligne, le relais d'accrochage Q42 enclenche les contacteurs CL1 à CL4 ; les résistances de démarrage sont ensuite éliminées par le

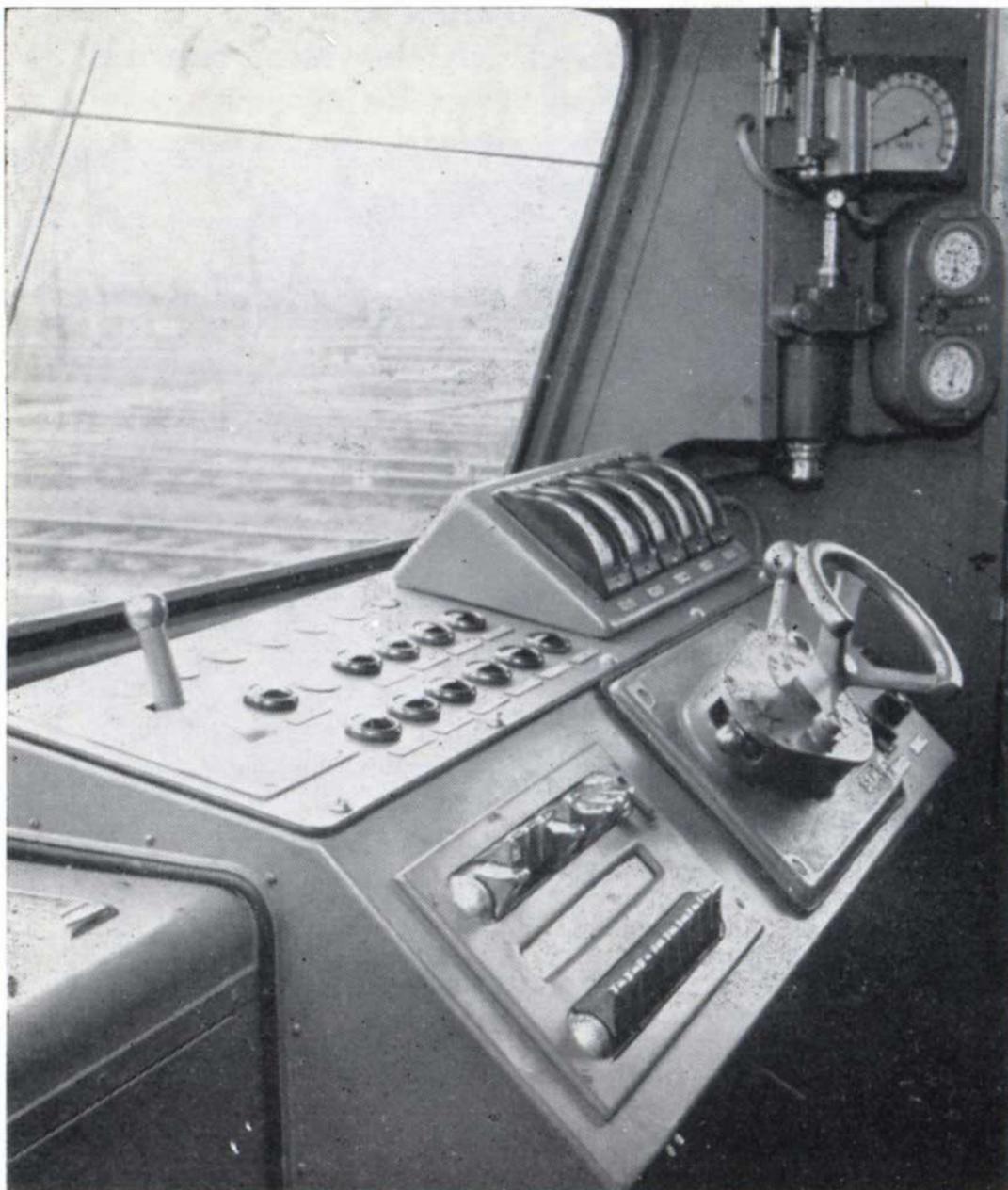
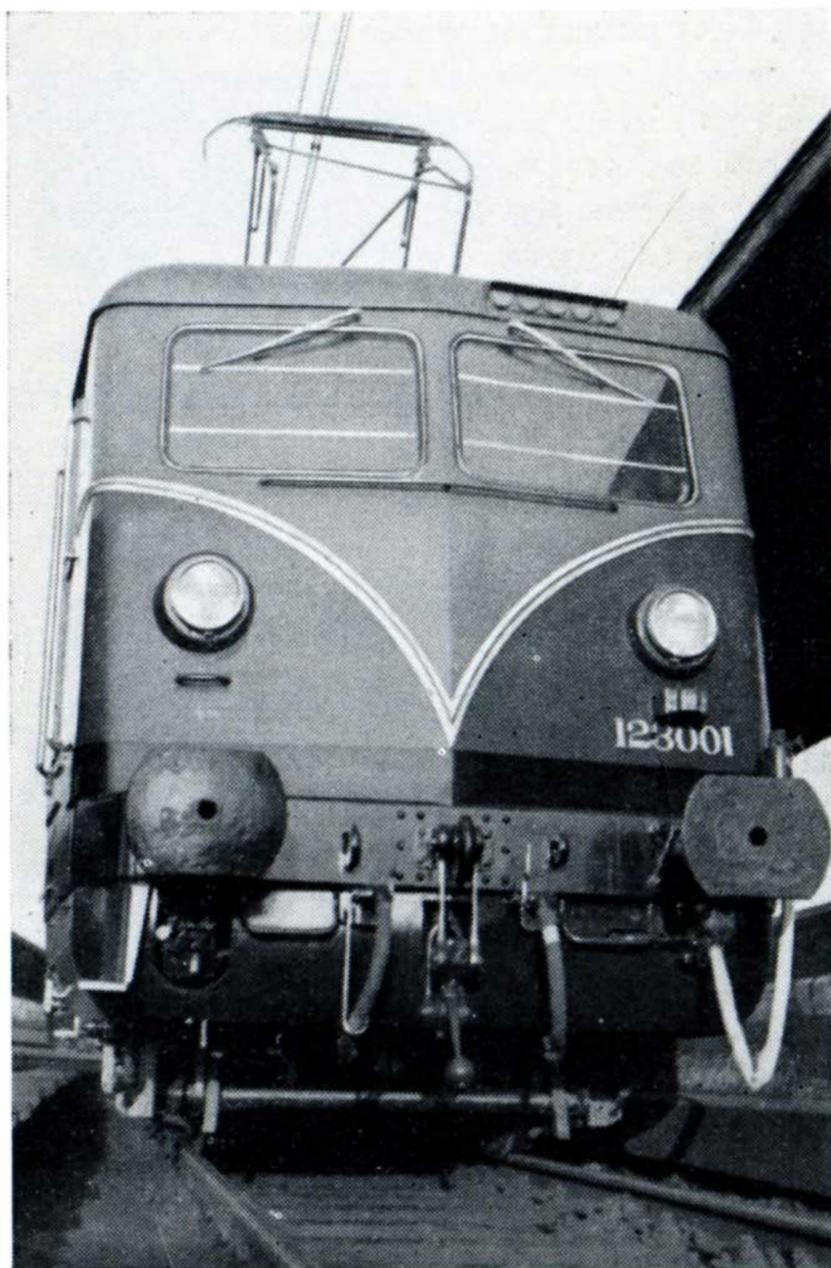


Fig. 10. — Poste de conduite de la locomotive BB 123, sensiblement le même que celui de la BB 122 à part quelques petites différences.

(Photo R. Pléinckx)



Avant de la locomotive BB type 123 de la S.N.C.B. (Photo H. F. GUILLAUME)

QUELQUES REFERENCES RECENTES EN TRACTION ELECTRIQUES & DIESEL :

Locomotives électriques:

- BB de 1.680 CV et 74 T. 25.000 V., courant monophasé, 50 p. pour le B.C.K.
- BB de 2.200 CV et 76,5 T. 25.000 V., courant monophasé, 50 p. pour le B.C.K.
- BB de 640 CV et 70 T. pour l'U.M.H.K.
- BB de 2.800 CV et 82 T. 3.000 V cont., type 122 pour la S.N.C.B.
- BB de 2.800 CV et 92 T. 3.000 V cont. à récupération, type 123 pour la S.N.C.B.

Locomotives à moteur diesel :

- BB diesel-électrique de 640 CV et 70 T. pour l'U.M.H.K.
- BB diesel-hydraulique de 485 CV et 50 T. pour l'OTRACO.
- BB diesel-hydraulique de 360 CV et 32 T. pour l'OTRACO.
- diesel-hydraulique de 186 CV à 3 essieux et 12 T pour les VICICONGO.
- CC diesel-électrique de 730 CV et 72 T. pour la Sté SULZER-WINTERTHUR.
- BB diesel-électrique de 1.600 CV et 87 T., type 201 pour la S.N.C.B.
- diesel-hydraulique de 750 CV à 4 essieux accouplés et 80 T., type 272 pour la S.N.C.B.
- diesel-hydraulique de mines de 8 et 10 T pour les Charbonnages belges.

LES ATELIERS METALLURGIQUES



SOC. AN. **NIVELLES** (BELGIQUE)

Siège social - Service commercial - Direction générale
NIVELLES TEL. 242.21 TELEGR : METAL-NIVELLES

Usines à Nivelles - Tubize - La Sambre - Manage

JHI en progression, sauf la résistance tampon.

Tout est maintenant en ordre pour permettre le freinage par récupération, mais aucun courant de freinage ne circule encore, étant donné que les 2 tensions (locomotive et ligne) sont égales et en opposition.

Pour faire circuler un courant, et développer un effort de freinage, le conducteur devra déplacer davantage la manette d'effort, agissant ainsi indirectement sur la tension de la génératrice principale ; c'est cette manette d'effort qui lui permettra par la suite de régler à volonté le courant, donc l'effort de freinage dans les limites fixées par les relais de protection.

PERFORMANCES.

Malgré les sollicitations supplémentaires, dues au profil accidenté de la ligne Bruxelles - Luxembourg, au freinage de récupération et à l'augmentation du poids de la locomotive, donc des charges des trains, les locomotives type 123 sont équipées de moteurs de traction type SEM 508 ou ACEC C.F. 729N identiques à ceux des locomotives type 122 : tétrapolaires, sans enroulements de compensation et à suspension par le nez ; ils développent chacun une puissance unihoraire de 640 ch à 665 tr/min (50,5 km/h) et une puissance continue de 590 ch à 685 tr/min. (52,5 km/h).

Les pourcentages de shuntage étant les mêmes que sur les locomotives type 122, il en résulte les mêmes courbes des efforts moteurs en fonction de la vitesse (fig. 4) ; les courbes des efforts résistants de divers types de trains étant également tracées sur la même figure, on constate que ces engins répondent complètement à leur désignation de locomotives mixtes aptes à remorquer des trains de marchandises lourds à des vitesses de 40 à 50 km/h et des trains de voyageurs à des vitesses allant jusqu'à 125 km/h.

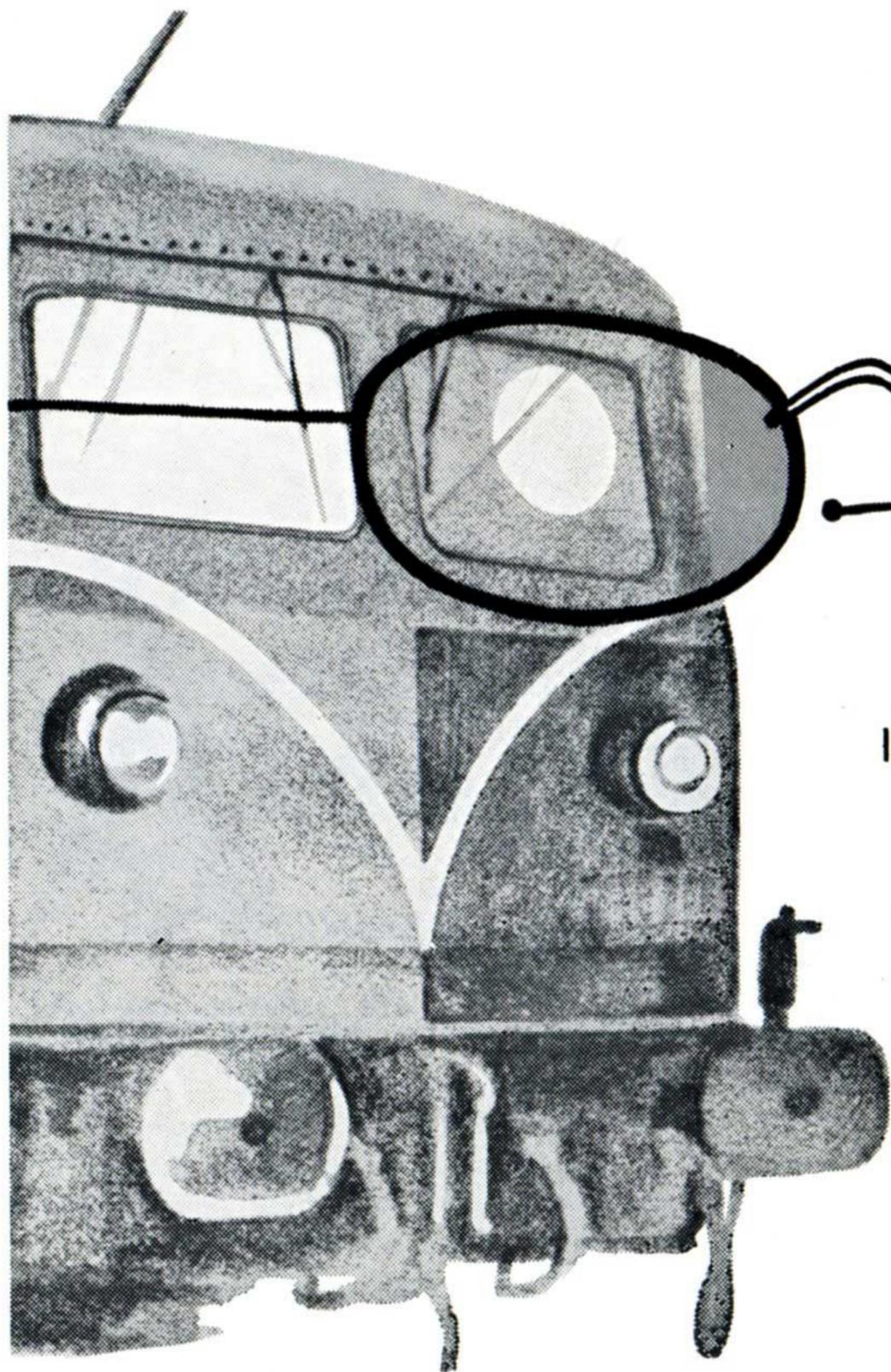
Avec les trains de voyageurs de 450 tonnes, ces locomotives pourront assurer en simple traction le trajet Bruxelles-Arlon avec arrêt à Bruxelles Q.L., à Namur et à Jemelle en 140 min.

Quant aux trains de marchandises, le parcours Ronet-Stockem avec charge de 1300 tonnes sera assuré en moins de 3 heures.

Plus rien n'empêchera d'ailleurs la remorque de ces trains en un seul trait entre Stockem et Anvers avec arrêt de service à Ottignies pour ajouter ou retirer une locomotive (double traction entre Stockem et Ottignies, simple traction entre Ottignies et Anvers-Nord).

L'électrification de la ligne du Luxembourg et la mise en service des locomotives type 123 sur cette ligne permettra donc d'y modifier profondément les caractéristiques du trafic.





**pour
mieux
voir**

les locos BB. type 123

**enlèvent
leurs
lunettes**

...car dorénavant, toute la vitre du pare-brise devient un élément radiant en verre électro-conducteur Univerbel. Le pare-brise en verre électro-conducteur ou verre chauffant assure le désembuage et le dégivrage d'une manière extra-rapide et efficace sur toute la surface de la vitre.

**De vastes
possibilités nouvelles
dans le domaine
des Chemins de Fer**

Le verre chauffant Univerbel trouve de multiples applications dans les bâtiments et véhicules des chemins de fer : chauffage de cabines, de guichets, etc...

Documentez-vous

Univerbel

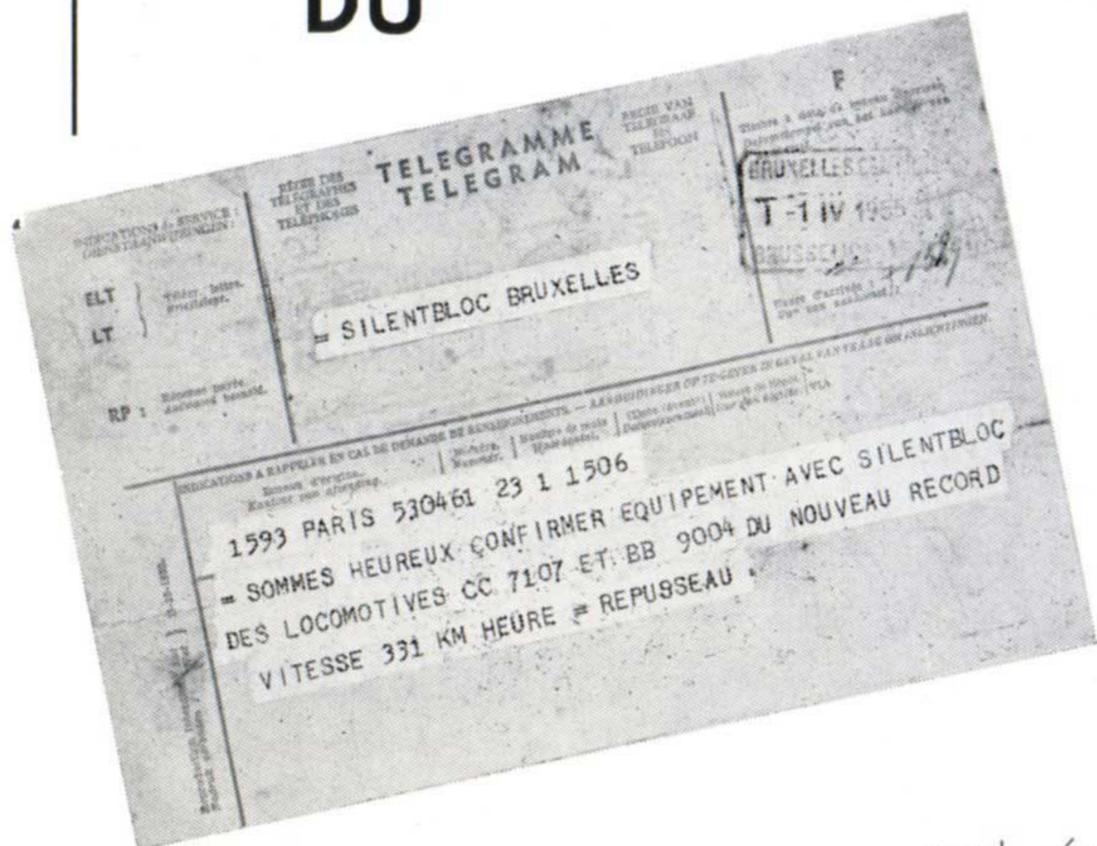
29, Quai de Brabant
CHARLEROI

b&d

17

COMME TOUTES LES

LOCOMOTIVES MODERNES la CC 7107 et la BB 9004 DU



RECORD DU MONDE DE VITESSE SUR RAIL

sont équipées des dispositifs

«SILENTBLOC»

GUIDAGE ELASTIQUE

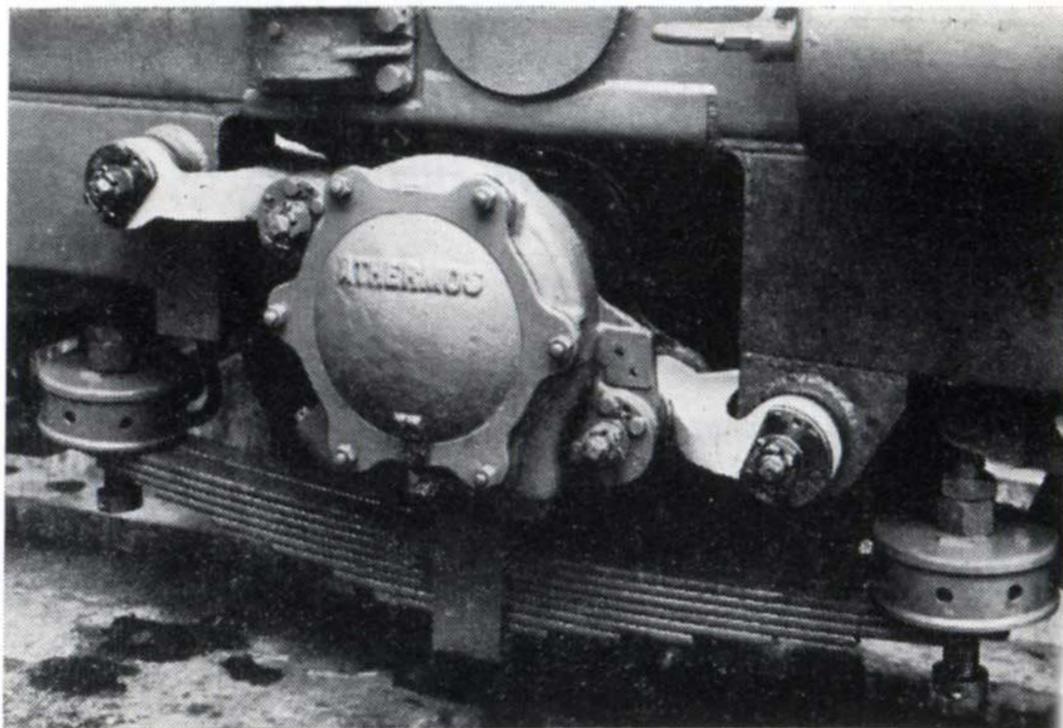
économies de voies
économies
de matériel

VIBRATIONS A M O R T I E S

économies de
matériel roulant

ENTRETIEN NUL

économies de
main-d'œuvre et
de matière



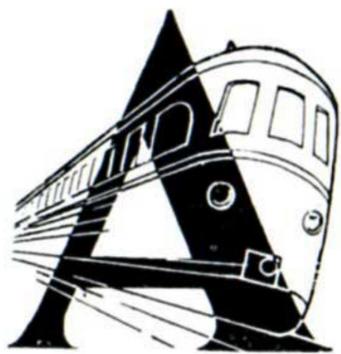
« SILENTBLOC » SUPPORTS ANTIVIBRATOIRES
ACCOUPEMENTS • AMORTISSEURS

SILENTBLOC S. A. BELGE

36, rue des Bassins — BRUXELLES — Tél. : 21.05.22

LES PLANS INCLINÉS DE LIÈGE (1)

par F. BAEYENS
Ingénieur en chef
à la S. N. C. B.



U l e n d e m a i n de l'inauguration de la traction électrique sur Bruxelles - Liège, des journaux ont mis l'accent sur le fait que la côte d'Ans est maintenant « avalée à du 70 à l'heure ».

Ce qui constitue tout de même un progrès indéniable !

Pendant quelques semaines, ces plans inclinés avaient fait l'objet d'innombrables conférences techniques dans le service qui prenait l'initiative et la responsabilité de résoudre le problème de leur « ascension » d'une manière heureuse, et ont sans doute formé le motif principal des cauchemars qui meublaient certaines nuits blanches !

Ces fameux plans méritent bien qu'on... s'y arrête un instant !

Apparemment il n'y a rien de nouveau sous le soleil !

Si, en 1832, on décida du principe de réaliser une voie ferrée Anvers-Liège, amorce d'une liaison Anvers-Cologne, c'est parce que l'on voulait combattre... un projet de canal.

Décidément, la coordination n'est pas le fort des belges !

On discuta donc longtemps des avantages respectifs des deux projets ; la solution « voie ferrée » fut finalement retenue, et un accord fut obtenu sur le tracé : Anvers - Malines - Louvain - Tirlemont - Waremme - Liège avec Bruxelles-Malines (ce que nous nommons actuellement une antenne), concession faite aux gens de la capitale !

Pour résoudre le problème de la remorque des trains entre Liège et Ans,

dont la différence de niveau est de 110 m environ, les ingénieurs Simons et De Ridder retinrent la solution des « plans inclinés ».

Leur projet consistait à diviser la dénivellation en deux parties par une station intermédiaire établie en palier (Liège Haut-Pré), et à installer sur ce palier une machine fixe, à vapeur, de 80 chevaux, « capable de remonter et de faire descendre un train de 12 wagons en moins de 7 minutes ».

Soyons attentifs aux chiffres, mais ne perdons toutefois pas de vue que les wagons ne pesaient pas 50 t. alors !

C'est l'antenne Bruxelles-Malines qui fut réalisée en premier lieu, ce qui est tout de même assez paradoxal (1835).

Malines-Louvain-Tirlemont était achevé en 1837 ; Ans était atteint en 1838.

On s'infligea ensuite quatre années de réflexion.

Le 1er mai 1842, on inaugura Ans-Liège en même temps que le dispositif Simons-De Ridder, réalisé par l'ingénieur H. Maus, et qui devait rester en service jusqu'en 1871.

Un système qui a fonctionné pendant 30 ans mérite d'être examiné de plus près.

Il était constitué, pour chacun des plans, d'un câble sans fin, dont les deux brins couraient respectivement dans la voie montante et descendante, et qui passaient sur des tambours-moteurs installés à la station fixe de Liège Haut-Pré.

A l'autre extrémité, ils passaient sur des poulies, et c'est pourquoi une des régions de la gare de Liège Guillemins porte le nom de « poulie » chez le personnel !

Les machines fixes avaient été dessinées et construites par Cockerill, et avaient quelque ressemblance avec des moteurs déjà réalisés par cette firme pour des navires à propulsion par aubes.

(1) Voir aussi « Rail et Traction » n° 14 août-septembre 1951.

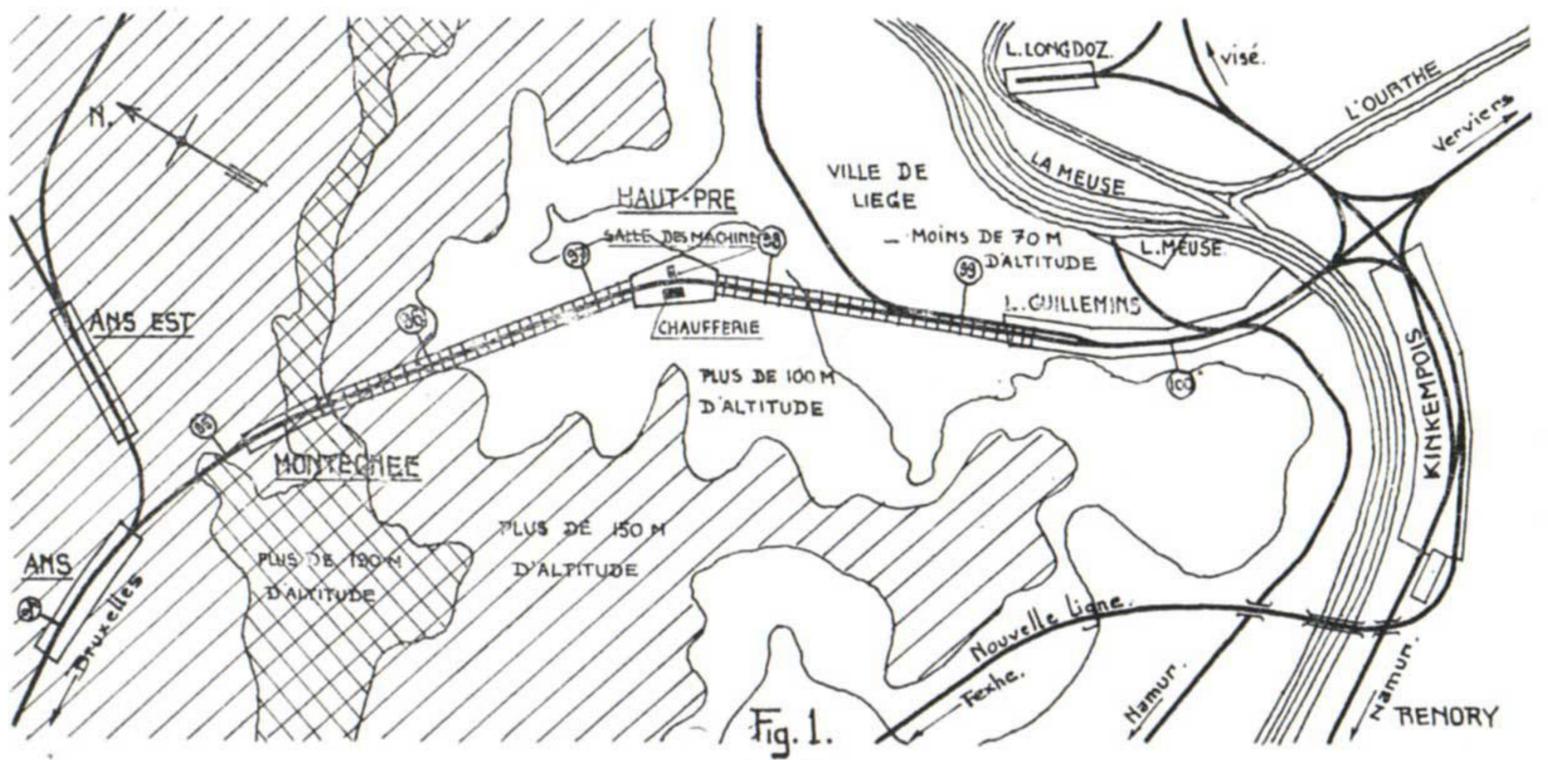


Fig. 1. — Situation des plans inclinés de Ans par rapport au nœud ferroviaire de Liège (dessin de G. Saelens)

Elles avaient un arbre horizontal, entraîné par deux manivelles recevant un mouvement d'un balancier lié aux tiges de piston de deux cylindres verticaux (alésage 1450 mm et course de 1370 mm).

Ainsi que l'expliquaient les dessins de Cockerill, chaque machine avait une force de 160 chevaux (le terme « force » étant d'ailleurs très mal choisi pour définir une puissance !).

Plus tard cette puissance fut portée à 248 ch.

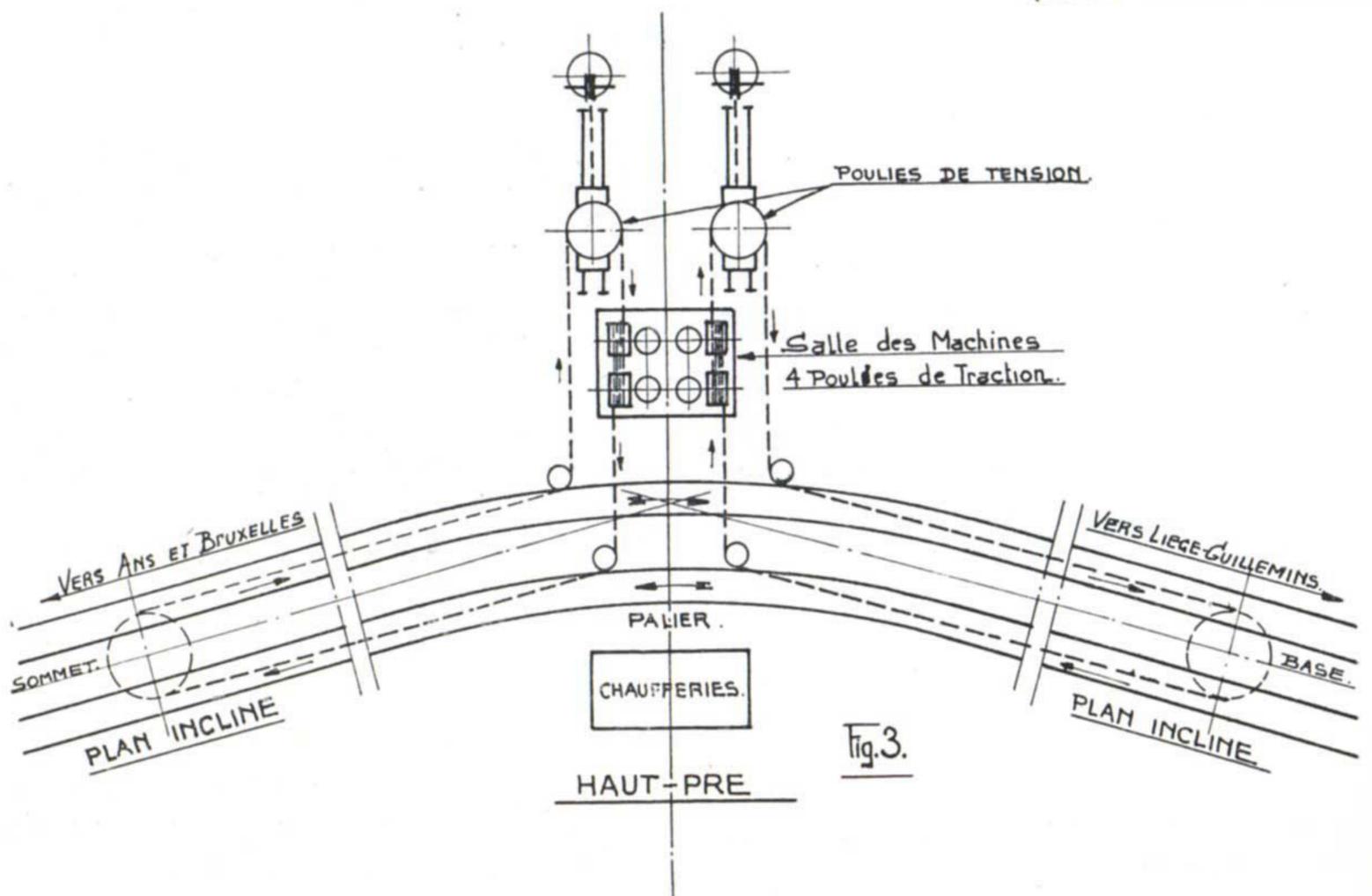
Pour la montée, un wagon spécial était attelé en queue du train. Un dispositif

ingénieur permettait de fixer le wagon au câble du premier plan au départ des Guillemins, de le décrocher à Haut-Pré, de l'accrocher au câble du deuxième plan, pour le décrocher définitivement à Montegnée.

Le même wagon, et le même procédé étaient utilisés pour retenir le train à la descente ; on renonça cependant rapidement à ce genre de freinage.

Des procédés tout aussi ingénieux — le cheminot est très débrouillard — étaient appliqués pour réaliser la « liaison » de commandement entre les Guille-

Fig. 2. — Machinerie de Liège (Haut Pré) au temps de la traction par câble. (dessin de G. Saelens)



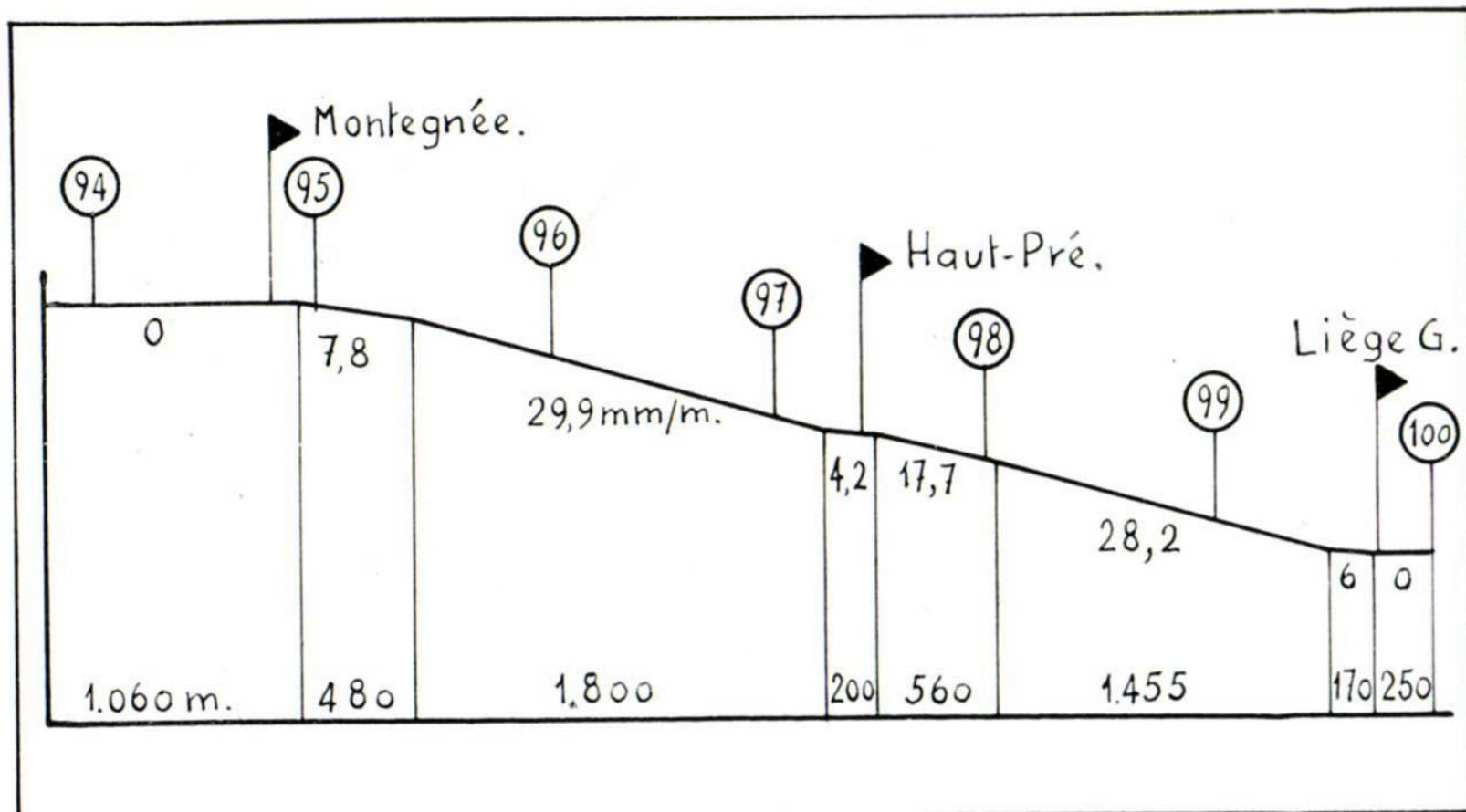


Fig. 3. — Profil en long simplifié des plans inclinés.

Fif. 4. — Locomotive d'allège à cinq essieux couplés type 93 de la S.N.C.B.



Fig. 5. — Ci-dessous, à droite, détail du crochet libérable de la machine de la fig. 4.

(Photos de l'auteur)

mins, d'où partait le train, et Haut-Pré, où il fallait démarrer la machine fixe de renfort.

Maintenant que nous connaissons le téléphone et la radio, tout cela a l'air très simple...

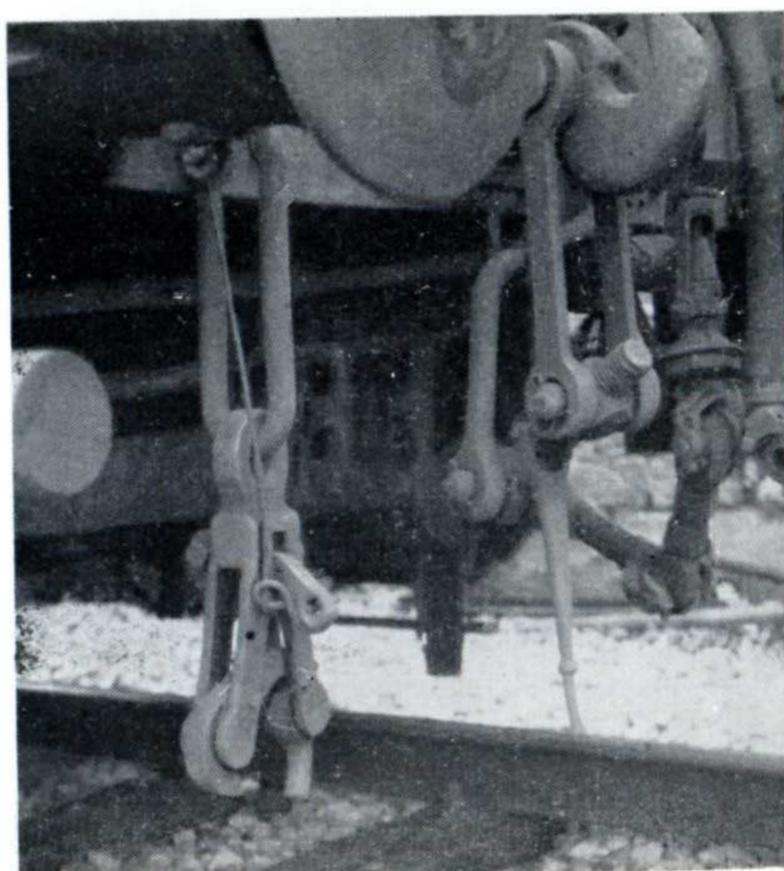
D'après le projet, les 4,3 km de rampe devaient être parcourus en moins de 7 minutes, soit à une vitesse moyenne de 37 km-h.

Reportons-nous en pensée d'un siècle en arrière, et... saluons ces pionniers.

Le stade suivant aura duré 75 ans. Des esprits chagrins vous diront que ce stade n'a pas été beaucoup plus brillant.

Mais, avant d'en juger, il est bon de voir le problème d'un peu plus près !

Voyez plutôt le profil simplifié de la ligne (fig. 3).



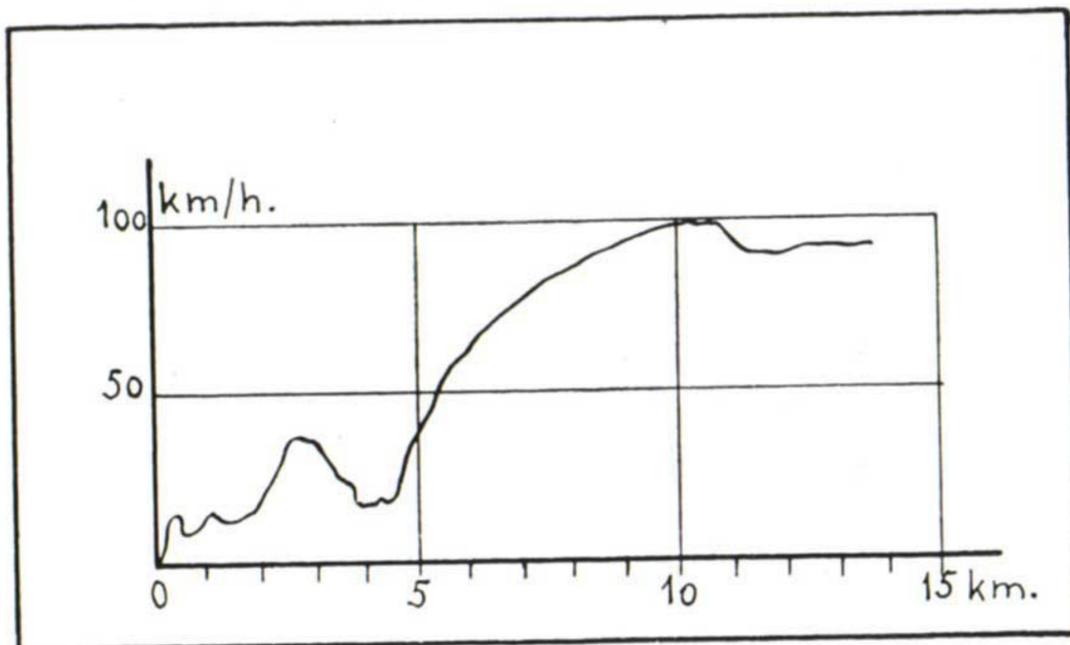


Fig. 6. — Graphique de la montée du train 333 du 2 août 1955.

Le tractionnaire qui examine ce dessin est horrifié, et pour cause! Car si la résistance au roulement d'un véhicule à voyageurs atteint 2,1 kg/tonne (à 20 km/h) en palier, elle devient 32,1 kg/t en rampe de 30 mm/m, c.-à-d. qu'elle est environ 16 fois plus grande.

Et on n'avait quasi pas de place pour « se lancer » un peu au départ de Liège, ce qui est bien regrettable.

Depuis lors le réseau ferré de la région liégeoise a heureusement été complété, et on évite, depuis 1939, les « douleurs du passage sur les plans » aux trains de marchandises en les détournant par Kinkempois-Fexhe.

Un projet consistant à rehausser la gare des Guillemins de quelques mètres et d'allonger les plans jusqu'au-delà de Ans, de manière à ramener la rampe à

une valeur plus normale de 15 mm/m dort dans des cartons.

Il faut donc continuer à faire monter les trains de voyageurs.

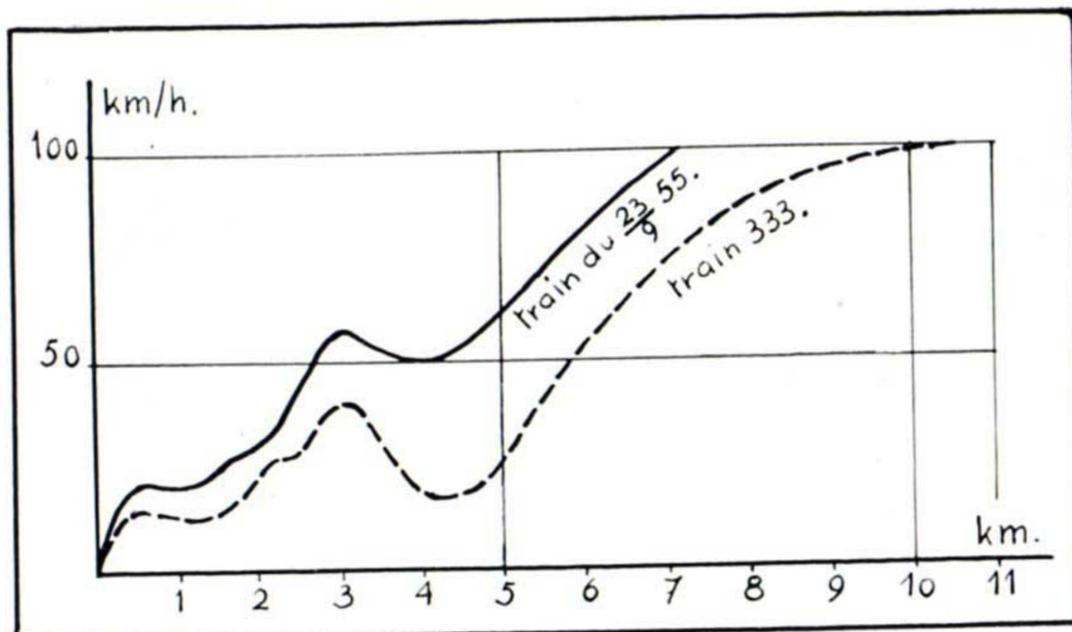
Ils ne sont plus accrochés à un câble lors de la montée. Ils sont « allégés », c'est-à-dire qu'on leur ajoute une locomotive d'allège, en queue, attelée par un crochet spécial.

Arrivé tout en haut de la côte, à Montegnée, le machiniste de la locomotive d'allège fait sauter le maillon d'accouplement en agissant sur un câble, donne un coup de sifflet pour aviser son collègue en tête et lui annoncer la bonne réussite de la petite opération de commande à distance (?). Il marque l'arrêt à Montegnée pour laisser s'éloigner le train, change de voie et attend le moment propice pour la redescente.

Fig. 7. — Panache blanc en tête ; panache noir en queue... un train monte les plans avant l'électrification. (Photo de l'auteur)



Fig. 8. — Graphique de la montée du train électrique d'essai du 23 septembre 1955



Si le décrochage rate, et pour éviter d'être entraîné (à plus de 100 à l'heure peut-être), il y a les prescriptions des règlements et... le système D.

Le système D consiste simplement à alerter le « cabinier de Montegnée ; celui-ci avise son collègue d'Ans qui « cale » un signal à l'arrêt, et lors du ralentissement qui doit normalement en résulter pour le train, on fait réussir l'opération ratée auparavant.

Le démarrage à Liège pose d'autres problèmes, de même que l'arrêt imprévu aux signaux installés sur la voie montante et les démarrages subséquents.

Tout cela est réglementé dans de longs textes officiels amendés de règles pratiques résultant de la longue expérience d'un personnel spécialisé et dévoué.

C'est d'ailleurs singulièrement plus compliqué que la pousse des trains dans la Jonction Nord-Midi, à cause de la rampe importante et de la nécessité de « perdre » la locomotive d'allège en cours de route.

Il serait prétentieux de s'imaginer que toutes ces opérations se font toujours

sans provoquer quelques chocs ou autres désagréments, et les usagers du rail seraient les premiers à démentir pareille affirmation.

C'est un fait que les poètes peuvent déplorer, mais la locomotive à vapeur ne peut pas convenir pour assurer la remorque convenable des trains sur une rampe importante, à moins de les franchir à l'allure d'une limace.

Ce qu'elle a fait jusqu'en octobre 1955 !

Son poids propre est énorme, et sa caractéristique de l'effort développable est une courbe trop rapidement décroissante en fonction de la vitesse.

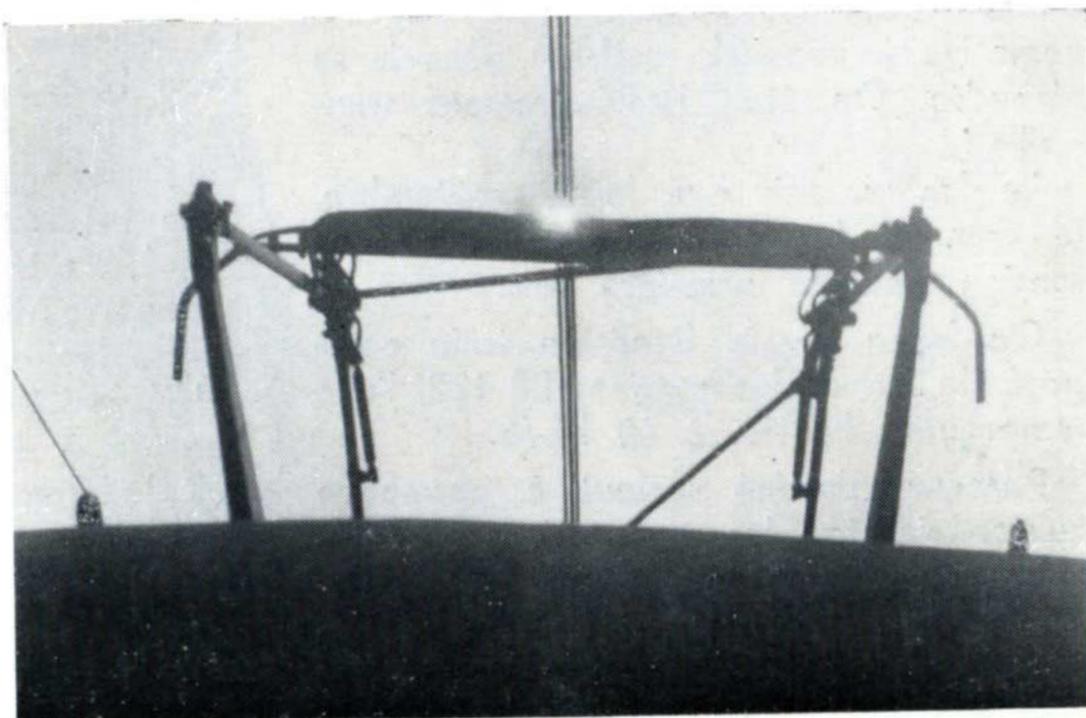
Seule une caractéristique telle que celle présentée par une locomotive électrique convient pour résoudre élégamment ce problème.

Esquissons, par quelques chiffres éloquents, le bilan de la transformation.

Le graphique de la fig. 6 représente la marche du train 333 du 2 août sur les plans (graphique vitesse espace, tel

Fig. 9. — Pour brûler du charbon, il faut consommer du courant ! l'opération est réversible : en brûlant du charbon, on peut aussi produire du courant.

(Photo de l'auteur)



qu'il est enregistré par le tachymètre). Ce train était remorqué par une locomotive à vapeur type 10 (n. 10.021) et avait une charge remorquée de 186 t.

La locomotive type 10 accepte, sans allège, une charge de 210 t., et l'horaire prévu pour Liège-Ans est de 12 minutes dans ces conditions.

Horaire qui fut exactement respecté.

Le début de la montée se fait à 10 à 15 km/h., on profite du palier de Haut-Pré pour se lancer jusqu'à 40 km/h., et la vitesse décroît jusque 18 km/h., environ sur le deuxième plan.

Dès que Montégnée est atteint, le train accélère et atteint 100 km/h à 10 km de Liège.

Faute de temps suffisant pour les essais préliminaires de pousse de trains lourds électriques sur les plans, il fallait envisager l'utilisation d'allèges à vapeur, mais à des vitesses supérieures à celles citées dans le parcours signalé ci-dessus.

Comme en service vapeur, les trains allégés n'avaient jamais monté rapidement les plans, on se demande avec raison si le décrochement du maillon d'accouplement spécial s'effectuerait correctement à 50 km/h, vitesse pour laquelle l'allège éprouve des difficultés à... monter toute seule !

Des essais furent entrepris la nuit du 6 au 7 septembre avec un train léger (186 t.), remorqué par une locomotive type 29 en tête, et allégé par type 98 classique, en queue.

Au cours du troisième essai, le parcours Liège-Ans fut effectué en 8 min. 40 sec. La vitesse de 40 km/h a été soutenue pendant environ 1,5 km, les 50 km/h furent atteints en pointe; le décrochement s'effectua sans incidents !

Ainsi le problème du stade intermédiaire (train électrique poussé par locomotive à vapeur) semblait pouvoir se résoudre. On était provisoirement tranquille !

Le lecteur sait que le 22 septembre, le tronçon Louvain-Liège fut mis sous tension pour la première fois.

On lança sur la ligne un train composé de... deux locomotives BB 122, l'une remorquant l'autre, à 60 km/h.

Parcours destiné surtout à permettre aux spécialistes des sous-stations et caténaires de vérifier le premier fonctionnement des redresseurs de Landen et Voux-Goreux, et d'observer la beauté des arcs provoqués aux pantographes par le

charbon collé sur les fils de contact, et... non récupérable.

Le lendemain l'essai était plus sérieux.

On partait de Schaerbeek avec un vrai train : une BB 122, quatre voitures métalliques encadrées de deux fourgons, et une BB 122 en queue (avec pantographes baissés), ajoutée non pas pour « faire du poids », mais afin d'éviter des manœuvres en gare de Liège, où les entrepreneurs accélèrent les travaux en vue de l'inauguration du 1er octobre.

Charge remorquée totale : 339 t.

Le départ de Schaerbeek se fit en beauté, sous l'œil attentif d'un sous-chef de gare et du visiteur qui avait participé aux essais de frein.

Comme toujours en pareille circonstance, les participants à ce voyage avaient un peu l'impression de partir à l'aventure, et la marche du train fut prudente.

L'arrivée se fit à Liège avec un léger retard sur l'horaire prévu, devant un aéropage de fonctionnaires, de journalistes (déjà!) et de photographes.

Rapidement changé de locomotive et... ultimes recommandations.

Un vrai train électrique va tenter de monter les plans pour la première fois, et dans de mauvaises conditions, car il y a un ralentissement à 20 km/h à la sortie des Guillemins.

Pas question de « démarrer en force »...

A la grande satisfaction des partisans du démarrage doux, réalisable par tous les temps, et qu'on peut garantir aux services exigeants responsables de l'exploitation.

A la plus grande rage de ceux qui, plus nerveux, auraient aimé de faire une de ces démonstrations dont on parlerait longtemps dans la Cité Ardente.

Le démarrage s'effectua en série, avec un intensité de 280 à 300 ampères (environ 12 t. à la jante).

En moins de 30 secondes les 20 km/h fatidiques étaient atteints, et cette vitesse fut soutenue pendant un peu plus d'un kilomètre, le courant ayant été coupé à deux reprises pour ne pas dépasser la vitesse limite autorisée.

L'intensité de démarrage fut ensuite poussée à environ 340 A (14,5 t à la jante). Le couplage série-parallèle fut pris en plein rampe (vilains arcs à la caténaire!) et la vitesse augmenta progressivement.

Trente km/h environ à la B.K. 98 ; 45 km/h à la B.K. 97/5.

Le gentil bâtiment de Haut-Pré file devant la cabine de conduite à 58 km/h (on a aussi profité du palier prévu il y a cent ans, mais cette fois-ci le chef de gare croit rêver et se frotte les yeux), à la B.K. 96 on est revenu à 50 km/h et ensuite la vitesse augmente à nouveau. B.K. 95/5 : 55 km/h après 7 min. 45 sec. de parcours.

B.K. 95 : 60 km/h.

A la B.K. 94/5 environ, un triangle de reprise de vitesse à 120 km/h a l'air de nous rire au nez. Ce n'est certes pas un tractionnaire qui l'a mis là !

On passe à Ans à 90 km/h environ, après un peu plus de 9 min. de parcours.

Onze minutes après le départ de Liège, avec ses 339 t et derrière, la BB, on roule à 120 km/h.

La suite du parcours ne présente plus d'intérêt ; cela descend !

La fig. 8 représente le diagramme des vitesses pendant la période de démarrage.

Comparez ! La première étape était franchie ; la BB 122 avait avalé un petit Gothard !

Restait à définir et à vérifier la solution imaginée pour la remorque de trains plus lourds, et digne d'un électricien.

Le temps dont nous disposions avant l'inauguration officielle nous empêcha matériellement de procéder à des essais, tous les efforts devant être concentrés sur l'initiation du personnel : remorque de trains à grande vitesse sur une ligne dont la signalisation avait été profondément modifiée, et dont beaucoup de

gares avaient subi des aménagements importants ; de plus quelques ralentissements subsistaient encore et rendaient difficile le respect des horaires.

La pousse des trains lourds sur les plans se fit donc en traction vapeur, suivant l'ancien système, mais un peu plus vite.

Source de minimes retards, et sans doute aussi de franche rigolade chez certains !

Désagrément également pour les responsables de la traction électrique ! L'allège était indispensable pour augmenter le poids adhérent lors de démarrages imprévus sur les plans par mauvaises conditions atmosphériques, mais, une fois la vitesse de 40 Km/h atteinte, cette allège ne constituait plus qu'un poids mort dont la vitesse était limitée. Il fallait donc réduire l'effort de traction de la locomotive électrique pour ne pas dépasser cette vitesse limite.

Pour les arrêts imprévus des trains à vapeur sur les plans inclinés, les principes suivants étaient admis.

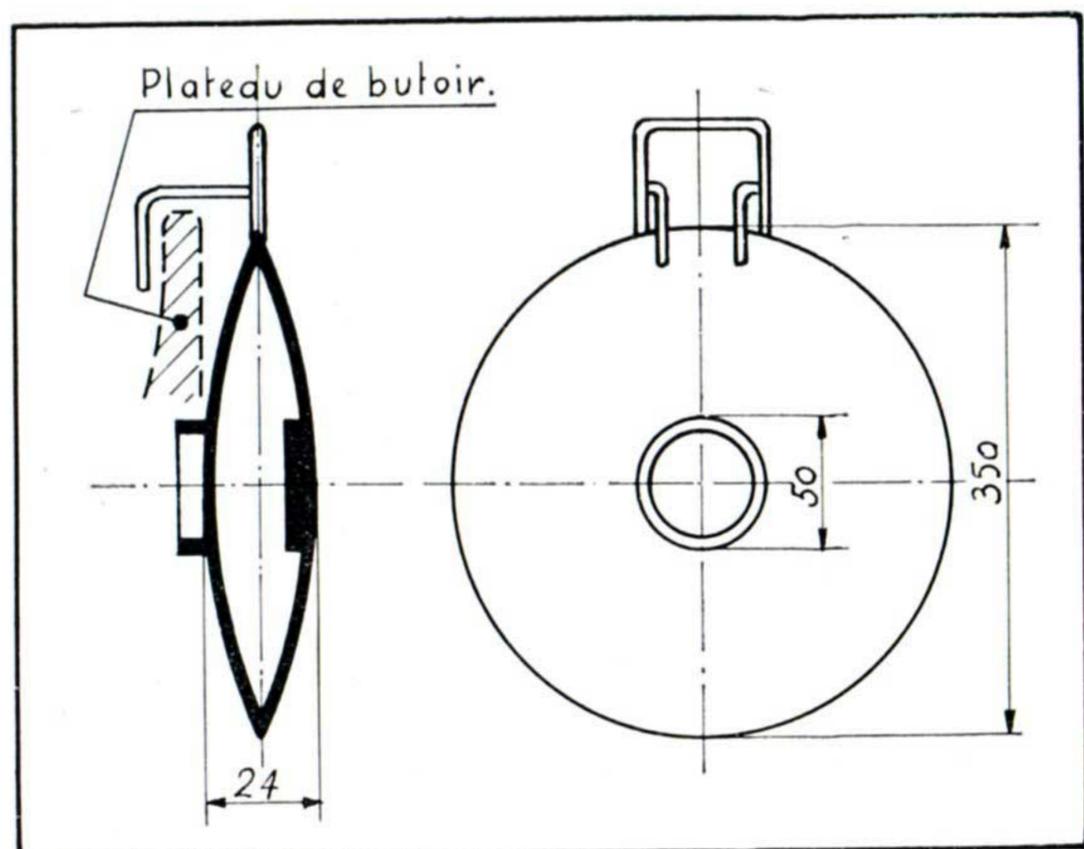
Le machiniste de tête arrête le train en se servant du frein automatique.

Le train est maintenu à l'arrêt au moyen du frein direct des locomotives et, si nécessaire, en maintenant le modérateur ouvert dans le sens de la marche montante.

Dès que le train est immobilisé, le machiniste de tête lâche le frein automatique du train en remplissant la conduite générale à 5 kg/cm².

Avant de démarrer à nouveau, il en avise son collègue de la machine d'allège

Fig. 10. — La « lentille B », clef de l'allège sans accrochage sur les plans inclinés.



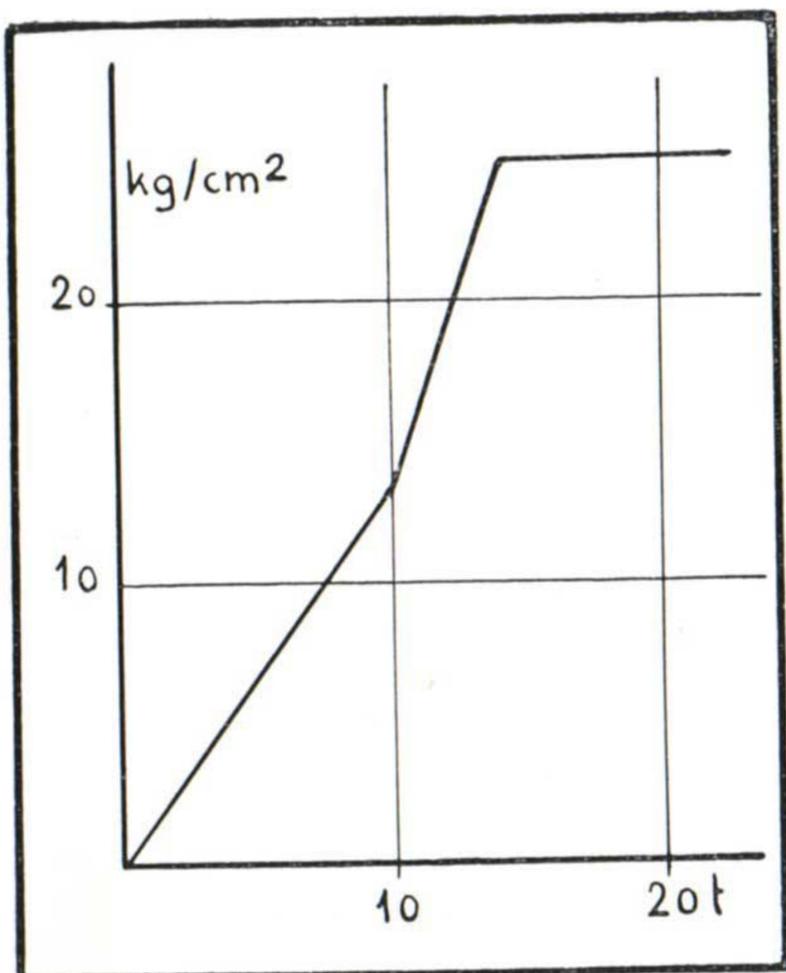


Fig. 11. — Diagramme relevé lors de l'étalonnage de la « lentille B ».

en donnant des coups de sifflets suivant un code déterminé.

Deux motifs importants s'opposaient en principe au maintien de cette réglementation.

Il ne pouvait être question de spécialiser des locomotives électriques pour faire le service d'allège, et de les munir d'un accouplement spécial pouvant être décroché en marche.

En traction électrique il n'est pas permis de stationner avec « modérateur ouvert », sous peine de faire fondre les fils au droit des pantographes et de les voir tomber sur le toit de la locomotive après quelques secondes ; ce genre de feu d'artifice ne peut être recommandé.

L'expérience devait nous montrer qu'il existait un troisième motif. Mais n'anticipons pas.

En vertu du premier principe, il fallait donc admettre de ne pas accrocher l'allège.

La nuit du 4 au 5 mai, on « joua » aux plans inclinés sur la ligne Bruxelles-Charleroi, qui présente des rampes « amusantes » (10 à 14 mm/m) avec une locomotive électrique en tête, une charge de 362 t constituée de voitures vides, et une locomotive non accrochée en queue.

Ces essais montrèrent que l'idée de l'allège « libre » était parfaitement défendable, mais ils révélèrent un fait très

grave : on n'entend pas en queue, sur une locomotive dont les ventilateurs tournent, les signaux acoustiques donnés sur la locomotive de tête.

Les essais entrepris de toute urgence avec différents types de sirènes, placées en des endroits plus favorables sur la machine, devaient permettre d'améliorer la situation, mais le résultat atteint fut jugé insuffisant.

Ce fut l'occasion de discuter savamment de phones et de décibels peut-être, mais en vain, et il fallut se résoudre à trouver autre chose.

Quelqu'un trouva le moyen de se passer des signaux acoustiques !

Sa proposition fut examinée avec scepticisme, discutée et rediscutée. Il manœuvra habilement pour faire admettre le principe d'un essai sans engagement, et on mit une « lentille B » en fabrication.

La lentille B (fig. 10) se compose de deux tôles circulaires embouties, assemblées par soudure, de manière à former une lentille biconvexe étanche.

Elle est remplie d'un liquide avec anti-gel, et est raccordée à un manomètre.

Fig. 12. — Le train d'inauguration en gare de Liège-Guillemins. (Photo de l'auteur)



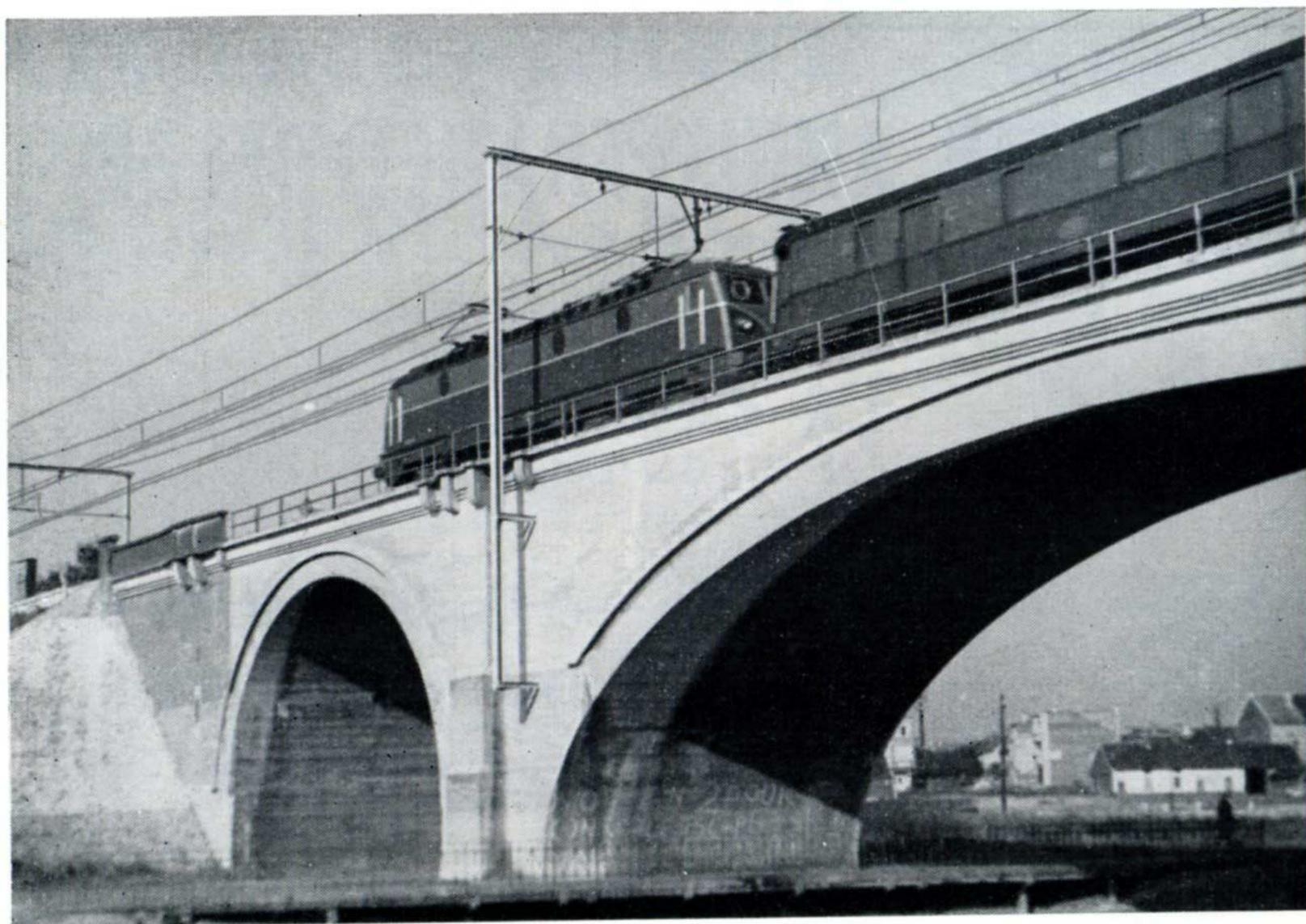


Fig. 13. — Cette BB 122 qui vient de Liège, file allègrement vers Ostende. (Photo de l'auteur)

Lorsque la lentille est comprimée (entre les butoirs de deux véhicules par exemple), le manomètre dévie, suivant un diagramme représenté à la fig. 11 (qui fut relevé sur une presse).

L'appareil réagit sans retard, se révèle suffisamment sensible aux variations de charge, et ne présente que peu d'hystérésis mécanique.

La lentille est suspendue à l'un des butoirs de la locomotive d'allège; le manomètre indique instantanément au conducteur de celle-ci, le moment où la locomotive de tête recommence à démarrer après un arrêt sur les plans.

Il fut donc essayé sur les plans, en traction et pousse vapeur, faute de courant encore.

Des trains du service normal furent choisis pour servir de cobayes, et on leur imposa des arrêts en pleine rampe

afin de réaliser les conditions les plus dures.

La lentille B était suspendue à l'un des butoirs de la machine d'allège.

On constata même à cette occasion que la lentille enregistrait les variations d'effort de l'allège, la pression oscillant entre 5 et 10 kg/cm² pendant la pousse selon la cadence des coups de piston!

A un train extrêmement difficile à conduire, locomotive type 10 en tête, charge de 550 t, et deux allèges type 98 en queue, on imposa même deux arrêts sur les plans, suivis de deux démarrages réalisés dans des conditions impeccables, et cela sans un seul coup de sifflet.

De tout ceci on tira deux conclusions importantes : on se passera du sifflet, et on se passera du crochet spécial.

Faut-il encore vous dire que la lentille B a été fabriquée depuis à plus d'exemplaires et qu'on s'en sert, avec succès, en traction électrique ?

B

SOCIETE ANGLO-FRANCO-BELGE

DES ATELIERS DE LA CROYERE, SENEFFE
& GODARVILLE
SOCIETE ANONYME

LA CROYERE
(BELGIQUE)

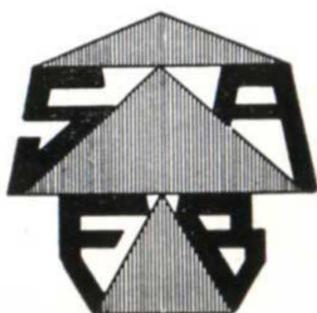


Locomotive diesel-électrique de 1750/
1600 HP AFB-GM pour la Société
Nationale des Chemins de Fer Belges
(Photo H.F. Guillaume)

TELEPHONES : LA LOUVIERE
221.61 - 221.62 - 243.02
ADRESSE TELEGRAPHIQUE :
LOCOMORAN LA CROYERE

AU SERVICE DU RAIL DEPUIS 1859

- Locomotives
- Automotrices
- Voitures
- Wagons
- Grues
- Appareils de voie
- Emboutissage
- Pièces de forge
- Chaudronnerie
- Cadres de mines
- Ponts métalliques
- Véhicules pour immondices
- Rouleaux compresseurs



LES LOCOMOTIVES DIESEL-ÉLECTRIQUES DE LIGNE DE LA S.N.C.B.

par H. LAURENT
Ing. à la S.N.C.B.

INTRODUCTION

Une brève communication parue dans « Rail & Traction » en mars-avril 1955 annonçait l'apparition sur le réseau de la S.N.C.B., des premières locomotives Diesel-électriques.

Rappelons que ces 95 locomotives dont la sortie d'usine s'est échelonnée de décembre 1954 à septembre 1955, sont destinées à assurer la traction des trains tant de voyageurs que de marchandises, sur les lignes où le trafic n'est pas suffisant pour assurer la rentabilité des dépenses de premier établissement que l'électrification entraîne.

PERFORMANCES IMPOSEES

Le cahier des charges a imposé aux constructeurs une série de caractéristiques et de performances en rapport avec la nature des trains à remorquer.

Ces locomotives sont mixtes afin d'être aptes à remorquer des trains de voyageurs et des trains de marchandises.

Elles sont du type BB ou CC, c'est-à-dire à deux bogies comportant chacun deux ou trois essieux moteurs, donc à adhérence totale, qualité précieuse en service « marchandises »; la charge maximum par essieu a été limitée à 22 tonnes.

La vitesse minimum pouvant être supportée indéfiniment sans qu'il en résulte d'échauffement exagéré dans la motorisation doit être au maximum égale à 25 km/h : c'est ce que les techniciens appellent la vitesse au REGIME CONTINU ; en réalité, la locomotive doit être capable de remorquer pendant un temps limité, des trains à plus faible vitesse sur de très fortes rampes.

La vitesse maximum imposée est de 120 km/h; seules, quelques lignes admettent une vitesse plus élevée (Bruxelles-Ostende, Bruxelles-Anvers, et bientôt Bruxelles-Liège), mais même sur ces lignes, seuls quelques autorails, quelques automotrices électriques et les six locomotives à vapeur type 12 ont une vitesse nettement supérieure à 120 km/h ; rappelons que les 50 locomotives électriques BB type 122 et les 83 BB type 123 ont une vitesse maximum de 125 km/h.

La puissance imposée a été dictée par le fait qu'il fallait obtenir la plus forte puissance possible, compatible avec l'emploi du seul moteur diesel ; or, cette puissance est de l'ordre de 1.600 CV disponibles pour la traction (services auxiliaires déduits); il existe bien aux U.S.A. des moteurs plus puissants, chez FAIRBANKS-MORSE par exemple, mais le poids de la locomotive devient alors trop élevé (130 tonnes) et l'encombrement du moteur tel qu'un démontage de pistons nécessiterait un relèvement du toit de nos remises à locomotives, chose impensable.

Pour un moteur de 1.600 CV, il n'existe qu'un seul type de transmission électrique ; celle ci sera décrite en détail plus loin.

Ajoutons enfin que la remorque des trains doit pouvoir s'effectuer en unité multiple, un seul machiniste commandant plusieurs locomotives.

Les performances imposées tiennent compte de ces différentes caractéristiques ; le cahier des charges impose deux performances en service « marchandises » et deux performances en service « voyageurs ».

En « marchandises », une bonne partie des trains à remorquer sont constitués de wagons-trémies (Talbot) transportant



Locomotive Diesel-électrique BB type 201 de la S.N.C.B. (Photo H. F. Guillaume)

les minerais du Bassin de Briey en Lorraine, vers les centres métallurgiques de la région de Liège ou de Charleroi ; ces trains empruntent la ligne Athus-Meuse de Virton St-Mard à Namur par Bertrix, Houyet et Dinant, deux locomotives à vapeur type 25 ou 26 remorquant en double traction des trains de 1.765 tonnes maximum sur les rampes de 13 0/00 que cette ligne comporte ; de plus, au passage de la ligne de partage des eaux du Ton et de la Semois, la rampe atteint 16 0/00 et la ligne se tord en nombreuses courbes de 500 m de rayon sur une distance de 6,8 km entre Meix-devant-Virton et Saint Vincent-Bellefontaine ; en traction à vapeur, une locomotive d'allège est nécessaire sur cette section et se place en queue du train ; le temps de parcours de Meix-devant-Virton à St-Vincent en triple traction à vapeur, est de trente minutes ; il faut y ajouter les huit minutes nécessaires à Meix-devant-Virton pour atteler l'allège au train.

Le cahier des charges impose aux locomotives diesel, la remorque en double traction SANS allège, d'un train de 1736 tonnes (28 wagons Talbot de 68 tonnes) en un temps de 22 minutes, entre

deux bornes kilométriques déterminées (BK 111 à BK 104,2) soit 18,5 km/h sur les 6,8 km en rampe de 16 0/00 ; cela donne environ 24 minutes entre Meix et St-Vincent. En réalité, le train a été enlevé à la vitesse de 22,5 km/h soit 18 minutes et quelques secondes au lieu des 22 minutes prévues.

Une deuxième performance consiste à remorquer une charge de 550 tonnes, 60 % vides, sur une rampe de 16 0/00 entre Jambes et Naninne (BK 64 à 69) ; les cinq kilomètres devaient être parcourus en 10 min. 30 sec. soit à la vitesse de 28,5 km/h ; lors des essais, la vitesse atteinte a été légèrement supérieure à 31 km/h ; cette performance a surtout pour but de comparer les locomotives Diesel aux locomotives à vapeur type 29, la charge maximum remorquée par celles-ci étant de 550 tonnes sur les rampes de 16 0/00 de la ligne Bruxelles-Arlon.

En « voyageurs », les performances imposées ont surtout pour but de vérifier la stabilité de la puissance à grande vitesse, en quelque sorte le maintien de l'« équipissance » à la vitesse maximum.

Le premier essai, pas bien méchant, consiste à remorquer un train de voyageurs composé de matériel à bogies, d'un poids de 276 tonnes, sur la longue rampe de 4 0/00 qui va de Schaerbeek à Kortenberg, à la vitesse de 100 km/h maximum ; le temps prévu de la BK3 à la BK13 est de 7 min. 90 sec. et l'essai a surtout pour but d'apprécier l'accélération, une vitesse supérieure à 100 km/h étant interdite pour empêcher les machines de « gratter » en fin de parcours de précieuses secondes durant l'accélération ; le temps de parcours réel a été de 6 min. 58 sec.

Enfin, on exige de la locomotive le maintien d'un train de voyageurs d'environ 250 tonnes (matériel à bogies) à 120 km/h en palier et alignement droit, avec une accélération résiduelle de 1 cm/sec. 2.

Comme il est difficile de trouver une longueur suffisante en palier et alignement droit, cet essai a été supprimé et on a procédé à un certain nombre de parcours directs Bruxelles-Midi - Ostende-Quai, avec six voitures métalliques (environ 280 tonnes) ; les temps de parcours ont été de l'ordre de 60 à 62 minutes mais avec des pointes de vitesse ayant parfois atteint 130 km/h.

Locomotive Diesel-électrique
CC type 202 de la S.N.C.B.

(Photo H.F. Guillaume)



Comme on le voit, les performances imposées à ces locomotives n'ont rien de révolutionnaire, à part la suppression de l'allège entre Meix et Saint-Vincent ; dans l'esprit de la S.N.C.B., ces machines devaient être de « bonnes types 29 ».

Ce qu'on attendait principalement d'elle, c'était une réduction de 50 % des frais de traction, principalement par la diminution du prix du combustible, la suppression du chauffeur et la réduction des immobilisations en remise.

CARACTERISTIQUES GENERALES

La commande des 95 locomotives de 1.600 CV a été passée à l'Industrie nationale et répartie en deux lots :

— 55 locomotives BB à la S.A. JOHN COCKERILL à Seraing ;

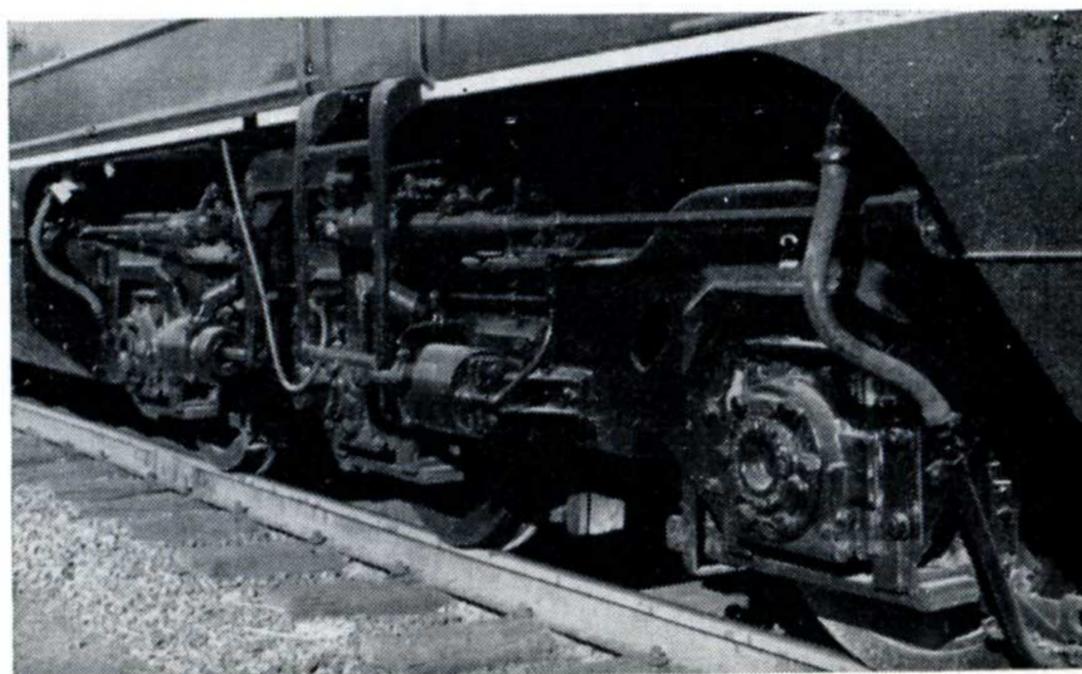
— 40 locomotives CC à la SOCIETE ANGLO-FRANCO-BELGE DES ATELIERS DE LA CROYERE, SENEFFE & GODARVILLE, S.A. à La Croyère.

Le délai relativement court imposé à ces firmes — un an entre la commande et la sortie de la première locomotive — a amené de nombreuses usines à s'associer durant la construction.

Les 55 locomotives BB ont été montées chez COCKERILL à Seraing ; cette firme a construit également les moteurs Diesel d'après une licence de BALDWIN et les bogies ; 26 caisses ont été construites chez BAUME & MARPENT à Morlanwelz et 29 aux ATELIERS METALLURGIQUES à Nivelles ; les transmissions électriques, chacune d'elles comportant une génératrice principale, un groupe auxiliaire, quatre moteurs de traction et deux moteurs de ventilateurs, ont été fabriquées aux A.C.E.C. à Charleroi d'après une licence de WESTINGHOUSE ; seuls les chaudières dont il sera question plus loin, 50 batteries NIFE, l'appareillage électrique (principalement des contacteurs et relais importés directement de chez Westinghouse), les vilebrequins des moteurs Diesel et quelques autres pièces de moin-

Bogie de locomotive Diesel-
électrique CC type 202 de
la S.N.C.B.

(Photo H.F. Guillaume)



CARACTERISTIQUES GENERALES

	BB	CC
Type	55	40
Nombre	55	40
Constructeur	Cockerill - A.C.E.C.	Anglo-Franco-Belge
Licence	Baldwin-Westinghouse	Electromotive Div. (GM)
Puissance disponible pour la traction à l'entrée de la génératrice principale . .	1.600 CV	1.600 CV
Poids total en ordre de marche	87 T.	108 T.
Longueur hors-tampon . . .	16,150 m.	19,007 m.
Entre axes des bogies . . .	7,840 m.	10,300 m.
Empattement d'un bogie . .	2,680 m.	4,000 m.
Hauteur totale	4,120 m.	4,225 m.
Vitesse maximum	120 km/h.	120 km/h.
Rayon minimum de courbe . .	75 m.	90 m.
Combustible	4.000 l.	3.750 l.
Eau de chauffage du train . .	3.000 l.	2.750 l.
Diamètre des roues (bandages neufs)	1118 mm (44")	1010 mm (dérivé de 40")
MOTEUR DIESEL		
Puissance nominale	1.750 CV	1.720 CV
Vitesse maximum	625 t/m	835 t/m
Vitesse au ralenti	315 t/m	275 t/m
Cycle	4 temps-suralimenté	2 temps - 2 soufflantes ROOTS
Cylindres	8 en ligne-vertical	16 en V à 45°
Alésage	324 mm (12 ³ / ₄ ")	216 mm (8 ¹ / ₂ ")
Course	394 mm (15 ¹ / ₂ ")	254 mm (10 ")
Pression moyenne effective . .	9,8 kg/cm ²	6,4 kg/cm ² (1)

(1) Il importe de remarquer que dans le cycle à 2 temps, à vitesse égale, il y a deux fois plus de cycles que dans un moteur à 4 temps ; les chiffres donnés ci-dessus indiquent comme le veut la définition, la pression moyenne d'un cycle.

dre importance sont de provenance étrangère.

Il importe également de souligner que si la motorisation est de conception américaine, la locomotive « made in U.S.A. » pèse plus de 120 tonnes; COCKERILL a entièrement « repensé » le problème, repris du poids partout où c'était possible (très peu d'ailleurs sur la motorisation) et réussi l'exploit de sortir une locomotive pesant 87 tonnes en ordre de marche y compris 4.000 l. de gasoil et 3.000 l. d'eau pour la chaudière de chauffage!

Les 40 locomotives CC ont été montées à la SOCIETE ANGLO-FRANCO-BELGE à La Croyère ; cette firme a construit les 40 caisses mais a importé les motorisations (chacune d'elles comprenant un moteur Diesel, une génératrice

principale et une génératrice auxiliaire) et tout l'appareillage électrique de l'ELECTROMOTIVE DIVISION (EDM) à La Grange (U.S.A.) filiale de la GENERAL MOTORS ; les 240 moteurs de traction ont été construits chez SMIT à Slikerveer (Rotterdam) d'après plans EMD mais avec la plupart des matières d'origine belge ; les bogies ont été coulés chez LESQUIN à Haine-Saint-Pierre et usinés à l'ANGLO-FRANCO-BELGE.

Toutes les chaudières de chauffage équipant les locomotives tant BB que CC sont du type VAPOR-CLARKSON, largement répandu et éprouvé aux U.S.A.

Les batteries de démarrage se répartissent en 90 batteries NIFE de construction suédoise (50 BB + 40 CC) et

5 batteries TUDOR de construction belge (5 BB).

Le tableau ci-contre donne les principales caractéristiques des deux types de locomotives.

Le moteur Diesel entraîne directement une dynamo à courant continu, dite génératrice principale; celle-ci alimente à tension variable les moteurs de traction montés sur les essieux; toutefois, afin de limiter le poids et l'encombrement des moteurs de traction, ceux-ci tournent à vitesse assez élevée allant au-delà de 2.000 t/m.; une démultiplication est encore nécessaire entre le moteur de traction et l'essieu qu'il entraîne; celle-ci est de l'ordre de 3 à 4 et est assurée au moyen d'engrenages droits.

Les moteurs de traction sont suspendus par le nez; chaque moteur repose d'une part sur deux larges paliers montés sur l'essieu et, d'autre part, sur un appui solidaire du châssis de bogie; un pignon calé sur l'induit du moteur engrène avec une roue dentée calée sur l'essieu.

La génératrice principale reçoit du moteur Diesel une puissance **CONSTANTE** à vitesse constante et doit rendre aux essieux une **PUISSANCE CONSTANTE**, la plus élevée possible mais à **VITESSE VARIABLE**, de 0 à 120 km/h.

Deux notions sont donc à développer: la transformation de la puissance et le rendement de cette transformation.

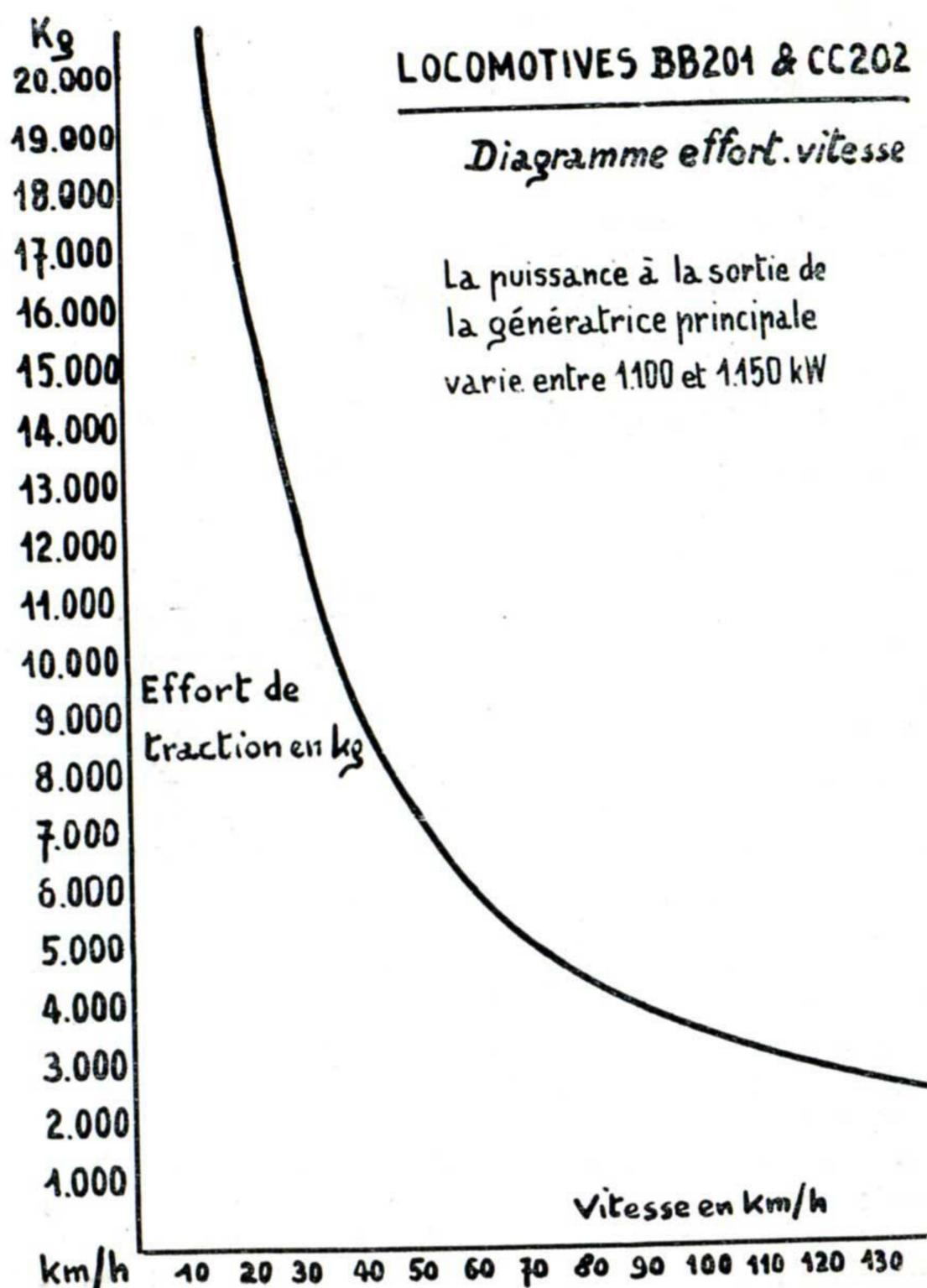
1. — Pour avoir une **PUISSANCE CONSTANTE AUX ESSIEUX**, il faut avoir, à basse vitesse, de grands efforts de traction et à grande vitesse, des efforts réduits de façon à obtenir, si le rendement de la transmission était rigoureusement constant, la relation suivante à la jante:

$$\text{EFFORT} \times \text{VITESSE} = \text{CONSTANTE (1)}$$

Dans un moteur électrique, pour avoir de grands efforts, il faut de fortes intensités; par contre, de grandes vitesses ne sont possibles qu'avec des tensions relativement élevées, de sorte qu'à l'entrée de chaque moteur de traction, la relation (1) peut se traduire par:

$$\text{INTENSITE} \times \text{TENSION} = \text{CONSTANTE}$$

Diagramme effort-vitesse des locomotives Diesel-électriques de ligne de la S.N.C.B.





Locomotive BB 201 de la S.N.C.B. en service « marchandises » le long de la Meuse.
(Photo B. Dedoncker)

Cela nous donne, en quelque sorte, le programme de travail de la génératrice principale : elle devra transformer la puissance mécanique reçue du moteur Diesel en une puissance électrique telle qu'à vitesse croissante aux essieux, l'intensité diminue aux moteurs de traction en même temps que la tension augmente aux bornes de ceux-ci.

Afin de ne pas augmenter exagérément les dimensions de la génératrice principale, c'est-à-dire pour éviter de la calculer pour 4 ou 6 fois le courant maximum de chaque moteur de traction (suivant qu'on a une BB ou une CC) et pour la tension maximum de ceux-ci, on admet différents couplages des moteurs de traction, soit pour réduire l'intensité débitée par la génératrice principale lorsque la locomotive roule à basse vitesse, soit pour diminuer la tension de la génératrice principale et éviter de fonctionner dans la zone saturée de celle-ci, à vitesse plus élevée; en effet, lorsqu'on se trouve dans la zone de saturation, le produit $\text{INTENSITE} \times \text{TENSION}$ diminue rapidement avec la vitesse du train car l'intensité diminue sans que la tension augmente pour autant (on se retrouve dans le cas de la traction électrique à tension constante).

C'est à l'appareillage électrique et au régulateur du moteur Diesel qu'il appartient :

1) d'adapter continuellement et automatiquement l'excitation de la génératrice principale aux conditions de fonctionnement (vitesse et injection du moteur Diesel, température des enroulements des machines électriques, vitesse du train) afin de transmettre aux essieux moteurs la puissance fournie par le moteur Diesel sans le surcharger ni le décharger.

2) de modifier automatiquement et au moment le plus favorable suivant un programme prévu à l'avance, le couplage des moteurs de traction.

3) d'intervenir immédiatement en cas d'incidents sérieux dans n'importe quel organe de la transmission. Ces incidents peuvent être soit un manque de pression d'huile ou une survitesse au moteur Diesel auquel cas celui-ci est stoppé, une température d'eau trop chaude au moteur Diesel (le machiniste en est averti par une sonnerie ou par une lampe de signalisation, mais en plus, dans la BB, le moteur est ramené au ralenti.

Dans la partie électrique, il peut se produire une masse en haute tension ou un flash soit à un moteur de traction, soit à la génératrice principale : le

relais de terre intervient, ramène le moteur Diesel au ralenti et le machiniste en est averti par la sonnerie et par une lampe de signalisation ; en cas de patinage d'un essieu, celui-ci se décharge et le moteur de traction risque de s'emballer : le relais d'anti-patinage intervient, ce qui a pour effet de réduire la puissance et d'avertir le machiniste, soit par une lampe de signalisation (CC) soit par un signal acoustique dit hurleur d'anti-patinage (BB) ; sur la CC, il existe même un dispositif qui provoque le sablage automatique pendant 20 à 25 secondes après un pivotage.

Le sens de marche de la locomotive est modifié au moyen d'un (BB) ou deux (CC) tambours d'inversion commandés par servo-moteurs pneumatiques ; ces tambours modifient les connexions relatives entre l'induit et l'inducteur des moteurs de traction, donc le sens de rotation.

II. — Dressons maintenant le bilan des pertes dans la transmission afin de déterminer le RENDEMENT GLOBAL DE LA LOCOMOTIVE (BB ou CC) :

Le moteur Cockerill consomme 162 gr/CVh à pleine charge ; la consommation du moteur G.M. peut être estimée à 175 gr/CVh (un moteur à 2 temps consomme toujours plus qu'un moteur à 4 temps). Les rendements effectifs correspondants sont respectivement 37 % et 34 %.

Admettons un moteur Diesel de 1.750 CV à 170 gr/CVh soit un rendement de 35 %.

Les auxiliaires (compresseur, ventilateurs des radiateurs et des moteurs de traction) prennent une moyenne de 8 % de la puissance totale soit 150 CV environ (un peu moins sur les CC), ce qui laisse 1.600 CV disponibles pour la traction à l'entrée de la génératrice principale.

On estime à 82 % le rendement moyen d'une bonne transmission électrique, soit :

- 93 % pour la génératrice principale (souvent 94 %)
- 99,5 % pour les câbles
- 92 % pour les moteurs de traction (souvent 93 %)
- 97,5 % pour les engrenages entre moteurs de traction et essieux.

En réalité, sur les locomotives BB et CC de la S.N.C.B., le rendement est nettement supérieur et atteint 84 %

pour les vitesses comprises entre 40 et 100 km/h ; il tombe à 82 % vers 20 km/h et 120 km/h.

Finalement, même en ne comptant que sur un rendement de 82 % la puissance à la jante est de l'ordre de 1.320 CV depuis 20 km/h jusque 120 km/h.

Le cheval-heure A LA JANTE coûte donc, à raison de 2,25 fr le kilo de gasoil :

$$\frac{2,25 \times 0,170}{0,92 \times 0,82} = 0,51 \text{ fr.}$$

auxil. trans.

ou 0,69 fr. le KW/h.

Le prix du KW/h à la sortie de la génératrice principale se monterait à :

$$\frac{2,25 \times 0,170 \times 1,36}{0,92 \times 0,93} = 0,61 \text{ fr.}$$

Le rendement global de la locomotive est donné par :

$$0,35 \times 0,92 \times 0,82$$

rendement diesel auxiliaires transmission
soit 26,5 %.

Ajoutons que ce rendement est atteint de 20 à 120 km/h et ne diminue presque pas tant que la locomotive travaille au moins à demi-charge.

AUTRES CARACTERISTIQUES COMMUNES AUX DEUX TYPES DE LOCOMOTIVES

Le lancement du moteur Diesel s'effectue simplement en l'entraînant par la génératrice principale travaillant en moteur électrique ; l'alimentation en énergie électrique se fait au moyen de la batterie qui doit être de très forte capacité (batteries NIFE au cadmium-nickel, 48 éléments à 64-72 volts — capacité 280 AH en 2 heures) ; un lancement de moteur Diesel dure de 10 à 15 secondes et nécessite une pointe d'intensité de l'ordre de 2.000 ampères.

La vitesse du moteur Diesel est contrôlée par un régulateur hydraulique isochrone à vitesse réglable (WOODWARD) entraîné par le moteur Diesel, commandé à distance soit pneumatiquement (BB) soit électriquement (CC) par le levier d'accélération du poste de conduite.

Pour une position déterminée du levier d'accélération, le régulateur maintient une vitesse constante au moteur Diesel en agissant sur l'injection des pompes

à combustible et ensuite en réduisant l'excitation de la génératrice principale quand l'injection nécessaire au maintien de la vitesse du moteur Diesel devient trop élevée (cas d'un injecteur avarié).

Chaque poste de conduite comporte sur le contrôler :

1) un levier d'accélération qui détermine la vitesse du moteur Diesel et partant la puissance désirée ; la transmission de cette puissance aux essieux est **ENTIEREMENT AUTOMATIQUE**.

2) une manette d'inversion qui détermine le sens de marche de la locomotive ; cette manette permet l'alimentation d'une électro-valve de commande du servo-moteur pneumatique du tambour d'inversion.

Un certain nombre de verrouillages mécaniques et électriques entre ces deux manettes permettent d'éviter les fausses manœuvres notamment la commande des inverseurs sous charge.

Tous les circuits de commande sont à basse tension (72 volts) ; une génératrice auxiliaire montée sur la génératrice principale et entraînée à une vitesse proportionnelle à celle du moteur Diesel, fournit le courant à tous les circuits basse tension (asservissement, commande éclairage, excitation séparée de la génératrice principale) et recharge la batterie d'accumulateurs par l'intermédiaire d'un joncteur-disjoncteur. Un régulateur de tension maintient à 75 volts la tension de la génératrice auxiliaire, quelle que soit sa vitesse et le courant débité.

L'équipement pneumatique est, **DANS SON PRINCIPE**, sensiblement le même sur les deux types de locomotives.

Un compresseur pouvant débiter 1.500 l/min, à la vitesse de ralenti du moteur Diesel est entraîné par le moteur Diesel, soit directement par un accouplement flexible (CC) soit au moyen de courroies (BB).

Le compresseur est à deux étages (3 ou 6 cylindres) avec réfrigérant intermédiaire, et refoule à la pression de 8 kg/cm² dans un réservoir principal de 1.000 l. (BB) ou dans deux réservoirs principaux de 500 l. chacun disposés en série (CC) par l'intermédiaire de toute une série d'organes tels que réfrigérant, soupape de sûreté, déshuileur, antigel, clapet de retenue, robinet d'isolement.

Un dispositif de marche à vide, commandé électro-pneumatiquement bloque

les soupapes d'admission du compresseur en position ouverte dès que la pression aux réservoirs principaux atteint 8 kg/cm² ; ce dispositif cesse de fonctionner dès que cette pression tombe à 6,5 kg/cm².

Ces réservoirs alimentent tous les circuits pneumatiques de la locomotive : frein automatique, frein direct, sablières, régulateur du moteur Diesel, dispositif de marche à vide du compresseur, contacteurs de couplage, inverseurs, switches pour freinage rhéostatique (CC), essuie-glaces, trompe, cylindres de commande des volets des radiateurs (CC).

Le frein automatique est équipé d'un robinet de mécanicien Oerlikon type FV3, permettant de régler de façon continue, tant au serrage qu'au desserrage, la pression dans la conduite générale.

Le frein direct est équipé d'un robinet de mécanicien Oerlikon type Fdl, permettant de régler à volonté et de façon continue, la pression dans les cylindres à frein de la locomotive.

La triple valve est remplacée par un distributeur Oerlikon type LSTI à deux régimes de freinage : voyageurs et marchandises ; le passage d'un régime à l'autre s'effectue à l'aide d'une électro-valve commandée par un interrupteur dans chaque poste de conduite.

Une électro-valve dite de desserrage, commandée par bouton-poussoir, permet de desserrer les freins de la locomotive alors que les freins de la rame sont encore serrés.

En plus, sur les locomotives BB, un bouton-poussoir placé dans chaque poste de conduite, permet d'appliquer une pression de 1 kg/cm², dans les cylindres à frein de la locomotive en cas de patinage lors d'un démarrage de train lourd ; cela se fait au moyen d'une électro-valve qui permet l'arrivée d'air comprimé de la conduite de contrôle (contacteurs et inverseurs) dans le distributeur LSTI.

Les distributeurs de sablières sont alimentés en air comprimé au moyen d'électro-valves commandés par un bouton-poussoir de sablage placé dans chaque poste de conduite ; des contacts placés sur les inverseurs ne permettent que l'alimentation des distributeurs correspondant aux roues « avant » de chaque bogie. Sur les CC, le sablage se produit automatiquement pendant 20 à 25 secondes en cas de patinage des roues.

Le dispositif d'homme-mort comporte une pédale par poste de conduite ; le dis-

positif est en service dès que la manette d'inversion n'est plus sur la position neutre. A ce moment, deux lampes de vigilance s'allument à l'extérieur de la locomotive et le machiniste doit appuyer sur la pédale; s'il la lâche, la traction est coupée, le moteur Diesel est ramené au ralenti et, après un délai de 4 à 6 secondes, le freinage d'urgence est mis en action.

PROTECTION CONTRE L'INCENDIE

Chaque locomotive est munie d'une installation fixe de protection contre l'incendie, comportant trois bonbonnes de 30 kg de CO₂ sur les BB et quatre sur les CC; deux d'entre elles servent à noyer la salle des machines et, la troisième sur les BB, les deux autres sur les CC, les moteurs de traction.

Les tirettes de commande pour le vidage des bonbonnes sont situées dans chaque poste de conduite et de chaque côté à l'extérieur de la locomotive en même temps que quatre anneaux d'arrêt d'urgence.

De plus, chaque poste de conduite est équipé d'un extincteur portatif à 5 kg de CO₂ ou à mousse.

—o—

Les 95 locomotives sont réparties en trois séries :

- 55 locomotives type 201 avec chaudière de chauffage (ce sont les locomotives BB) ;
- 21 locomotives type 202 avec chaudière de chauffage (locomotive CC), dont 13 sont équipées du freinage rhéostatique ;
- 19 locomotives type 203 sans chaudière de chauffage et avec freinage rhéostatique (locomotives CC); ce sont des locomotives destinées uniquement à la remorque des trains de marchandises ; elles ne diffèrent des précédentes que par l'absence de la chaudière et il est à noter que l'emplacement est prévu pour l'installation de cette chaudière s'il fallait leur faire assurer la remorque des trains de voyageurs en hiver; ces trois types de locomotive ont une vitesse maximum de 120 km/h.

En juillet 1956, les huit locomotives type 202 sans freinage rhéostatique seront munies d'une démultiplication leur permettant d'atteindre une vitesse maxi-

imum de 135 km/h. tout en étant encore capables d'assurer la remorque des trains de marchandises sur la ligne Athus-Meuse ; elles deviendront les locomotives type 204.

DISPOSITIONS PARTICULIERES A CHAQUE TYPE DE LOCOMOTIVE

1) LOCOMOTIVE BB.

Cette locomotive comporte un compartiment central et un poste de conduite à chaque extrémité.

Dans le compartiment central, on trouve le moteur Diesel, la génératrice principale, le groupe génératrice auxiliaire-excitatrice, les ventilateurs des moteurs de traction, le compresseur, la plus grande partie de l'appareillage y compris le réservoir de 1.000 litres, et la chaudière de chauffage surmontant le réservoir de 3.000 litres contenant l'eau nécessaire au chauffage du train.

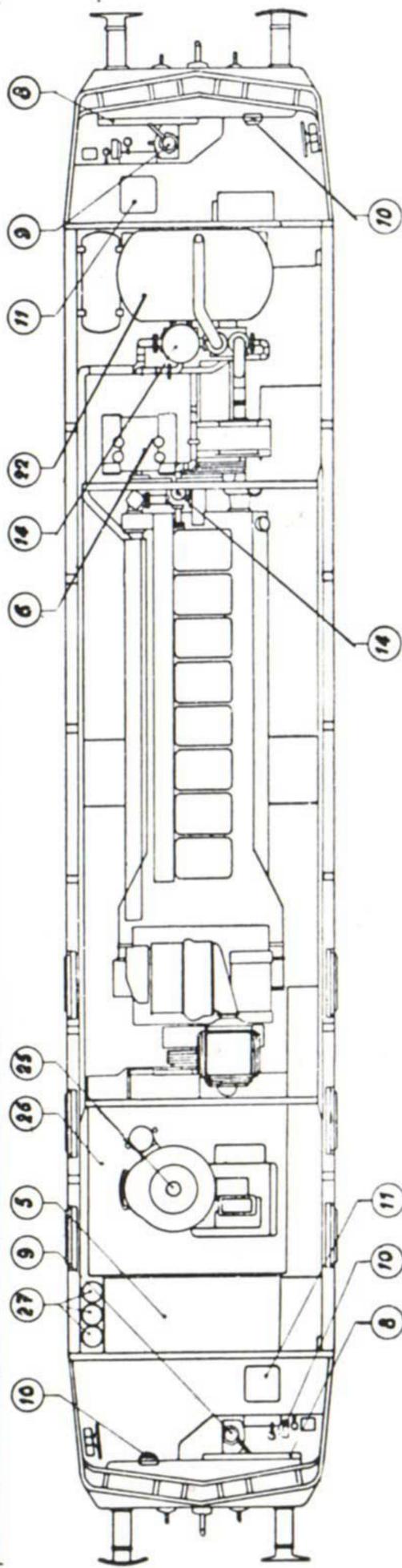
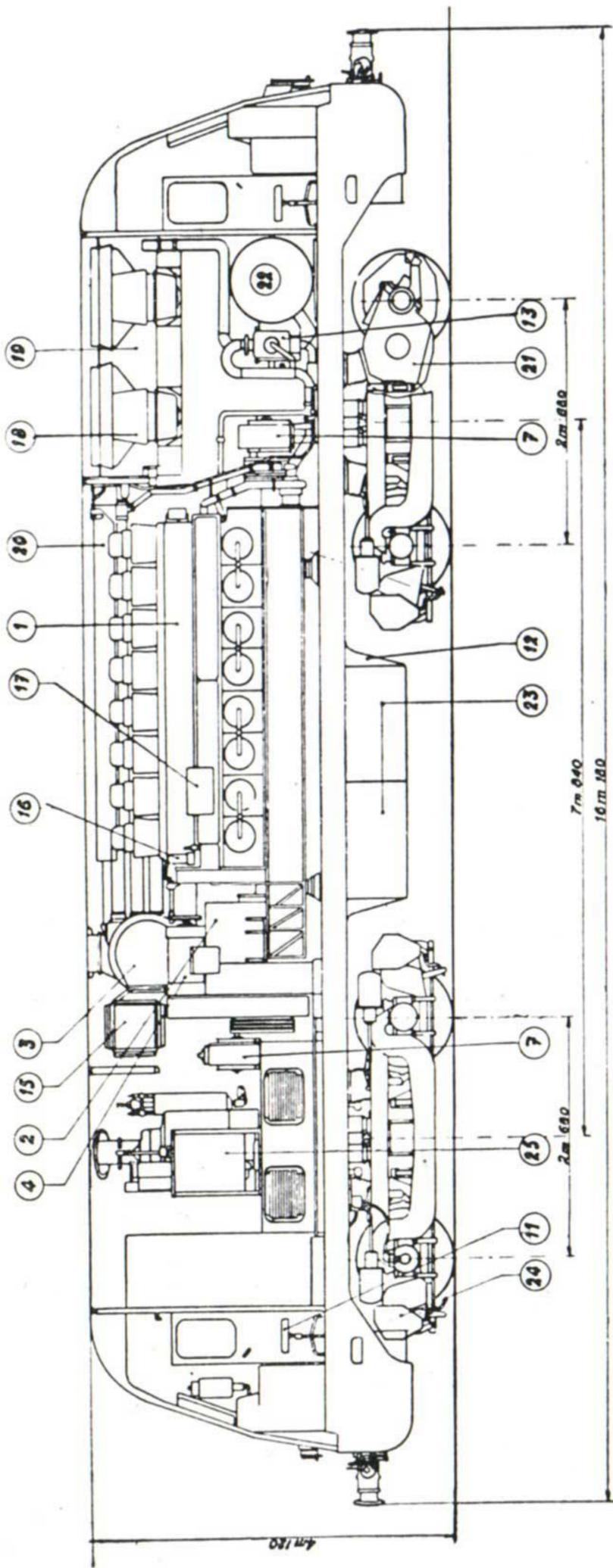
Tout l'appareillage électrique se trouve enfermé dans une armoire située entre un poste de conduite et la salle des machines; et est accessible du poste de conduite.

A la partie supérieure, côté opposé à l'armoire électrique, est placé le compartiment « radiateurs » dans lequel se trouvent les radiateurs d'eau de refroidissement du moteur Diesel et les deux ventilateurs des radiateurs.

Partie mécanique

Disons tout de suite que pour respecter le poids maximum imposé de 87 tonnes avec approvisionnement complet, COCKERILL a construit une caisse de 13 T et des bogies de 8,3 T chacun, soit en tout 29,6 T. pour la partie mécanique.

La caisse autoportante est formée de poutres en treillis de grande hauteur développées en caissons à hauteur des membrures supérieures et inférieures et fortement entretoisées ; le châssis est composé des caissons formant les membrures inférieures des longs pans et des traverses d'extrémité et de pivot ; le réservoir à gasoil, d'une capacité de 4.000 l. situé au centre sous la caisse, sert également à l'entretoisement; tous les éléments de la caisse sont assemblés par soudure.



LOCOMOTIVE BB 201
COCKERILL - A.C.E.C.

- 1. Moteur diesel
- 2. Génératrice principale
- 3. Turbo - soufflante
- 4. Groupe excitatrice - génératrice auxiliaire
- 5. Armoire à appareillage

- 6. Compresseur des moteurs
- 7. Ventilateur des moteurs de traction
- 8. Tableau de bord
- 9. Contrôleur
- 10. Chaufferette
- 11. Siège
- 12. Réservoir à gasoil
- 13. Refrigérant huile

- 14. Filtres à huile
- 15. Filtre à air du diesel
- 16. Régulateur diesel
- 17. Régulateur de charge
- 18. Ventilateurs diesel
- 19. Radiateur
- 20. Réservoir à eau du diesel
- 21. Moteurs de traction

- 22. Réservoir principal air comprimé
- 23. Batterie accumulateurs
- 24. Sablières
- 25. Chaudière chauffage
- 26. Réservoir à eau de chauffage
- 27. Extincteurs

(Document S.N.C.B.)

Les bogies sont en acier moulé et ont été coulés et usinés chez COCKERILL ; ils sont du type Pennsylvanien.

La caisse repose sur la traverse danseuse par deux lisoirs latéraux avec surfaces frottantes en acier au manganèse ; le pivot central sert simplement à transmettre les efforts horizontaux et à permettre la rotation du bogie par rapport à la caisse. La liaison entre traverse danseuse et châssis de bogie est réalisée au moyen de ressorts à pincettes et de quatre

bielles de suspension ; ces dernières sont normalement verticales mais en courbe, prennent une position oblique assurant ainsi l'effort de rappel.

Le châssis de bogie repose sur quatre sommiers en acier au moyen de huit ressorts en hélice, chaque longeron du bogie étant placé entre deux sommiers et reposant sur ceux-ci par l'intermédiaire de quatre ressorts en hélice. Les sommiers s'appuient eux-mêmes sur les boîtes d'essieux ; ces dernières sont des boîtes

tes à rouleaux S.K.F. et sont guidées par des glissières dans le châssis de bogie.

Moteur Diesel

Les caractéristiques générales du moteur Diesel ont été données plus haut ; c'est un moteur à quatre temps suralimenté, à huit cylindres en ligne, de 324 mm. d'alésage et de 394 mm. de course.

La puissance maximum est de 1750 CV à 625 t/min. ; la vitesse de ralenti est de 315 t/min. La suralimentation est assurée par une turbo-soufflante BROWN-BOVERI tournant à 10.000 t/min. à pleine charge ; les gaz d'échappement passent dans une roue-turbine et entraînent une roue-compresseur calée sur le même arbre ; l'air entrant dans les cylindres est ainsi comprimé à environ 1,35 kg/cm². Il serait trop long de décrire entièrement

le moteur Diesel : nous en donnerons simplement quelques détails.

Le soubassement et le bâti sont constitués d'éléments soudés, soit en tôle d'acier, soit en acier moulé ; le soubassement forme réservoir pour un bain de 800 litres d'huile et supporte les paliers du vilebrequin ; la génératrice principale est également montée sur un prolongement du soubassement.

Les fourreaux des cylindres sont du type humide, en fonte spéciale et chromés intérieurement ; les culasses sont également en fonte et sont boulonnées individuellement sur le bâti.

Les pistons sont en alliage léger et à refroidissement par huile ; l'axe de piston est du type flottant.

Les bielles sont en acier à haute résistance, forgé et traité, munies à une extrémité d'une buselure en bronze pour

Coupe transversale du moteur Diesel Cockerill Baldwin.

Cooling water : retour d'eau de refroidissement.
Air intake header : prise d'air de suralimentation.

Turbocharger : turbo-soufflante.

Exhaust pipes : Tuyaux d'échappement.

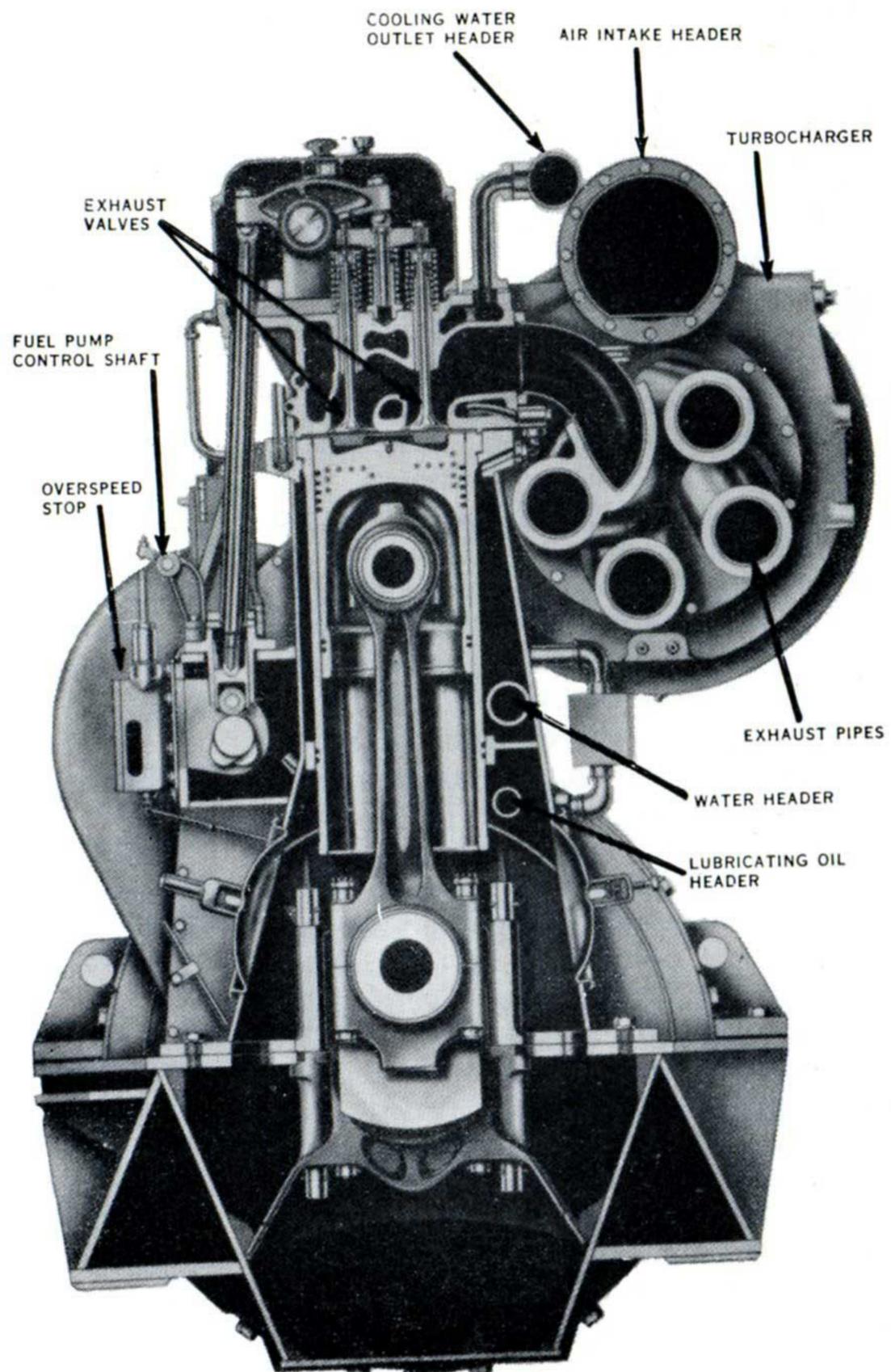
Water header : eau de refroidissement.

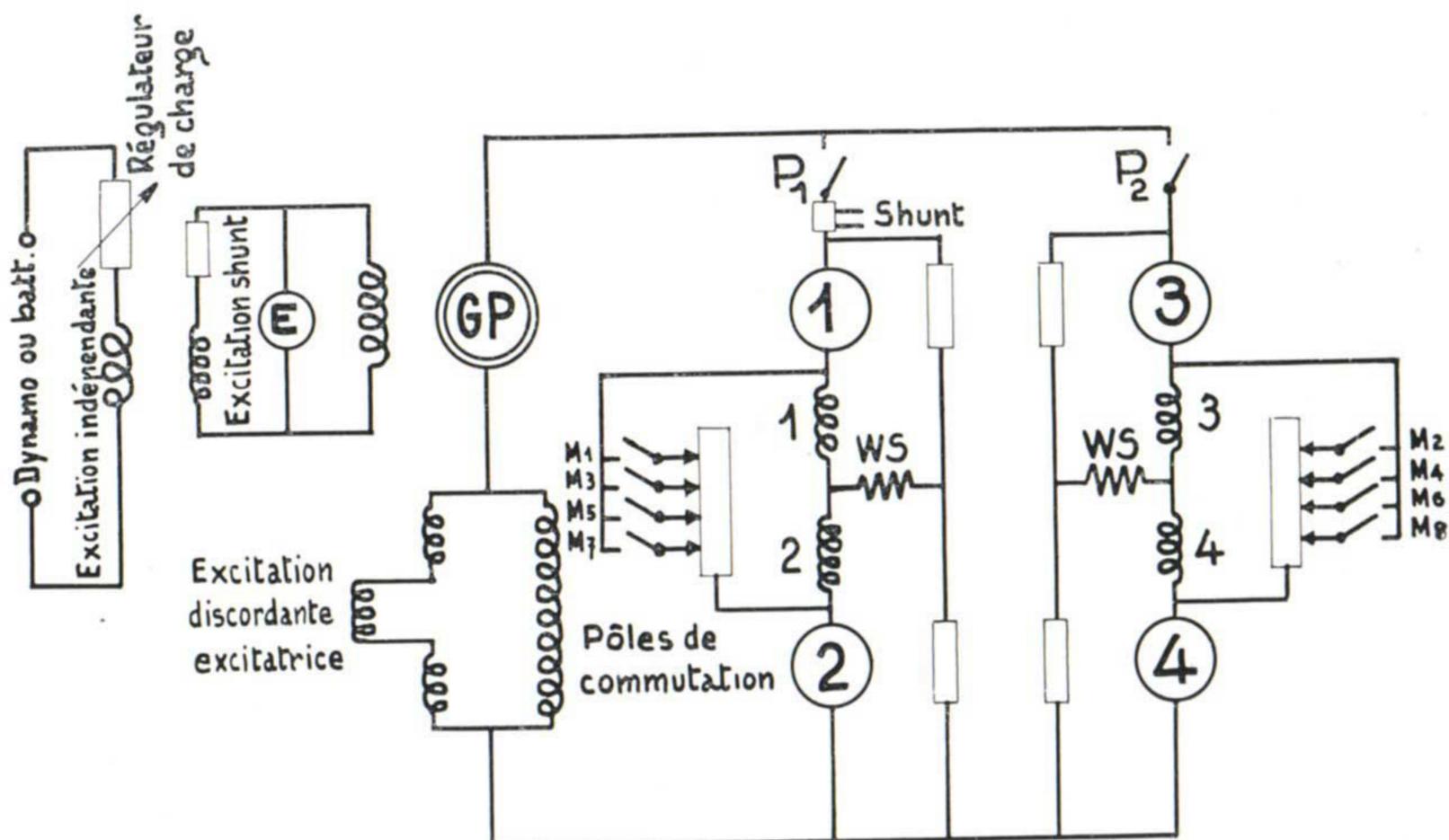
Lubricating oil : huile de graissage.

Overspeed stop : arrêt d'urgence.

Fuel pump control shaft : régulateur de la pompe d'injection.

Exhaust valves : soupapes d'échappement.





Circuits de puissance de la locomotive Diesel-électrique type 201 de la S.N.C.B.
 P1 - P2 : contacteurs de puissance
 M1 à M8 : contacteurs de shuntage.
 E : excitatrice.

l'axe de piston et à l'autre (tête de bielle) de deux coussinets en acier du type mince, et garnis d'une très fine couche d'un alliage cuivre-plomb sur lequel a été déposée électrolytiquement une épaisseur de 0,01 mm. d'étain.

Les coussinets des paliers du carter sont construits sur le même principe que les coussinets des têtes de bielles.

Le vilebrequin est d'une seule pièce, forgé en acier à haute résistance, puis traité thermiquement de façon à atteindre une résistance d'au moins 70 kg/cm².

Tous ces coussinets (vilebrequin et têtes de bielles) peuvent être facilement visités et remplacés grâce à des trappes ménagées dans le bâti.

Les injecteurs sont du type BOSCH ; l'injection est directe, la pression d'injection étant de 270 kg/cm² (4.000 PSI) ; chaque cylindre est muni d'une pompe d'injection individuelle ; une pompe d'alimentation entraînée par moteur électrique aspire le gasoil dans le réservoir et le refoule à 2,5 kg/cm² à l'entrée des pompes d'injection.

Le graissage se fait sous pression par une pompe à engrenages entraînée par chaîne depuis l'arbre-vilebrequin et ne diffère pas dans son principe, de celui des autres types de moteurs Diesel.

Il en est de même du circuit de refroidissement : l'eau est refoulée par une pompe centrifuge entraînée par chaîne depuis l'arbre-vilebrequin, vers les cham-

bres d'eau des cylindres et des culasses, passe dans les radiateurs où elle est refroidie, puis traverse le réfrigérant d'huile et retourne enfin à la pompe centrifuge ; les deux ventilateurs sont entraînés individuellement par un moteur à courant continu alimenté par la génératrice principale, et tournent simultanément ; deux thermostats règlent la température d'eau entre 75 et 85°C. et commandent un des trois régimes des ventilateurs : arrêt, vitesse réduite (1.400 t/min. environ) et pleine vitesse (1.700 t/min.) ; les deux moteurs sont en série : on passe de la vitesse réduite à la pleine vitesse en shuntant à 68-70 % les excitations des deux moteurs.

Equipement électrique

La génératrice principale d'une puissance de 1.100 Kw a douze pôles principaux et douze pôles de commutation mais aucun enroulement de compensation.

Elle possède un seul enroulement d'excitation alimenté par une excitatrice séparée : la génératrice principale est donc du type à excitation séparée.

Un groupe composé de deux machines calées sur le même arbre est monté sur la génératrice principale et entraîné par courroies depuis l'arbre de cette dernière : ce sont la génératrice auxiliaire et l'excitatrice.

La génératrice auxiliaire fournit le courant à tous les circuits à basse tension, charge la batterie et alimente l'excitation séparée de l'excitatrice.

L'excitatrice alimente uniquement l'enroulement d'excitation de la génératrice principale ; cette excitatrice est munie de six pôles, quatre bobinés avec excitation indépendante et deux avec, simultanément une excitation shunt et une excitation série discordante parcourue par le courant de la génératrice principale ; l'excitatrice donne à la génératrice principale une caractéristique sensiblement hyperbolique (soit $\text{courant} \times \text{tension} = \text{constante}$) mais cette dernière est finalement ajustée par une résistance variable, dite régulateur de charge, placée dans le circuit « quatre pôles » de l'excitatrice et sous la dépendance du régulateur du moteur Diesel.

Les quatre moteurs de traction sont toujours couplés en série-parallèle, leurs inducteurs pouvant être shuntés jusque 68 % ; cela donne en réalité cinq couplages : plein champ et quatre taux de shuntage réalisés automatiquement par contacteurs commandés par un petit servo-moteur électrique.

Les régimes continu et unihoraire sont les suivants :

Génératrice principale :

continu	2040 A. — 540 V.
unihoraire	2200 A. — 500 V.

Moteurs de traction

continu	1020 A. — 270 V.
unihoraire	1060 A. — 260 V.

En pointe, les moteurs pourraient atteindre 1800 A. (quand l'adhérence le permet) ; la tension maximum de la génératrice principale est de 880-900 V. ; dès que la tension atteint 840-860 V., automatiquement, on passe au cran de shuntage suivant, ce qui, en diminuant la tension et en augmentant l'intensité, ramène dans la partie non saturée de la caractéristique.

La génératrice principale est auto-ventilée ; le refroidissement des moteurs de traction est assuré par deux ventilateurs entraînés directement par le moteur Diesel, à une vitesse de 2.600 t/min. maximum, chaque ventilateur refroidissant les deux moteurs d'un même bogie.

Le lancement du moteur Diesel se fait en alimentant la génératrice principale en moteur à excitation séparée ; la commande s'opère à l'aide d'un bouton-poussoir ;

un deuxième bouton-poussoir permet d'insérer une résistance en série avec l'excitation et ainsi d'augmenter la vitesse du moteur Diesel.

Signalons encore une dernière particularité : le levier d'accélération règle la pression d'air comprimé qui sera transmise au régulateur du moteur Diesel ; plus cette pression est élevée, plus élevée sera la vitesse du moteur Diesel ainsi que sa puissance.

2) LOCOMOTIVES CC

La disposition d'ensemble est sensiblement la même que sur les BB : un poste de conduite surélevé à chaque extrémité et une salle des machines au centre.

Toutefois, le réservoir d'eau de chauffage reste placé près de la génératrice principale et de l'armoire d'appareillage tandis que la chaudière est adossée à l'autre poste de conduite.

Le compartiment « radiateurs » est équipé de quatre ventilateurs et est placé à la partie centrale de la salle des machines, au-dessus du moteur Diesel ; les résistances de freinage rhéostatique et leur ventilateur forment un ensemble suspendu au-dessus du compresseur.

Enfin, chaque extrémité de la locomotive est prolongée par un « nez » dans lequel sont disposés un certain nombre d'appareils pneumatiques.

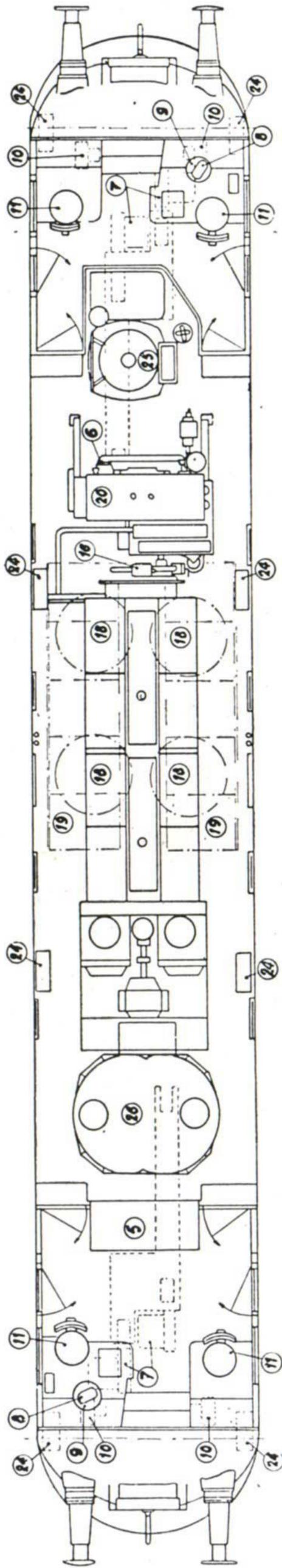
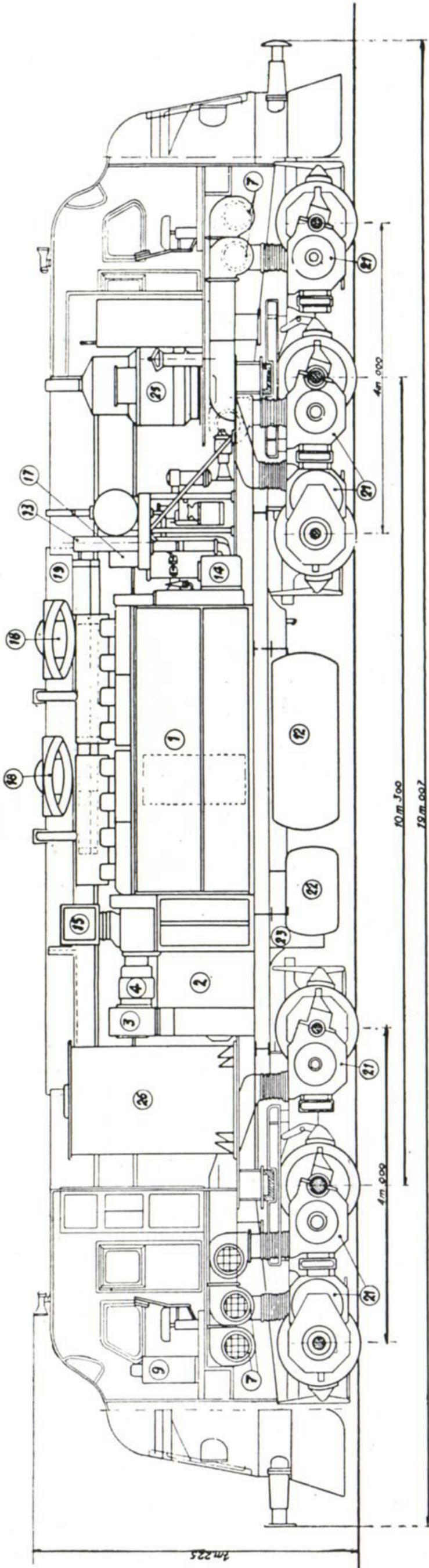
Partie mécanique

La caisse est en acier doux et de construction entièrement soudée. Elle est montée sur un châssis formé de deux longerons entretoisés par de fortes traverses qui supportent la motorisation.

Le châssis de bogie est en acier moulé, monobloc et est supporté par les boîtes d'essieux, par l'intermédiaire de deux ressorts en hélice montés directement au-dessus de chaque boîte.

La traverse danseuse en forme de H est aussi en acier moulé et s'appuie en chacune des quatre extrémités sur un gros ressort en hélice posé sur le longeron du châssis de bogie ; la caisse repose sur une crapaudine solidaire de la traverse danseuse.

Le rappel est assuré par les ressorts supportant la traverse danseuse ; c'est également sur le mouvement de la traverse danseuse que s'exerce l'amortissement.



LOCOMOTIVE CC 202/203 ANGLO-FRANCO-BELGE-E.M.D.

- 1. moteur diesel
- 2. génératrice principale et alterna.eur.
- 3. ventilateur génératrice
- 4. génératrice auxiliaire
- 5. armoire à appareillage
- 6. compresseur

- 7. ventilateurs des moteurs de traction
- 8. tableau de bord
- 9. contrôleur
- 10. chaudière
- 11. siège
- 12. réservoir à gasoil
- 13. réfrigérant huile

- 14. filtres à huile
- 15. filtre à air du diesel
- 16. régulateur diesel
- 17. régulateur de charge
- 18. ventilateurs diesel
- 19. radiateurs
- 20. réservoir à eau du diesel
- 21. moteurs de traction

- 22. réservoirs principaux air comprimé
- 23. batterie accumulateurs
- 24. sablières
- 25. chaudière chauffage
- 26. réservoir à eau de chauffage

(document S.N.C.B.)

Moteur Diesel

Le moteur Diesel fonctionne suivant le cycle à deux temps ; c'est un moteur à 16 cylindres en V d'angle égal à 45° de 216 mm. d'alésage et de 254 mm. de course. Sa puissance maximum est d'environ 1.750 CV à 835 t/min ; la vitesse de ralenti est de 275 t/min.

Chaque rangée de cylindres est munie d'un compresseur de balayage type ROOTS, comprenant deux rotors à trois lobes de forme hélicoïdale tournant sans se toucher dans un même carter en aluminium.

L'entraînement des rotors se fait par engrenages depuis l'arbre-vilebrequin et l'air de balayage est comprimé à $1,3 \text{ kg/cm}^2$.

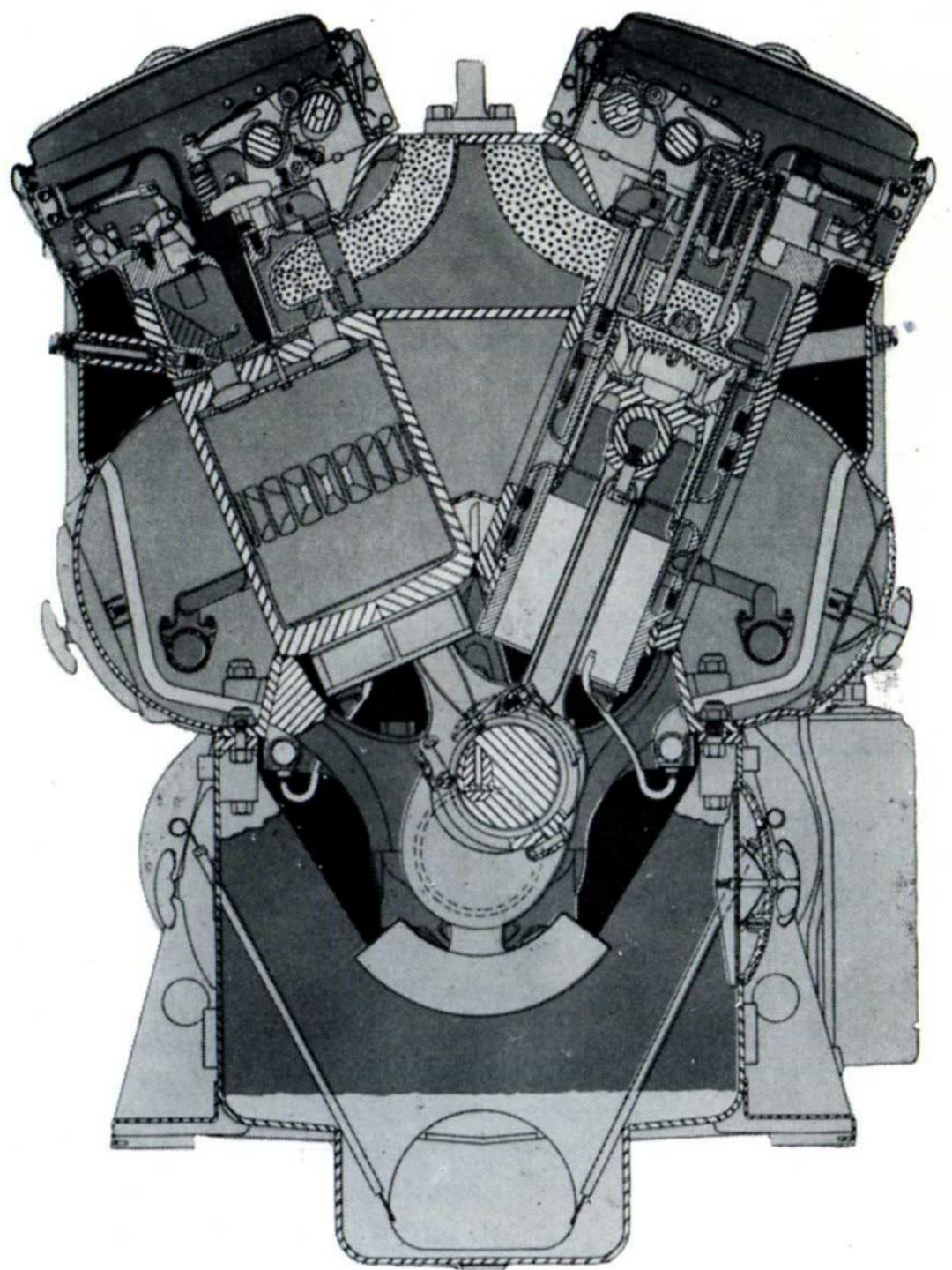
Le soubassement et le bâti sont constitués de tôles d'acier assemblées par soudure ; le soubassement sert également de réservoir pour un bain d'huile de 800 litres.

Les fourreaux de cylindre sont en fonte et sont pourvus à leur partie inférieure de lumières pour l'admission de l'air ; chaque cylindre est muni d'une culasse individuelle en fonte, fixée au bâti par boulons et clames ; chaque culasse comporte un trou central pour l'injecteur et quatre soupapes d'échappement.

Les pistons sont en fonte et présentent des dispositions constructives tout à fait spéciales, nettement différentes de ce que l'on rencontre en général sur les autres moteurs Diesel.

Le moteur étant en V, il existe deux types de bielles, une bielle en fourche et une bielle plate qui oscille sur la partie extérieure du coussinet supérieur de la bielle en fourche ; les coussinets de bielle comme ceux des paliers principaux, sont du type mince, à support en acier recouvert d'un alliage cuivre-plomb et d'une mince pellicule de métal blanc ; l'axe de piston est boulonné à l'extrémité de la bielle et oscille dans un logement à l'intérieur du piston.

Coupe transversale du moteur G.M./E.M.D. de la locomotive Diesel-électrique CC types 202 et 203 de la S.N.C.B.



Le vilebrequin est en deux parties boulonnées entre elles; il est suspendu au bâti par les paliers principaux, les chapeaux de ceux-ci venant se fixer à la partie inférieure du bâti.

L'injection est directe; la pression d'injection dépasse 1.000 kg/cm^2 ; aussi la pompe d'injection et l'injecteur forment un ensemble dont chaque cylindre est équipé individuellement; les pompes d'injection sont alimentées en gasoil par une petite pompe d'alimentation qui l'aspire du réservoir situé sous le châssis de caisse, tout comme sur les locomotives BB.

Le graissage est effectué sous pression; le circuit de graissage comporte trois pompes entraînées par le moteur Diesel; une pompe de circulation aspire l'huile dans le carter et le refoule à travers un filtre et un réfrigérant vers les deux autres pompes, dont l'une sert au graissage du moteur et l'autre au refroidissement des pistons.

Le refroidissement est assuré par circulation d'eau; deux pompes centrifuges travaillant en parallèle et entraînées par le vilebrequin, refoulent l'eau à travers les chambres d'eau des cylindres et des culasses vers les radiateurs, puis le réfrigérant d'huile où l'eau est reprise par les pompes; quatre ventilateurs refroidissent les radiateurs et sont entraînés par des moteurs asynchrones; la température de l'eau est contrôlée par thermostats et réglée entre 74 et 82°C ; les ventilateurs se mettent en marche et s'arrêtent l'un après l'autre, chacun à une température bien déterminée; en même temps que le premier ventilateur se met en marche, des volets d'admission d'air dans le compartiment « radiateurs » s'ouvrent automatiquement.

Équipement électrique

La génératrice principale, d'une puissance de 1.100 Kw est entraînée par le moteur Diesel à l'aide d'un accouplement élastique.

Elle possède douze pôles principaux et douze pôles de commutation, mais en plus un enroulement de compensation et un enroulement de démarrage qui lui permet de tourner en moteur-série lors du lancement du Diesel.

Elle a trois enroulements d'excitation: une excitation-shunt, une excitation-série discordante et une excitation indépendante; cette dernière est alimentée par

la génératrice auxiliaire et est en série avec une résistance variable dite régulateur de charge; c'est le régulateur du moteur Diesel qui commande la variation de cette résistance et qui permet d'obtenir à toutes les vitesses de la locomotive, une puissance constante aux bornes de la génératrice principale; celle-ci est refroidie par un petit ventilateur qu'elle entraîne mécaniquement.

La génératrice auxiliaire est montée sur la génératrice principale et est entraînée par celle-ci à l'aide d'engrenages; elle fournit le courant à tous les circuits à basse tension, charge la batterie et alimente l'enroulement d'excitation indépendante de la génératrice principale.

Les six moteurs de traction sont groupés suivant trois couplages successifs:

— de 0 à 20 km/h — série-parallèle plein champ: les moteurs sont alimentés à la demi-tension de la génératrice principale.

— de 20 à 60 km/h — parallèle plein champ: les moteurs sont alimentés à la pleine tension de la génératrice principale.

— de 60 à 120 km/h — parallèle, mais les moteurs sont shuntés à 50% .

Le changement de couplage est effectué automatiquement, à vitesse croissante dès que la tension à la génératrice principale atteint $960-970$ volts et à vitesse décroissante dès que l'intensité à la génératrice principale dépasse 2.400 ampères.

L'intensité continue est de 2.200 ampères et l'intensité unihoraire de 2.400 ampères à la génératrice principale; la tension à la vitesse maximum est de l'ordre de 1.100 volts.

Les moteurs de traction ont un régime unihoraire de 430 ampères et un régime continu de 400 ampères pour une puissance de 188 Kw ; la pointe autorisée au démarrage est de 700 ampères.

Un alternateur triphasé de 80 Kw , calé en bout d'arbre de la génératrice principale, alimente à la tension de 165 volts maximum les dix moteurs asynchrones des ventilateurs.

Six de ces moteurs ont une puissance de 5 VC et entraînent les ventilateurs de refroidissement des moteurs de traction (un ventilateur par moteur) dès que le Diesel tourne.

Les quatre autres ventilateurs ont une puissance de 9 CV et entraînent les ventilateurs des radiateurs; leur mise en

Circuits de puissance des locomotives Diesel électriques CC types 202 et 203 de la S.N.C.B.

GP : génératrice principale
BTR : relais de transition descendante.

Enroulements de la génératrice principale :

comp : compensation
comm. : commutation
diff. : différentiel
start : démarrage
enroulement shunt
enroulement batterie

GR : relais de terre

GS : contacteur de lancement

SF : contacteur d'excitation shunt (I)

BF : contacteur d'excitation indépendante (I)

LR : régulateur de charge

RS : résistance de shuntage

WS : relais de patinage

PI, P2, S : contacteurs de puissance

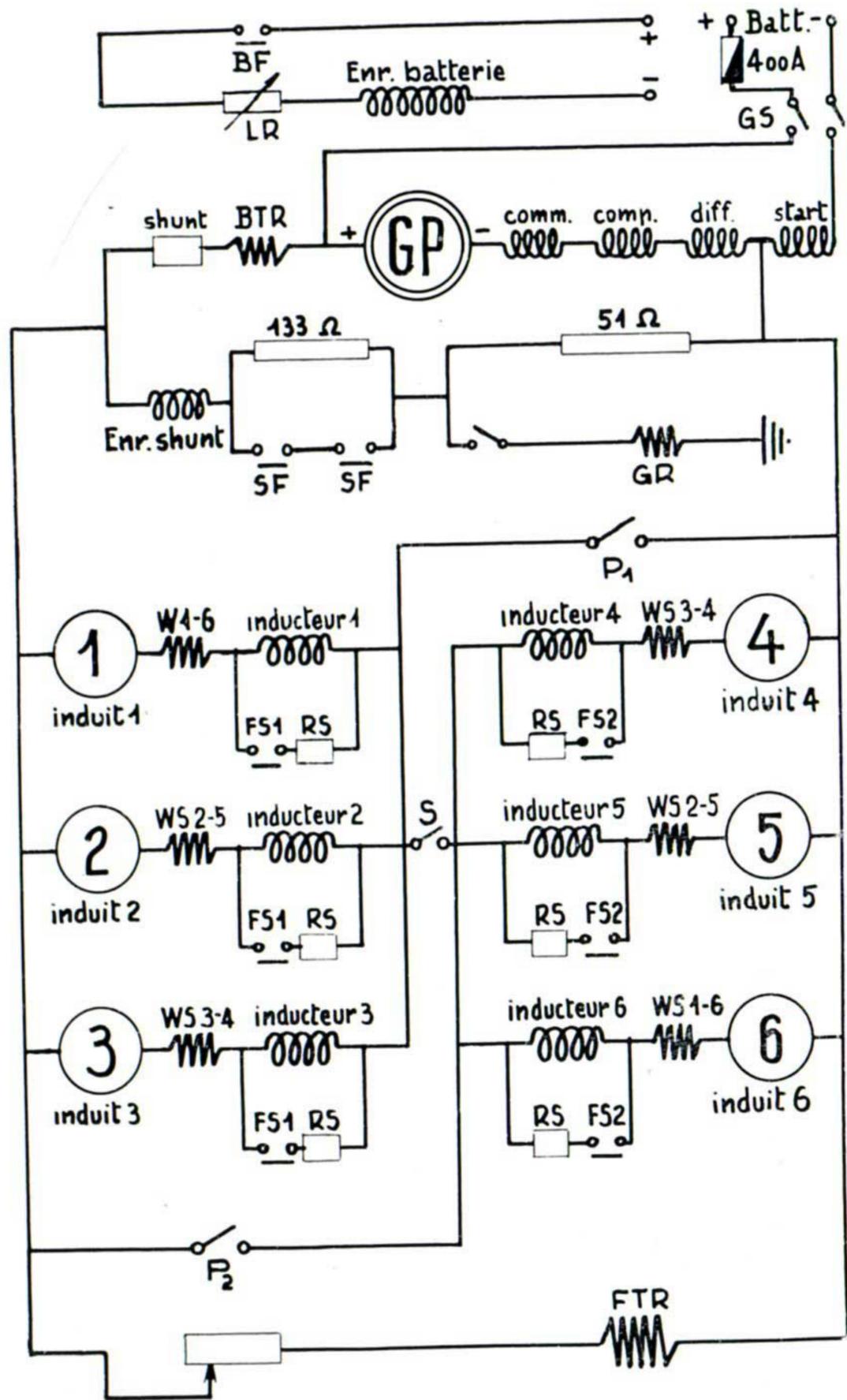
FTR : relais de transition ascendante

FS : contacteur de shuntage
0-20 km/h - série parallèle plein champ : S est fermé.

20-60 km/h - parallèle plein champ : P1 et P2 sont fermés.

60-120 km/h - parallèle-shuntage à 50 % : P1, P2, FS1 et FS2 sont fermés.

(I) normalement établis en traction.



marche et leur arrêt sont contrôlés thermostatiquement par la température d'eau du moteur Diesel.

En cas de panne à l'alternateur, la ventilation est arrêtée ; le machiniste en est averti par une sonnerie et par une lampe de signalisation à son tableau de bord ; en même temps, la traction est coupée et le moteur Diesel est ramené au ralenti.

La vitesse du moteur Diesel est commandée depuis le levier d'accélération du controller ; le levier d'accélération comporte une position « ralenti » à 275 t/min. et sans traction et huit crans de traction allant de 80 en 80 t/min. depuis 275 t/min. jusque 835 t/min. ; sur chacun de ces crans, on excite une ou plusieurs électro-valves du régulateur, on modifie la pression d'huile qui y est ad-

mise et, par suite, la tension du ressort, donc la vitesse réglée par le régulateur.

Freinage rhéostatique

Un équipement de freinage rhéostatique a été installé sur treize locomotives type 202 et sur les 19 du type 203.

Le principe en est très simple : le moteur électrique est réversible, il peut transformer l'énergie électrique en énergie mécanique, c'est le cas en traction, mais il peut aussi assurer la transformation inverse : c'est le cas du freinage rhéostatique.

Sur les fortes pentes, la gravité entraîne les essieux et grâce à un couplage approprié, les moteurs de traction s'amorcent en génératrices et débitent sur des

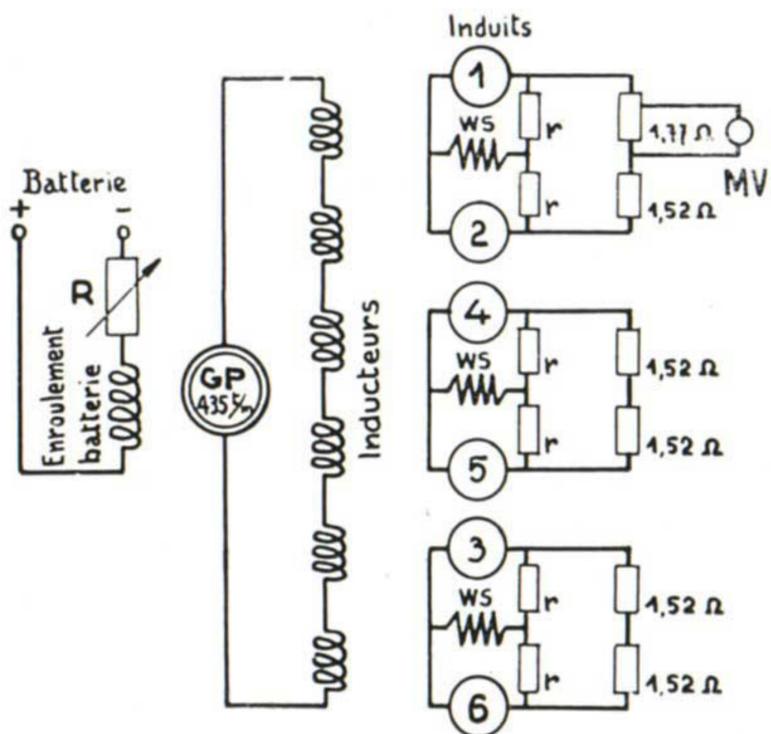


Schéma du freinage rhéostatique des locomotives CC types 202 et 203 de la S.N.C.B.
 MV : moteur de freinage rhéostatique.
 r : 2.000 ohms.
 WS : relais de patinage
 R : rhéostat de réglage de l'effort de freinage

résistances en produisant un effort de freinage sur la locomotive.

La génératrice principale tourne à 435 t/min. et fournit l'excitation des moteurs de traction ; les résistances de freinage sont refroidies par un ventilateur entraîné par un moteur à courant continu de 15 CV alimenté par un des moteurs fonctionnant en génératrice.

En traction, les excitations sont connectées en série avec les induits des moteurs de traction ; en freinage, elles sont déconnectées des induits et connectées en série sur le circuit extérieur de la génératrice principale, cependant que les in-

duits débitent sur le ventilateur et les résistances de freinage.

Le changement de couplage est réalisé par un tambour analogue à l'inverseur et commandé électro-pneumatiquement depuis le poste de conduite par le levier de sélection.

Grâce à ce levier, le machiniste peut également graduer l'effort de freinage en faisant varier l'excitation de la génératrice principale.

Toutefois, un dispositif automatique limite l'intensité du courant de freinage à 300 ampères afin d'éviter le calage des roues ; dans le même but, dès que le frein rhéostatique est en service, le frein à air comprimé de la locomotive est mis hors service.

En cas de freinage d'urgence, seul le frein à air comprimé entre en action ; le frein rhéostatique est alors éliminé.

Le frein rhéostatique permet de maintenir sur une pente de 13 ‰, une charge de 870 tonnes à 30 km/h et une charge de 680 tonnes à 45 km/h.

Chaudière de chauffage

C'est une chaudière entièrement automatique, du type VAPOR-CLARKSON, sur toutes les locomotives types 201 et 202.

Elle a une capacité de vaporisation de 780 kg/heure ; la réserve d'eau de chauffage est de 3.000 litres sur les locomotives BB et de 2.500 litres sur les locomotives CC.



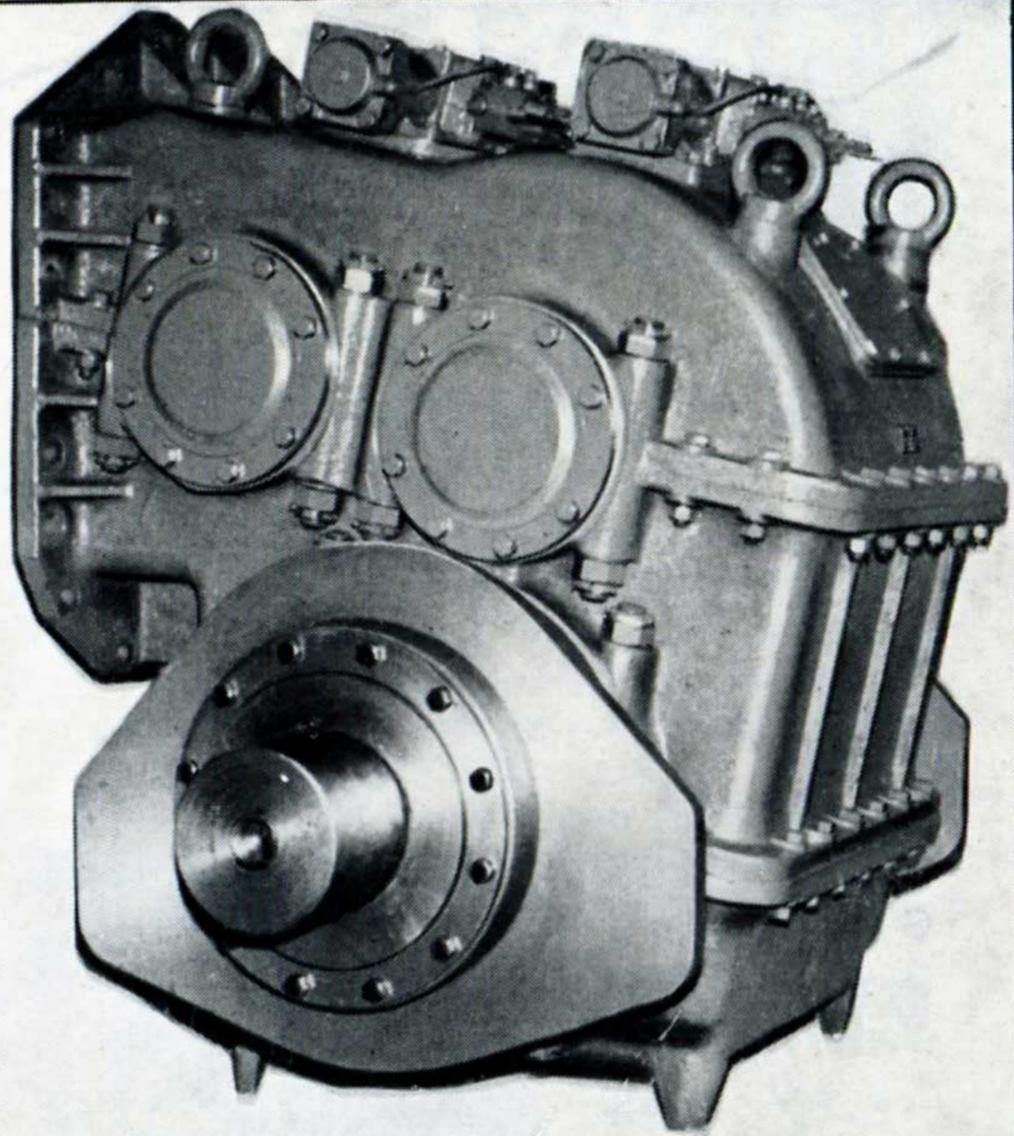


INVERSEURS-
REDUCTEURS

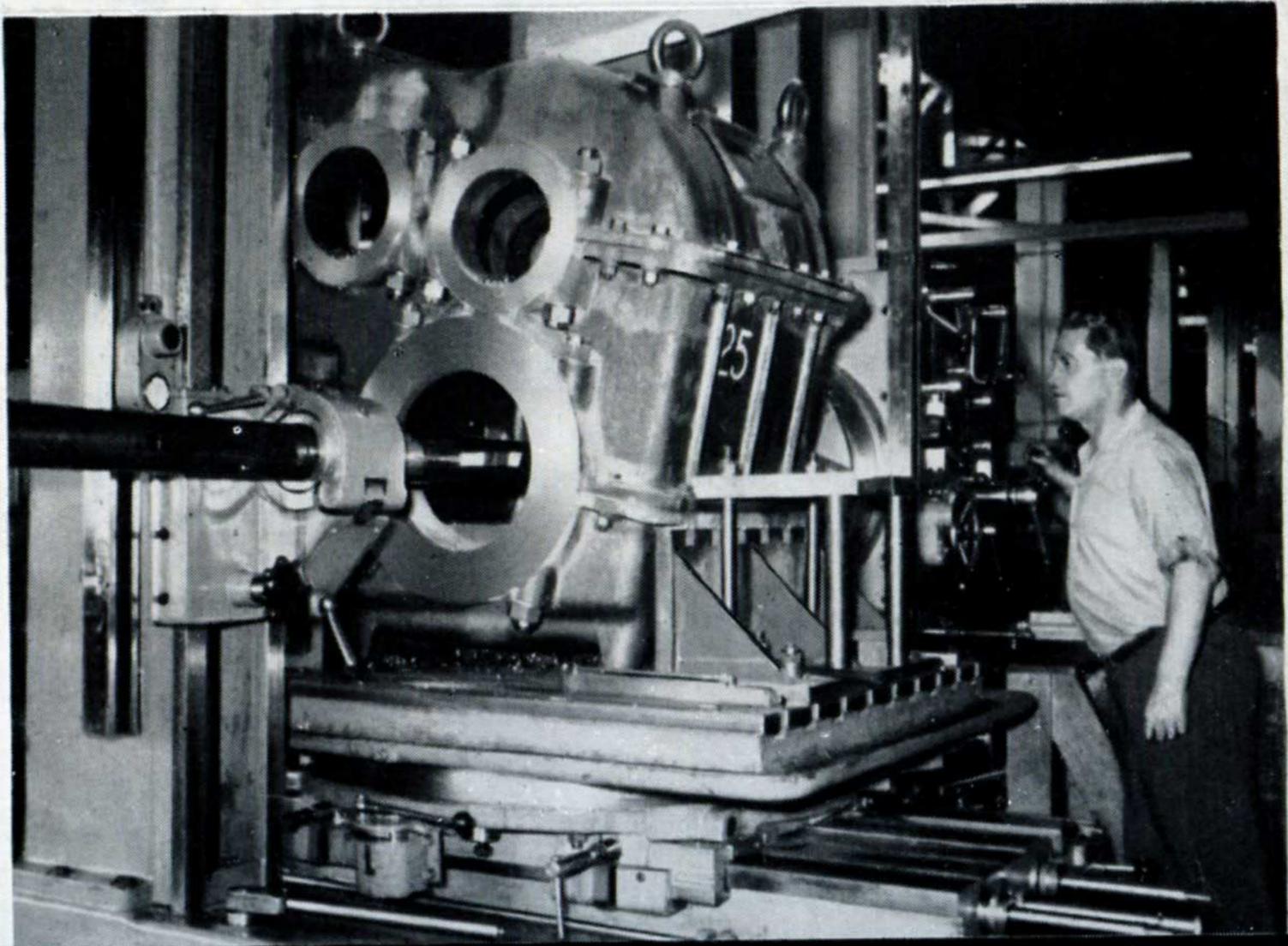
MYLIUS

SWB 37

à deux étages
de vitesse



équipant les LOCOMOTIVES DIESEL type 250
de la S. N. C. B. d'une puissance de 550 CV

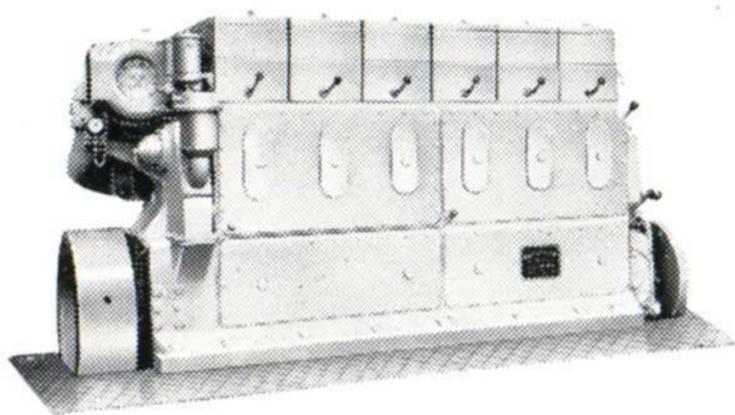
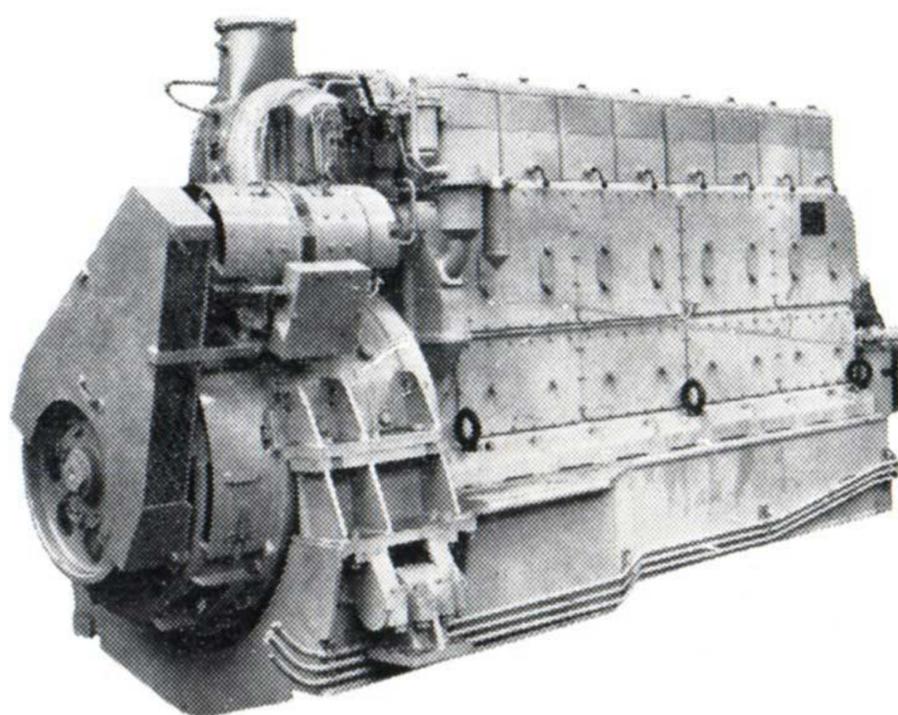


DEUTSCHE GETRIEBE GMBH BERLIN-TEMPELHOF
BESSEMERSTR. 13/19

MOTEURS DIESEL DE TRACTION A.B.C.

De 150 CV à 740 CV - 500/750 t/m.

Groupe diesel-
électrique avec
moteur type 8DUS
700 CV à 650
t/m. équipant les
locomotives diesel-
électriques type
270 de la S.N.C.B.



Moteur diesel type 6DUS
550 CV à 680 t/m équipant
les locomotives de manœuvre
type 250 de la S. N. C. B.

ANGLO BELGIAN COMPANY

39, Wiedauwkaai, GAND.

TEL. 23.45.41

Adr. télégr. ABC GAND

LA NOUVELLE LOCOMOTIVE DIESEL-ÉLECTRIQUE Bm 6/6 DES C.F.F.

par S. JACOBI

LE réseau suisse étant presque entièrement électrifié, la traction Diesel n'y jouit pas du prestige qu'elle connaît ailleurs. Fin 1953, le parc des véhicules thermiques CFF de ligne compte 5 véhicules :

— 2 locomotives Diesel - électriques Am 4/4 1001 - 1002 (1939),

— 1 locomotive à turbine à gaz Am 4/6 1101 (1941, la première du monde, voir « Rail et Traction » No 27),

— 1 automotrice Diesel - électrique CFm 2/4 791 (1925),

— 1 fourgon automoteur Diesel - électrique Fm 2/4 891 (1930).

A la même époque, les CFF possèdent en outre 234 locomotives à vapeur construites entre 1900 et 1917. Elles assurent non seulement le service sur les lignes non électrifiées, mais encore la manœuvre (dans les triages notamment) et les trains de secours occasionnels. De plus, le manque chronique de machines électriques les appelle souvent à la rescousse sur le réseau électrifié.

Excluant l'utilisation de machines électriques, les avaries entraînant la mise hors service de la ligne de contact sur un parcours plus ou moins long obligent l'emploi de véhicules à combustion interne. Pour cette raison, un important réseau électrifié doit posséder des véhicules moteurs produisant eux-mêmes l'énergie nécessaire, étant ainsi indépendants de la ligne de contact.

Ceci entraîne la formation d'un important parc de véhicules de réserve peu en rapport avec une gestion économique.

Dans cet ordre d'idées et pour remplacer des machines à vapeur qui se font vieilles, les CFF ont passé commande d'une série de 4 locomotives Diesel - électriques à 6 essieux moteurs. Ces machines dénommées Bm 6/6 1501 - 1504 viennent d'être mises en service (la 1501 en 1954 et les trois autres en 1955). Elles sont munies de deux moteurs Diesel Sulzer, 6 cylindres, 4 temps, développant 750 CV chacun.

Voici les caractéristiques principales de ces locomotives :

Longueur hors tampons : 17.000 m.

Puissance des moteurs Diesel : 2×750
= 1.500 CV.

Nombre de tours des Diesel : 790.

Puissance totale des moteurs de traction : 1160 CV.

Poids en service : 104 t.

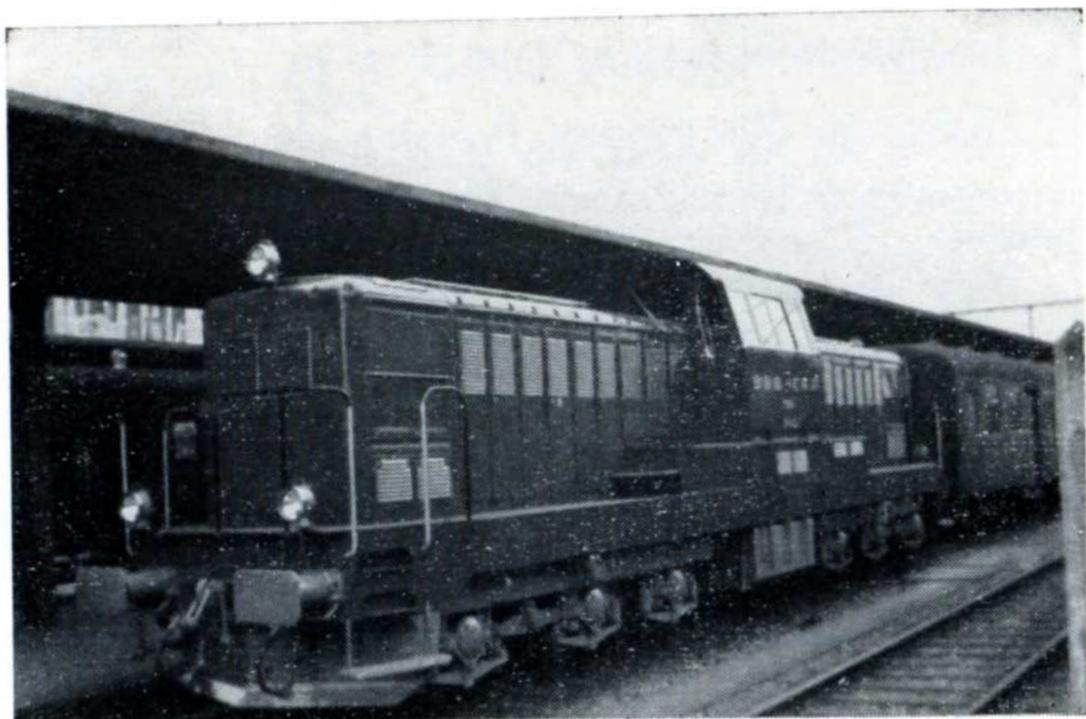
Approvisionnement de carburant : 3.000 litres.

Vitesse maximum : 75 km.-h.

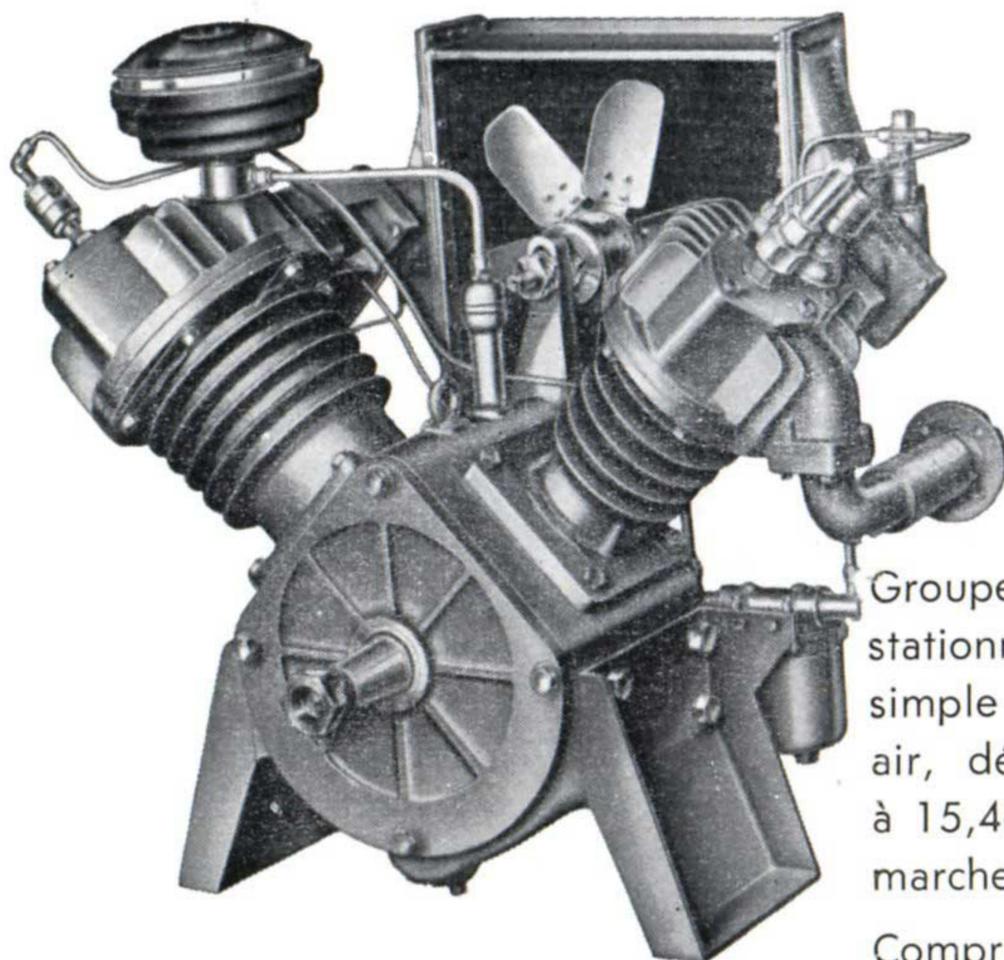
Les Bm 6/6 sont un produit des firmes suisses suivantes :

- SLM, Winterthur (partie mécanique),
- Sulzer frères, Winterthur (moteurs Diesel),
- Brown - Boveri & Cie, Baden et Sécheron S.A., Genève (partie électrique).

La nouvelle locomotive Bm 6/6 des C.F.F.



LES COMPRESSEURS D'AIR ARPIC EQUIPENT LES NOUVELLES LOCOS DE LA S. N. C. B.



ARPIC fabrique également des groupes compresseurs d'air mobiles, d'un débit de 2m³/min à 17m³/min. Moteurs Diesel, à essence ou électriques. Pression de marche 7 kg.

Groupes compresseurs d'air stationnaires multicylindres, à simple effet, et refroidis par air, débit de 1,95 m³/min à 15,46 m³/min. Pression de marche 7 kg.

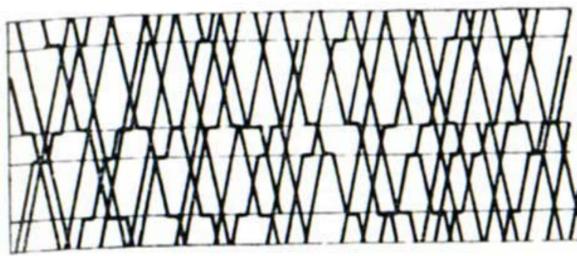
Compresseurs d'air stationnaires en équerre, à régime lent, et à rendement élevé, à double étage, double effet, et à refroidissement par eau, débit de 28 à 112 m³/min.



ARPIC ENGINEERING S.A.

Chaussée de Boom, 957
Tél. 77.49.91/5

WILRIJK-ANVERS
Câbles « ARPICOM » Anvers



EXPLOITATION

MISE EN SERVICE DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE ENTRE BRUXELLES & WAVRE

par Fr. SCHEPENS

D'un coup de baguette, la coquette cité du Brabant wallon vient d'être unie à l'agglomération bruxelloise ; en effet, grâce à la traction électrique et à la desserte qui en résultera, Wavre et toutes les localités comprises entre Bruxelles et Ottignies sont appelées à un très brillant avenir comme nouveaux lieux de résidence.

L'aspect économique et social de cette modernisation sera considérable puisque c'est plus de loisirs et un meilleur habitat que la S.N.C.B. vient d'offrir à un très grand nombre de travailleurs.

Le 12 février 1855 et pour la première fois, il devint possible d'atteindre Wavre par train mais... via Louvain.

Ce parcours était malaisé et long pour les Bruxellois se rendant à Wavre et pour les Wavriens se rendant à Bruxelles ; en effet, il fallait s'embarquer à Bruxelles-Nord, changer à Malines et se diriger vers Louvain par un autre train ; à Louvain, même servitude de correspondance ; de plus, c'était un parcours de 70 km., distance considérable pour l'époque.

Toutefois cette situation ne dura que six mois et dès le 13 août 1855, la ligne de Louvain-Wavre prolongée vers l'Ouest atteignit Ottignies et la grande ligne du Luxembourg ; la distance était alors ramenée à 28 kilomètres avec un seul changement à Ottignies.

Lors de l'étude du tracé de la future ligne du Luxembourg, il avait été question de la faire passer par la petite cité

mais, paraît-il, la chose ne fut pas possible en raison du profil accidenté qui en résulterait ; il est aussi possible car la chose était monnaie courante à l'époque, qu'une opposition municipale appuyant les manœuvres des messageries, rejeta la ligne du Luxembourg vers son tracé actuel par Ottignies, plongeant ainsi Wavre dans la lointaine province. Ce point d'histoire mériterait d'être éclairci et les archives de la ville de Wavre seraient intéressantes à consulter.

Mais tout cela est du passé et, dans cette revue, nous avons pour habitude de regarder vers l'avenir.

A présent, les liens entre Wavre et sa région d'une part, et Bruxelles d'autre part vont se resserrer puisque l'usager est assuré d'au moins deux trains par heure dans chaque sens et, bien entendu, davantage aux heures de pointe.

Le petit tableau comparatif de la page suivante en dira bien plus long qu'un texte.

De plus, des trains de fin de soirée permettront aux habitants de Wavre de bénéficier de tout ce que la capitale peut offrir comme distractions, c'est à dire théâtres, cinémas, etc...

L'horaire actuel n'est que provisoire car il ne pourra être cadencé qu'au moment où la traction électrique sera mise en service entre Bruxelles et Luxembourg c'est à dire pour le mois d'octobre 1956 ; Wavre-Louvain sera aussi en service.

On peut donc dire que ces électrifications vont changer, très rapidement, l'as-

MODE DE TRACTION	DUREE DU PARCOURS BRUXELLES-WAVRE	NOMBRE DE TRAINS JOURNALIERS
VAPEUR (avant le 15-1-56)	45 à 96 minutes	32 (1)
ELECTRIQUE (après le 15-1-56)	33 (semi-directs) 45 (omnibus)	81 (2)

(1) Dont seulement trois sans transbordement à Ottignies.
(2) Dont 59 sans transbordement à Ottignies ; de plus de nombreux trains sont prolongés jusqu'à Bruxelles-Nord et même Bruxelles-Midi par la Jonction.

pect de ces régions encore un peu excentrées par rapport à Bruxelles.

Faut-il s'étendre sur tous les bienfaits qui en résulteront ? nous pensons qu'il est inutile de le faire car les lecteurs de « Rail & Traction » sont depuis longtemps avertis des conséquences d'une modernisation de ce genre.

Disons que, sur Bruxelles-Wavre, sont mises en service les nouvelles automotrices électriques type 1954 qui viennent d'être décrites dans cette revue ; le con-

fort qu'elles offrent est remarquable ; ce sont de bons outils au service d'une bonne cause. (1)

La description technique de Bruxelles-Wavre sera comprise dans celle de la ligne Bruxelles - Luxembourg, artère maîtresse du réseau et dont elle fait naturellement partie.

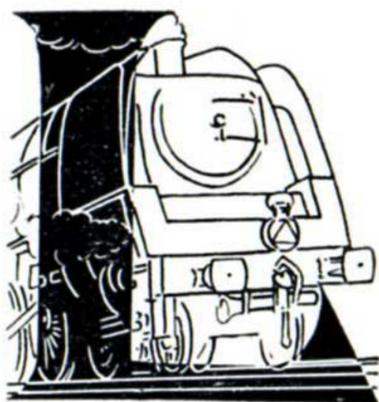
Disons cependant, encore une fois, que les réalisateurs ont bien mérité du Pays qui grâce à eux, aura d'ici peu de temps, un réseau ferré bien adapté à ses besoins.



(1) Voir « Rail & Traction » n° 39, novembre-décembre 1955.

LE BAHNBUS

par Cl. BINAME.



A concurrence entre le rail et la route ainsi que les avantages respectifs de l'un et de l'autre ont fait naître l'idée de construire des véhicules adaptables

aux deux modes de transport.

Alors que quelques timides essais sont en cours dans divers pays, la Deutsche Bundesbahn a mis ce principe en application dans diverses régions de son réseau depuis l'horaire d'été 1953, tant pour le service marchandises que pour les voyageurs, ce qui permet d'utiliser au mieux les avantages du rail et ceux de la route au moment voulu.

Le Bahnbus est plus un autobus qu'un

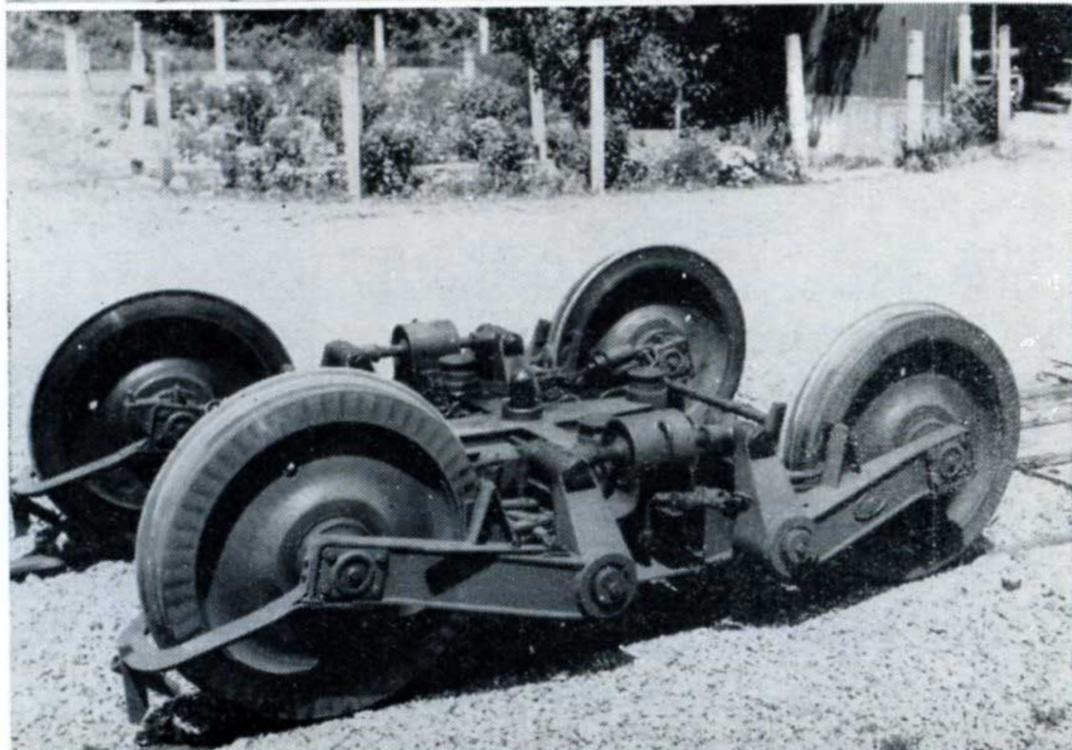
autorail. En effet, c'est par l'adjonction de bogies spéciaux qu'il est amené à pouvoir circuler sur la voie normale. Mis en place sur une plate-forme routière à niveau des rails et dans l'axe de ceux-ci, l'autobus, chargement compris, est soulevé grâce à un piston placé sous le plancher et s'appuyant sur le sol près de l'essieu du côté duquel l'opération va commencer après avoir calé le volant à l'aide d'un frein spécial. Un bogie spécial, en alliage léger, sera placé manuellement par le receveur sous l'essieu avant dont les pneus se trouveront, après rabaissement, à environ 5 cm. des rails. Quant à l'arrière, c'est sous le bout du châssis que se placera un bogie identique, étant donné que les pneus de l'essieu moteur du bus doivent reposer sur les rails afin de transmettre le mouvement. L'opé-

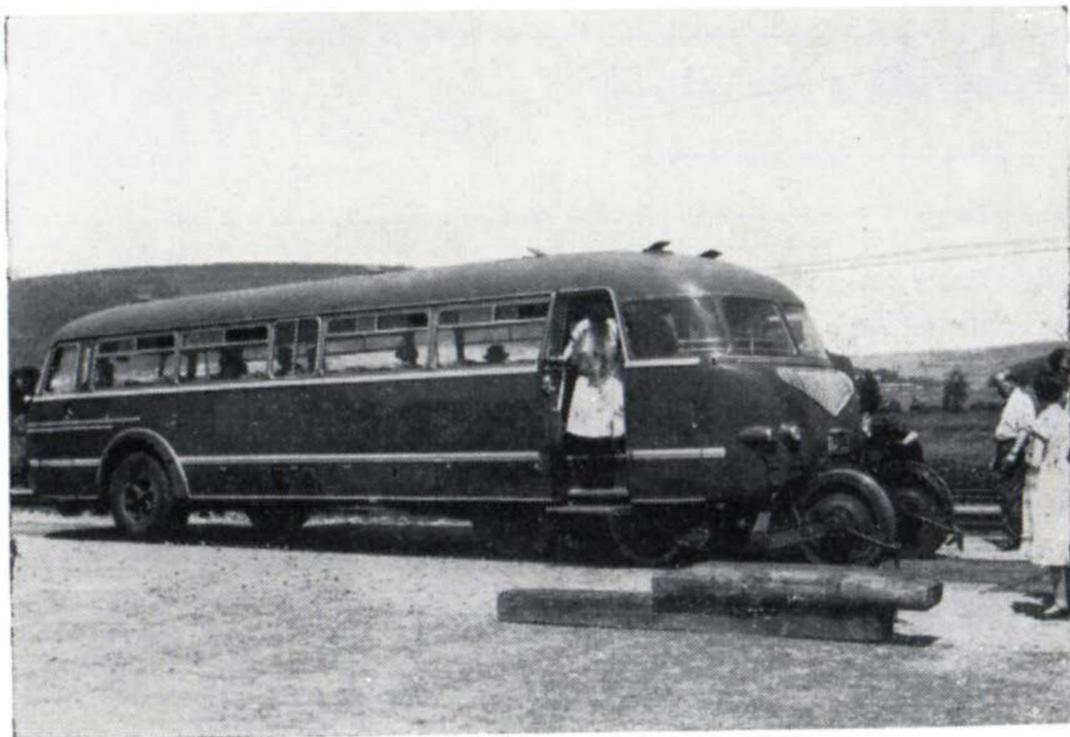
Mise en place du bogie avant



Vue d'ensemble d'un des deux bogies spéciaux du Bahnbus.

(Photos de l'auteur)





Vue du Bahnbus au moment où il va prendre la route, le bogie arrière restant à enlever.

(Photo de l'auteur)

ration du placement de cet appareillage, qui pèse en tout environ une tonne, ne prend pas plus de 5 à 6 minutes.

Ce système convient particulièrement bien pour assurer un service sans transbordement sur des lignes dont certaines sections peuvent être parcourues en chemin de fer. C'est le cas, par exemple, de la ligne 304 c; Immendingen - Waldschut. Cette ligne d'une soixantaine de kilomètres de long possède une section infranchissable par rail, les tunnels étant en trop mauvais état. A Blumberg-Zoll-

haus, le car quitte donc la voie pour passer par les villages environnants à la vitesse et le confort que lui permet une route sinueuse, accidentée et relativement étroite. Il reprend alors, à Weizen, les bogies qui lui sont destinés et continue sa route à une vitesse de l'ordre de 75 à 80 km/h.

Une fois de plus, les D.B. peuvent ici être félicités pour les efforts qu'ils font afin de favoriser le transport des personnes et des choses sur leur territoire national.

T O U S L E S
E S C A L I E R S R O U L A N T S
de la Jonction Nord-Midi
S O N T D E M A R Q U E

JASPAR

A S C E N S E U R S
M O N T E - P L A T S
M O N T E - C H A R G E

Commande
ELECTRO - PNEUMATIQUE

pour portes de voitures de
chemin de fer - trolleybus
- autobus - etc.

MACHINES A FRAISER

Usines et bureaux :
rue Jonfosse 2 - 4 - 20, LIEGE



Escaliers-roulants - Gare du Midi.



TRAMWAYS

TYPES SPÉCIAUX DE TRAMWAYS 1. : ÉLÉMENTS ARTICULÉS

par L. CLESSENS

LES trams articulés, montés sur bogies ou sur trucks à 2 essieux, constituent des types spéciaux circulant dans certaines villes étrangères, mais jusqu'à présent totalement inconnus en Belgique. Ceci paraîtra assez paradoxal car, dès avant 1900 les Belges ont construit et exporté un grand nombre de tramways de tous types !!

Certes, la disposition articulée n'est pas chose toute neuve, en fait de construction de tramways, puisque déjà en 1920, des convois articulés furent mis en service, d'abord, dans les villes américaines, et ensuite, dans quelques villes européennes. Mais, jusqu'à ces derniers temps, à l'exception de plusieurs exploitations italiennes et aussi de Calcutta (où il y a 254 trams articulés sur un total de 459 voitures) ce type de tram se limita partout ailleurs à quelques unités prototypes. Cet insuccès était dû à l'utilisation d'un seul receveur ambulant et à la libre circulation des passagers. Dans ces conditions un tram articulé était trop long pour être convenablement desservi et surveillé par un seul receveur... et cependant, il n'offrait pas encore suffisamment de places, pour justifier la présence de deux receveurs !

Plus récemment, avec l'adoption du receveur assis et du sens dirigé des passagers, on a pu sensiblement augmenter le nombre de places par voiture, sans toutefois surcharger le travail de ce receveur, ni nuire à la surveillance des issues. C'est pourquoi, depuis peu, on note que diverses exploitations ont fait, ou vont faire construire des séries de voitures

articulées, soit entièrement neuves, soit provenant de la transformation d'éléments existants.

Ce regain de faveur pour les trams articulés a plusieurs raisons :

1° La nécessité d'augmenter la capacité des voitures.

2° La limitation de la longueur rigide des véhicules.

3° La modernisation du matériel roulant.

4° La réduction des frais d'exploitation et d'entretien.

1. LA NECESSITE D'AUGMENTER LA CAPACITE DES VOITURES

Partout, les exploitants s'ingénient à augmenter la capacité de leurs voitures en vue de réduire le nombre d'unités en ligne, et, en même temps, pour limiter l'effectif d'un personnel roulant, dont les salaires ont augmenté suivant un coefficient bien supérieur à celui appliqué aux tarifs !

Sans augmenter la longueur d'un tram, le fait d'avoir assis le receveur a déjà permis un plus grand nombre de voyageurs debout occupant tout le couloir forcément tenu libre auparavant.

2. LA LIMITATION DE LA LONGUEUR RIGIDE DES VEHICULES

Dans le but d'accroître la capacité, on ne peut sans cesse augmenter la longueur des caisses des véhicules, même s'ils sont sur rails. Actuellement, les trams urbains modernes de près de 14 m. de long ont des « fauchages » ou déportements, très

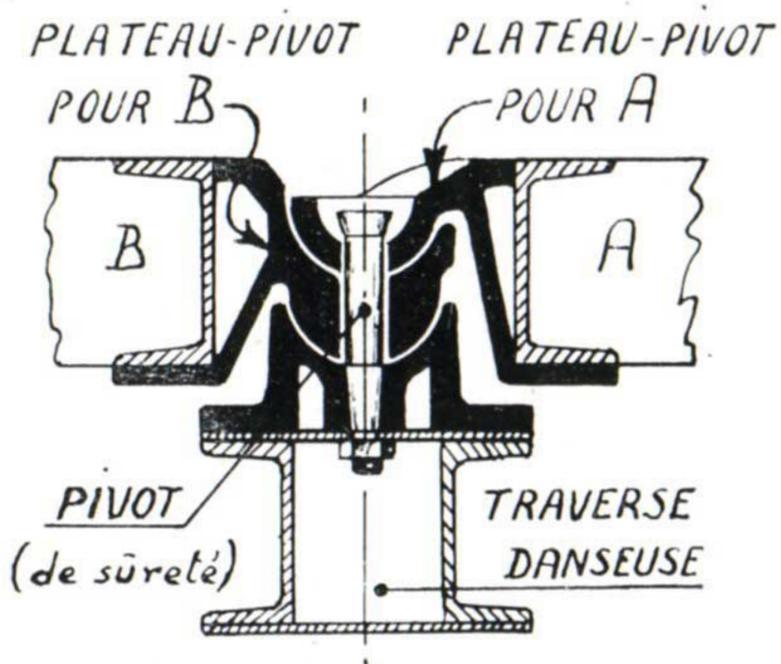


Figure 1 : articulation à un seul plateau.
(dessin de l'auteur)

importants, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des courbes. Ceci n'est pas sans danger pour les piétons et les véhicules circulant ou stationnant à proximité de ces courbes. Si l'on voulait construire des caisses encore plus longues, il faudrait bien leur donner des extrémités aussi effilées que... des avants de bateaux, ce qui diminuerait leur capacité ! D'autre part, en écartant davantage les bogies, on augmente aussi le déportement du milieu de la caisse à l'intérieur des courbes.

Avec les trams articulés, la longueur totale varie de 19 à 25 mètres, mais précisément grâce à l'articulation, cette longueur ne reste pas une ligne droite rigide dans les courbes. On peut dire que les deux caisses constitutives d'un convoi articulé se comportent, en courbe, à peu près, comme des caisses semblables d'un convoi accouplé (motrice + remorque). Ainsi p. ex., les déportements en courbe d'un convoi articulé de 20 m. de long sont sensiblement les mêmes que

ceux d'un convoi accouplé formé de deux voitures ayant 10 m. de long chacune.

3. LA MODERNISATION DU MATERIEL ROULANT

Il n'est pas rare de voir de grandes exploitations posséder un nombre important de puissantes motrices à 2 essieux, encore en excellent état, mais dont la capacité en voyageurs est à présent jugée trop limitée. Vouloir d'emblée mettre ce matériel à la mitraille, et le remplacer par des unités modernes à bogies, serait un coûteux gaspillage qu'on ne pourrait d'ailleurs se permettre ! Aussi voit-on de plus en plus, de telles exploitations se tourner vers la transformation en convois articulés, de leurs unités à 2 essieux encore en bon état.

Plusieurs exploitants italiens agissent de la sorte depuis 1932. Ainsi, les Tramways de Rome, de Milan, de Turin, de Gênes et de Bologne, ont respectivement 46, 58, 42, 123 et 8 convois articulés provenant de l'assemblage de voitures à 2 essieux.

Citons aussi en Allemagne, Leipzig, Bochum et Berlin.

De même, à Hambourg, Dortmund, Brême et Cassel, il vient d'être décidé de moderniser par ce moyen, un certain nombre d'unités existantes à 2 essieux. Evidemment, ceci ne signifie pas que ces exploitations ne font pas construire, en même temps, des unités modernes à bogies. Le fait est que la transformation en question a lieu très fréquemment, dans les ateliers même de l'exploitant.

4. LA REDUCTION DES FRAIS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

Pour les trams articulés, la réduction des frais d'exploitation résulte surtout du

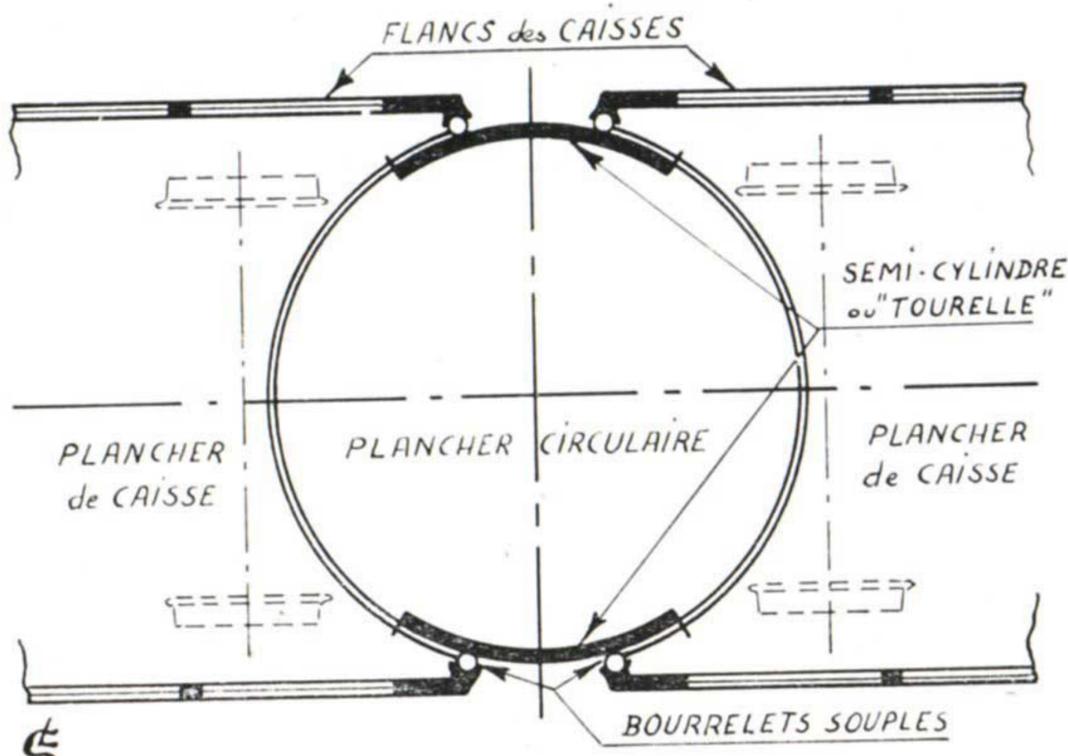
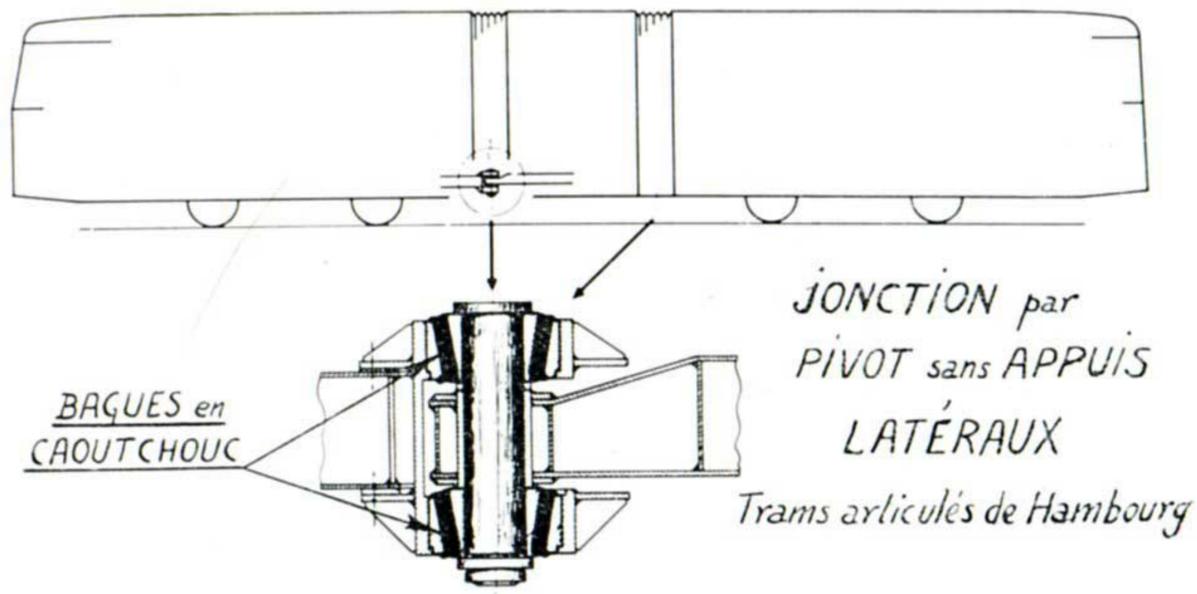


Figure 2 : Vue en plan d'une tourelle d'articulation

(dessin de l'auteur)

Figure 3.



convoi articulé tenant lieu d'une motrice et d'une remorque accouplées, où il en faut toujours deux. Dans les villes italiennes, par exemple, les convois articulés urbains, prenant jusqu'à 160 passagers, n'ont qu'un seul receveur. Ceci est rendu possible par l'adoption combinée, du receveur assis, du sens dirigé des passagers et du tarif unique.

Les frais d'entretien des convois articulés sont moindres que ceux des convois accouplés pour les raisons suivantes : a) suppression du buttoir, barres de traction et crochets entre voitures; b) simplification des raccordements des conduites à air comprimé entre caisses, et suppression de leurs têtes d'accouplement toujours sujettes à fuites d'air; c) simplification similaire des diverses connexions électriques (lumière, signal, chauffage, etc.) existant entre caisses; d) suppression des deux paravants contigus, côté jonction. Cette dernière économie est

en partie compensée, il est vrai, par l'entretien du soufflet unissant les éléments d'un convoi articulé.

Il est évident que plus on supprime des dispositifs et organes sujets à usure ou à avaries, plus aussi on réduit les frais d'entretien en résultant !

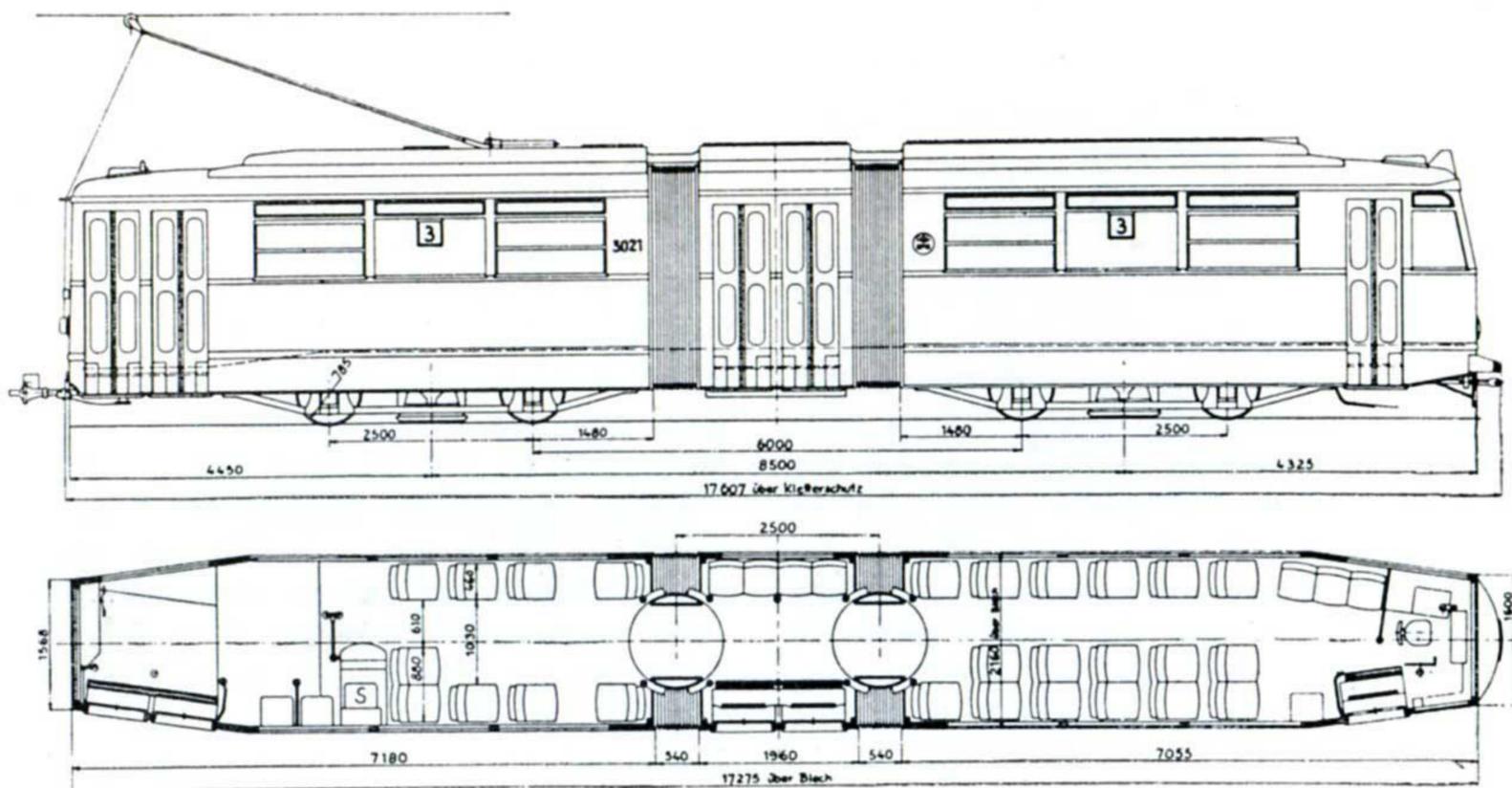
En ce qui concerne la construction proprement dite des trams articulés, on distingue deux types : les articulés sur bogies, et les articulés sur quatre essieux.

LES TRAMS ARTICULES SUR BOGIES

Ils sont constitués de deux caisses semblables reposant sur trois bogies. Les extrémités contiguës de ces caisses portent sur le bogie central. Il y a normalement 4 moteurs, montés par paires dans les bogies extrêmes.

Généralement, la traverse danseuse du bogie central comporte un seul plateau-pivot (ou crapaudine) qui reçoit les pla-

Figure 4 : Schéma de la motrice articulée de Hambourg



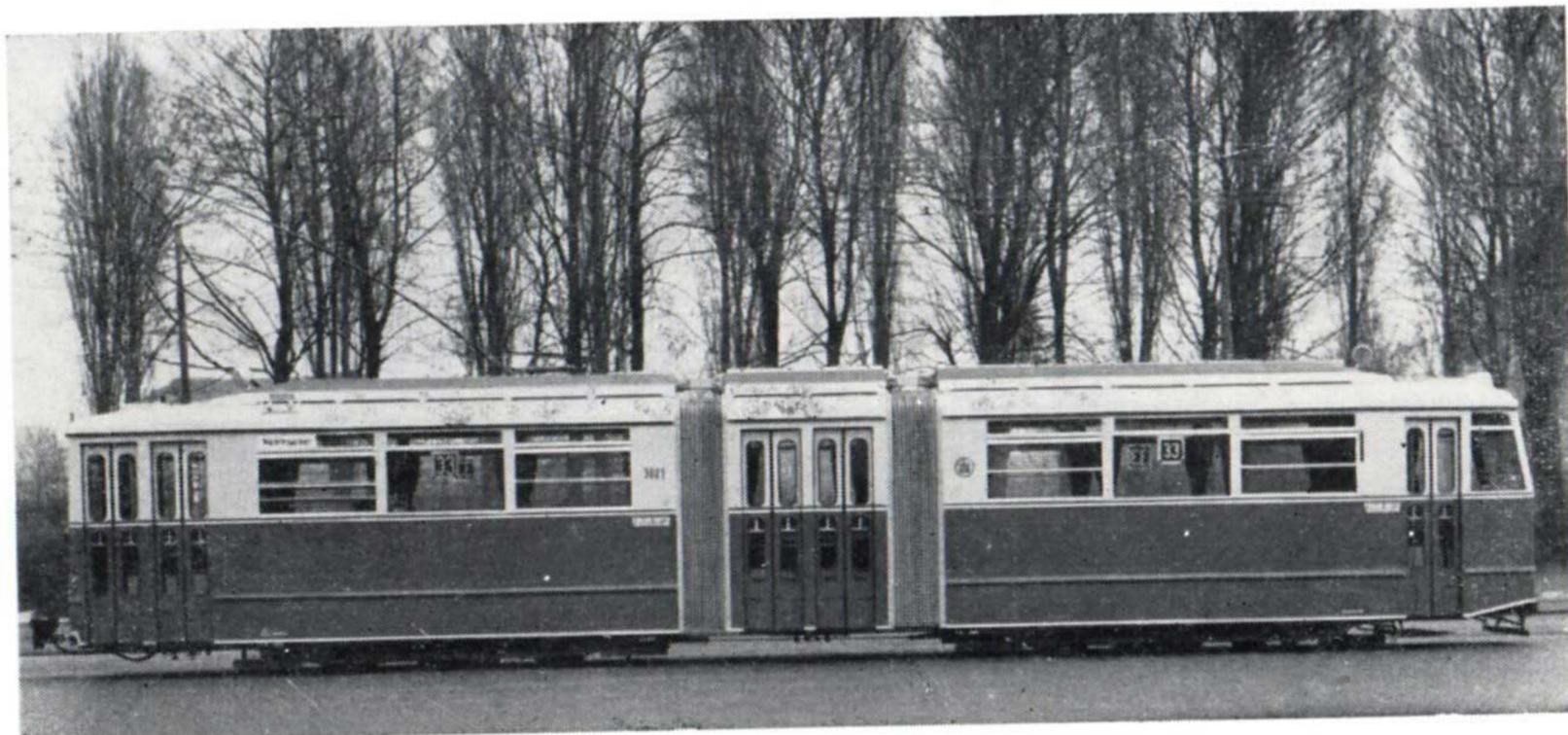


Figure 5 : Motrice articulée de Hambourg — on remarquera la ligne élégante de cette astucieuse transformation. (Photo Hamburger Hochbahn)

teaux-pivots superposés de chacune des caisses (voir fig. 1). La continuité des planchers au dessus de l'articulation est assurée par un plancher circulaire, dont le pourtour s'engage dans une rainure ménagée en bout des planchers des caisses. Dans les courbes, ce plancher circulaire reçoit son mouvement tournant, d'un ensemble de leviers le reliant aux caisses. Si ce plancher était directement commandé par le bogie central, sur lequel il se trouve, son mouvement tournant serait trop rapide, aux entrées et sorties de courbes, ce qui incommoderait les passagers se trouvant là !

Les caisses sont réunies, soit par un soufflet, soit plus souvent par des semi-

cylindres formant une sorte de tourelle. Dans ce second cas, le contour d'extrémité (flancs et toit) de chaque caisse est pourvu d'un bourrelet souple appuyant sur les faces extérieures de la « tourelle » (voir fig. 2) pour assurer l'étanchéité à l'air et à l'eau. La dite tourelle est fixée au plancher circulaire.

Les nombreux trams articulés sur trois bogies sont presque toujours des constructions entièrement neuves. Dans quelques cas seulement, comme à Marseille, il s'agit de l'assemblage de deux motrices à bogies existantes.

Le tableau annexé donne les principales caractéristiques de quelques trams articulés intéressants, montés sur 3 bogies.

LES TRAMS ARTICULES SUR 4 (OU 3) ESSIEUX

Ce type de tram articulé est généralement le résultat de la transformation de motrices et de remorques de même style, ou de deux motrices de même série. Le principe de cette transformation est assez simple : Partant d'un convoi formé d'une motrice et d'une remorque (ou de deux motrices) accouplées, on commence par amputer carrément les plates-formes contiguës, soit donc la plate-forme AR de la 1ère voiture, et celle d'AV de la seconde. Dans le vide ainsi obtenu, on installe un petit compartiment amovible pré-fabriqués servant de trait d'union et prenant appui sur chacune des caisses. L'articulation entre ce compartiment et les caisses est réalisée, soit par un simple pivot à grande portée verticale (voir

fig. 3), soit par plateau-pivot et appuis latéraux glissants, tels qu'ils sont disposés sur la traverse danseuse d'un bogie.

On termine par l'agencement approprié des planchers et par le placement de 2 courts soufflets entre le compartiment central et les caisses. Les cloisons de séparation existant éventuellement étant aussi enlevées, le convoi entier se présente comme un seul et vaste compartiment.

Enfin, on profite généralement de ces transformations pour donner un aspect plus moderne aux caisses, sinon aux paravents seulement (voir fig. 4 et 5.). Jusqu'à présent, on trouve de tels convois articulés à : Berlin, Dresde, Hambourg, Dortmund, Cassel, Amsterdam, Rome, Milan, Turin, Gênes, Bologne et Alger. Dans

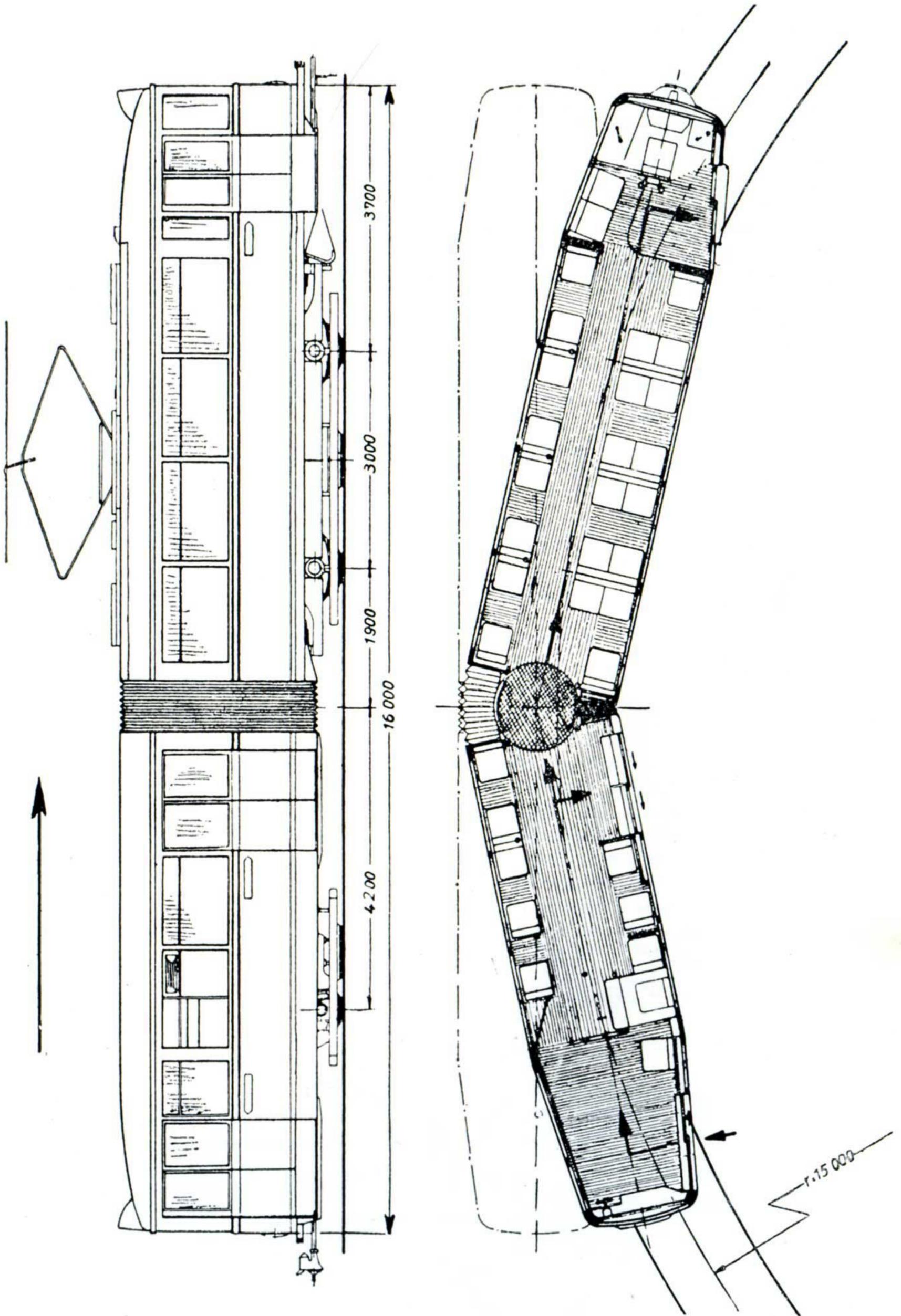


Figure 6 : Tramway articulé de Brême

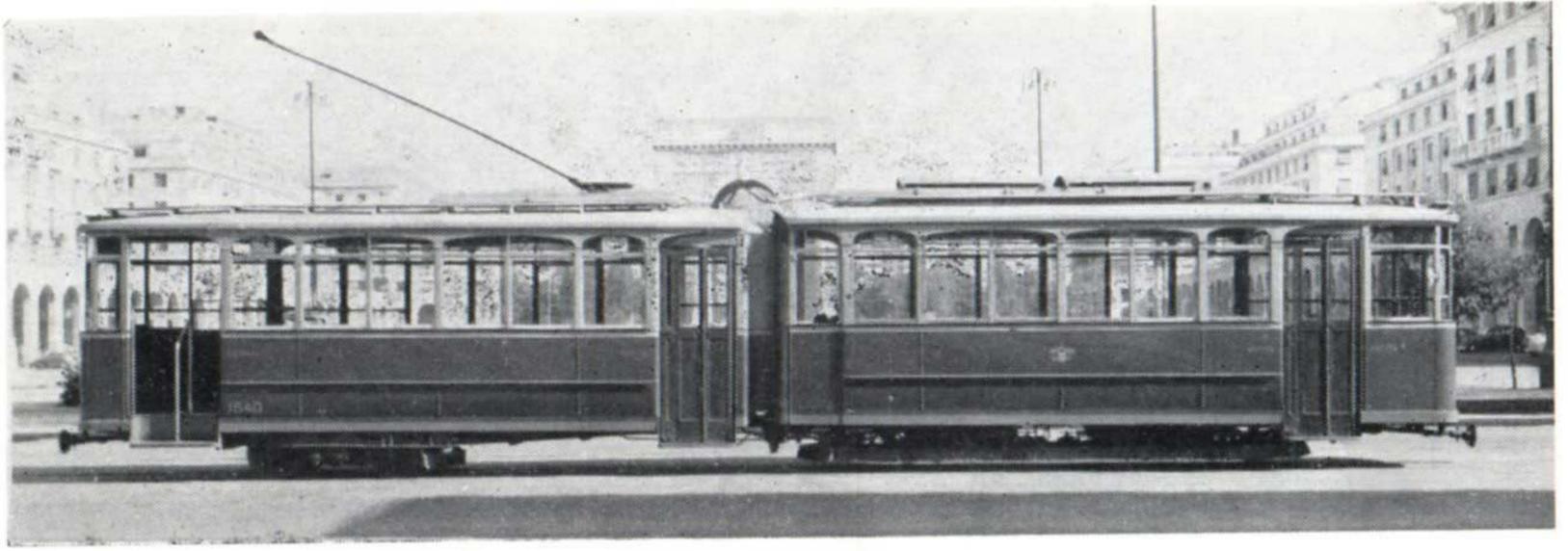


Fig. 7. — Tramway articulé de Gênes. — 93 exemplaires construits entre 1948 et 1955. (Photo U.I.T.E.)

cette dernière ville, il s'agit de 26 convois entièrement neufs construits par la Sté Franco-Belge de Matériel de Chemin de Fer, à Raismes. On notera que toutes les villes citées ont chacune plus de 300.000 habitants, ce qui fait supposer un trafic dense de passagers, et justifie donc l'emploi de semblables convois indivisibles sur certaines lignes.

La raison d'être du compartiment central, inexistant sur les articulés à 3 bogies, est nécessitée par l'important porte-à-faux existant encore entre l'extrémité amputée de chaque caisse et l'essieu le plus proche. Si l'on se limitait à juxtaposer simplement les caisses amputées, les déplacements relatifs aux entrées et sorties de courbes ne permettraient pas une jonction par simples pivots. De plus, même avec un autre mode de jonction, les écarts

entre caisses, à ces endroits, empêcheraient la bonne utilisation d'un unique soufflet.

Cependant, entre 1948 et 1950, les Tramways de Gênes, et, au début de 1955, les Tramways de Brême, ont réalisé des convois articulés sans compartiment central. Là, chaque convoi est formé d'une motrice ordinaire à 2 essieux dont la plate-forme AR a été amputée. Une demi-caisse reposant sur un seul essieu, vient prendre appui et articulation sur la traverse arrière de cette motrice (voir fig. 7). Puisqu'il s'agit de convois à poste unique de conduite, tout se passe très bien, à la façon d'un tracteur routier tirant une semi-remorque à un essieu. En plus de ces convois à 3 essieux, les Tramways de Gênes ont construit, entre 1949 et 1955, 93 autres articulés basés sur le

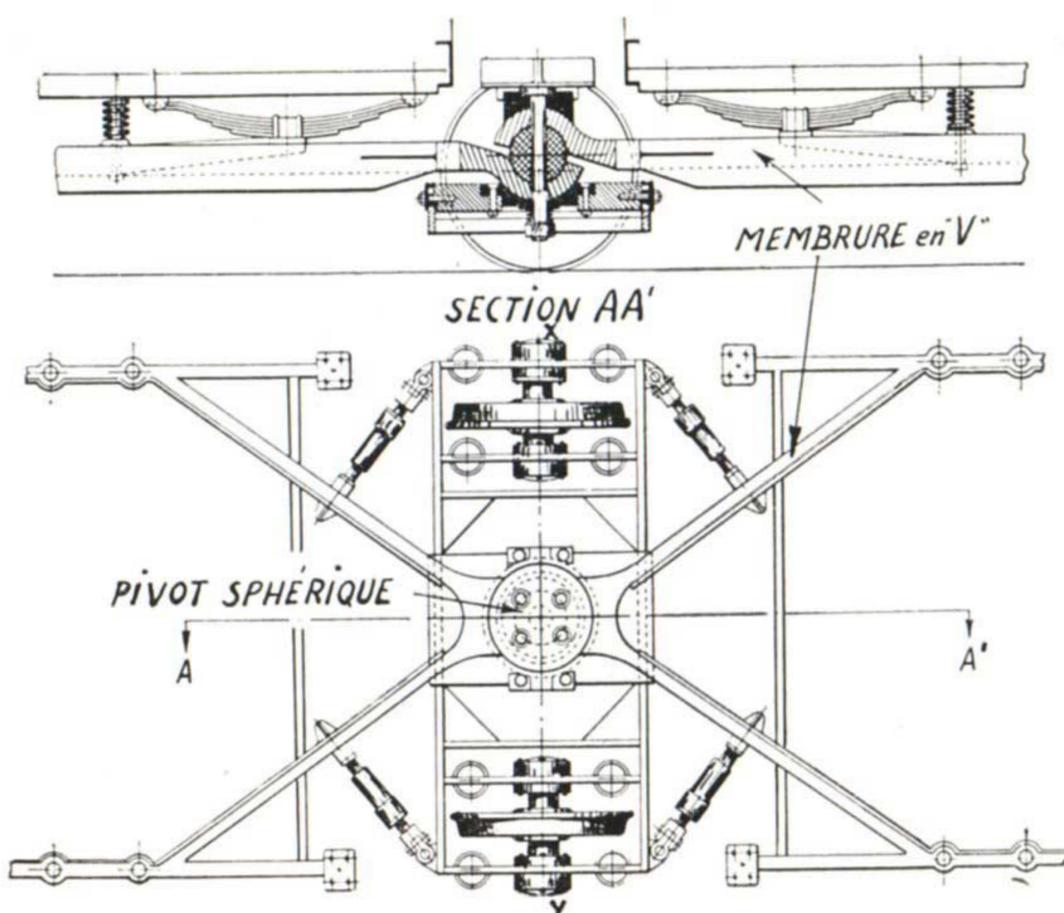
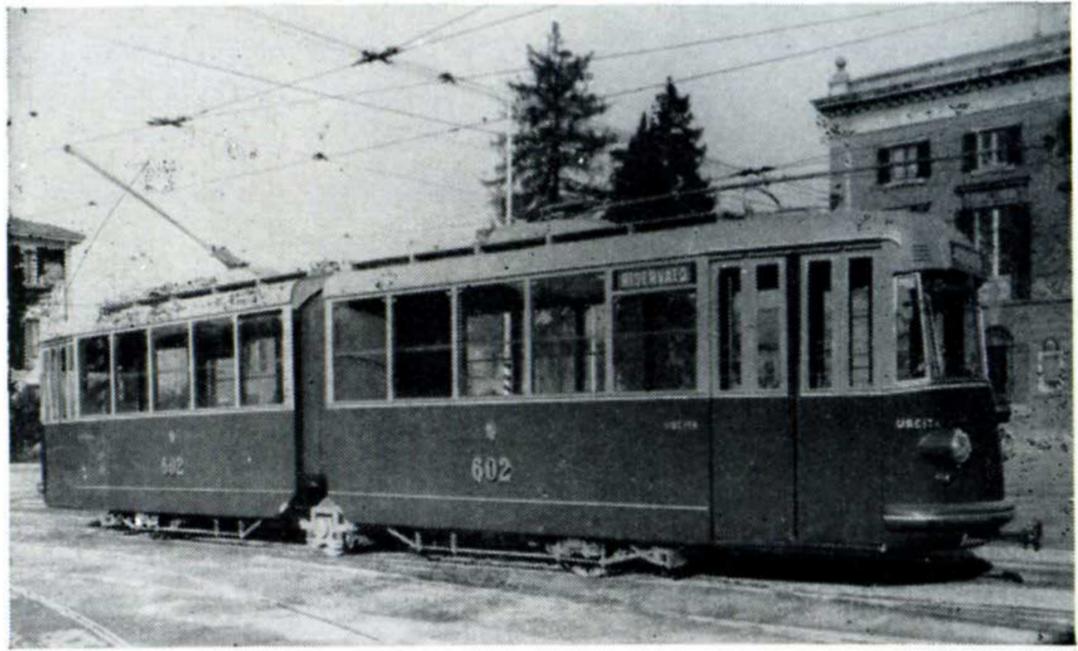


Figure 9 : Détail de l'articulation des rames articulées des Tramways de Bologne

Figure 8 : Rame articulée sur 3 essieux des Tramways de Bologne (Italie)



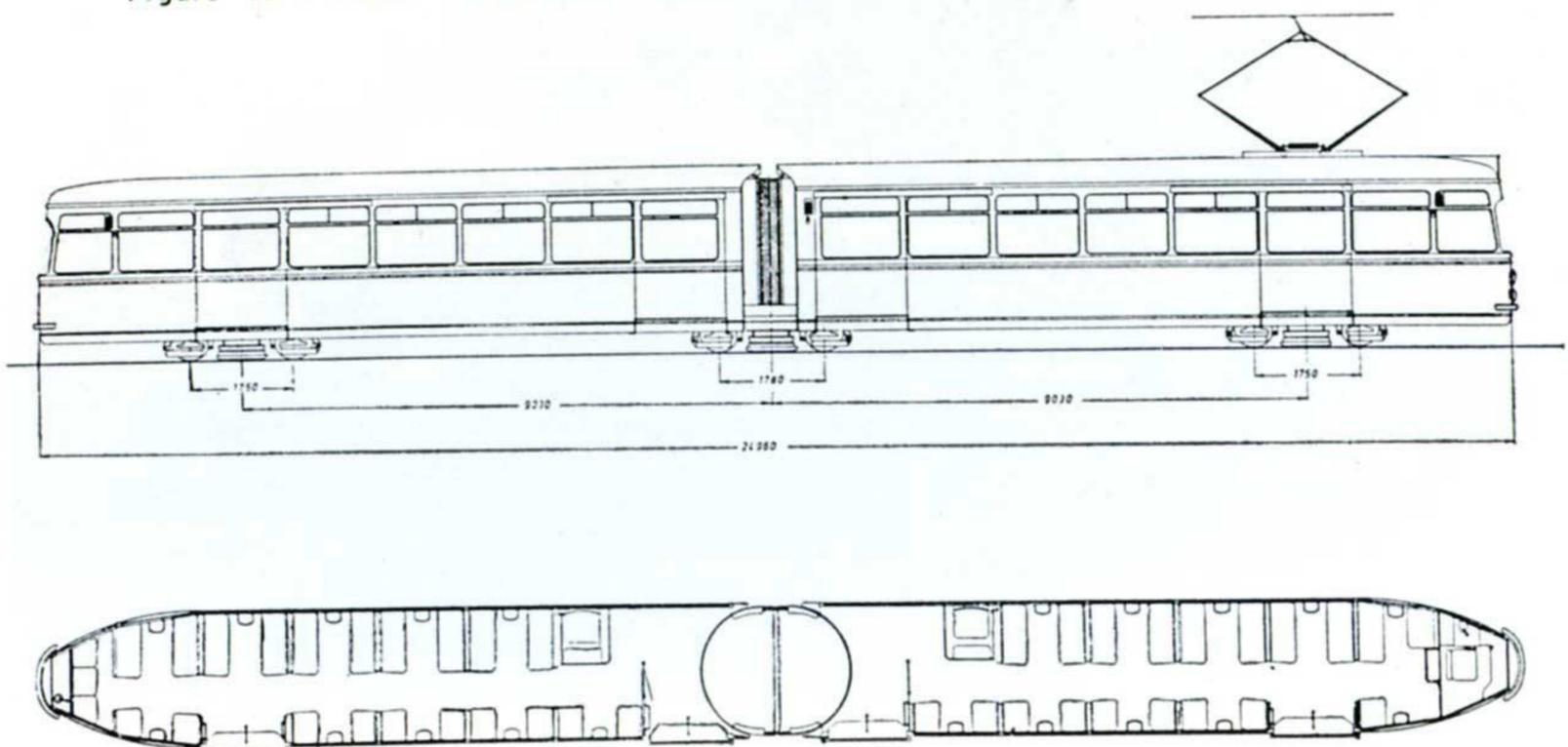
même principe, mais dont l'essieu unique sous la semi-remorque est remplacé par un petit bogie (voir fig. 7).

Tout aussi remarquables sont les convois articulés, également sans compartiment central, que sont en train de construire les Tramways de Bologne (voir fig. 8). Cette fois, il s'agit de l'assemblage de deux motrices à 2 essieux, montées sur truck Brill, type 1910, de 2 m 75 d'empattement. Après amputation des plates-formes contiguës des motrices accouplées, voici la curieuse méthode utilisée pour obtenir l'articulation : d'abord, à chacun des trucks, l'essieu côté jonction est définitivement enlevé. Toujours du même côté, les longerons de truck sont ensuite allongés par une membrure en forme de « V ». Ces prolongements viennent prendre appui commun sur un pivot sphérique porté au centre d'un bissel construit à cette fin (voir fig. 9). Chaque angle de ce bissel est relié à la membrure en V, proche, par un tirant

spécial à ressort. Le rôle de ces tirants est double : 1) en ligne droite, maintenir le bissel central en position correcte, et 2) dans les courbes, donner à ce bissel, le pivotement voulu, c'est-à-dire, de telle sorte que son axe XY coïncide toujours avec la bissectrice de l'angle formé par les essieux extrêmes entre eux. Puisque l'articulation des deux caisses se fait sur une même verticale passant par le pivot sphérique, il ne faut pas de compartiment central trait-d'union. L'articulation entre caisses est semblable à celle d'un convoi articulé sur 3 bogies, et il suffit donc d'un soufflet ou d'une « tourelle ». En ce qui concerne la suspension entre caisse et truck, on notera qu'elle est restée inchangée. Cette transformation est l'occasion de moderniser l'aspect et la disposition des caisses.

Les Tramways de Bologne font remarquer peu les angles d'attaque formés, dans les courbes, par les roues de ces convois articulés, sont inférieurs à ceux formés par les roues des motrices à 2

Figure 10 : Rame articulée en service sur le réseau de Stuttgart (Allemagne)



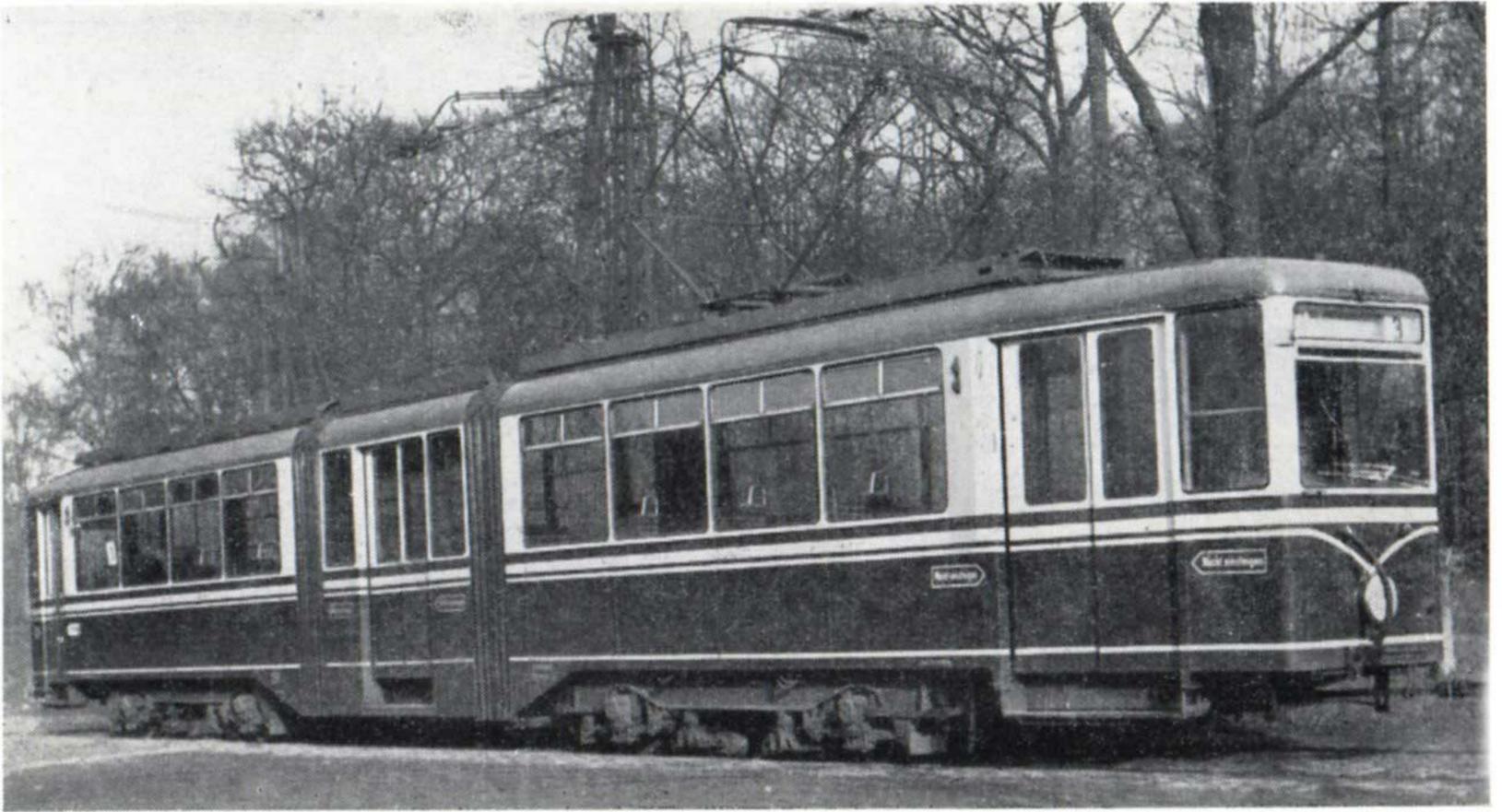


Figure 11 : Rame articulée de Dortmund - assemblage d'une motrice et d'une remorque du type AUFBAU. (Photo Dortmunder Stadtwerke)

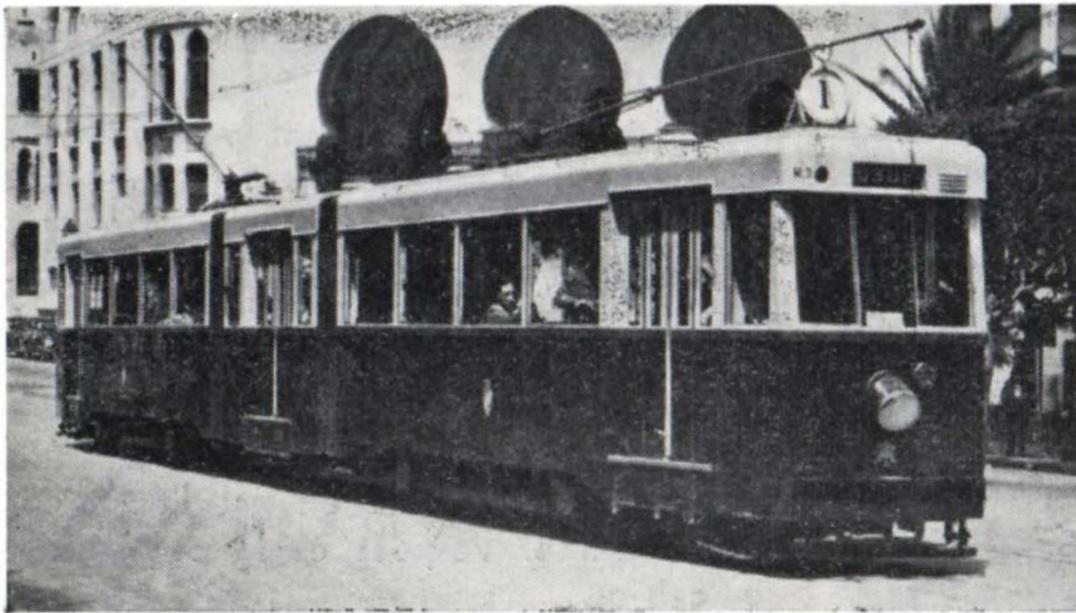
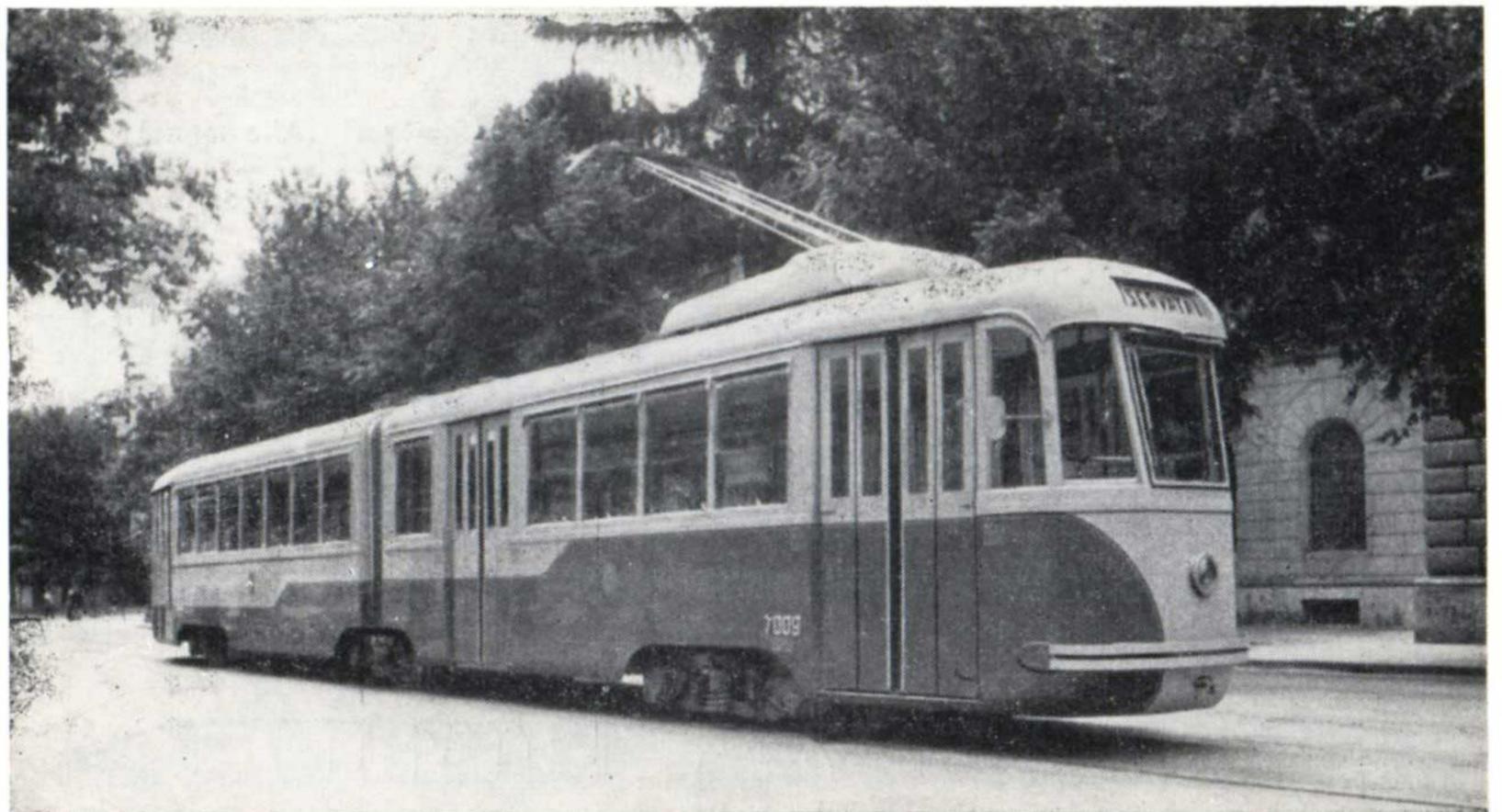


Figure 12 : Rame articulée des Tramways d'Alger.

(photo Eichacker)

Figure 13 : Et voici la motrice type Stanga dont 50 exemplaires circulent à Rome. Une tranche de 25 exemplaires de ce type est prévue pour Bruxelles. (Photo A.T.A.C.)



Caractéristiques de quelques types intéressants de trams articulés

1) MONTES SUR TROIS BOGIES

Ville	Long. totale	Largeur	Tare	Nombre de moteurs	Nombre de passagers	Observations
Rome	20 m 37	2 m 40	25 t.	4	150	50 convois
Milan	19 m 78	2 m 39	24 t.	4	175	1948
Marseille	20 m 61	2 m	23 t.	2	160	
Calcutta	17 m 02	2 m 50	19 t.	4	non ind.	254 convois
Stuttgart	24 m 96	2 m 20	25 t.	4	220	1954
Rotterdam	19 m 50	2 m 30	20 t.	4	197	en commande

2) MONTES SUR QUATRE ESSIEUX (avec compartiment central amovible)

Ville	Type	Long. totale	Largeur	Tare	Nombre de moteurs	Nombre de passagers	Observations
Rome	M-R	19 m 80	2 m 32	22 t. 2	2	160	46 convois
Milan	R-R	19 m 05	2 m 15	23 t. 5	4	160	8 convois
Milan	M-R	19 m 45	2 m 10	18 t. 7	4	160	50 convois
Turin	M-M	18 m 43	2 m 25	23 t.	2	140	42 convois
Alger	M-M	19 m 25	2 m	21 t. 6	4	125	26 convois
Hambourg	M-M	17 m 60	2 m 20	26 t.	4	116	31 convois
Dortmund	M-R	20 m 50	2 m 20	24 t. 6	2	126	7 convois
Cassel	M-R	19 m 65	2 m 20	21 t. 7	2	160	1 prototype 1954-1955
Berlin	M-M	23 m 59	2 m 20	27 t. 5	4	197	—

NB : type M-R signifie assemblage d'une Motrice et d'une remorque
 type M-M signifie assemblage de deux Motrices
 type R-R signifie assemblage de deux Remorques (Milan) équipées de moteurs

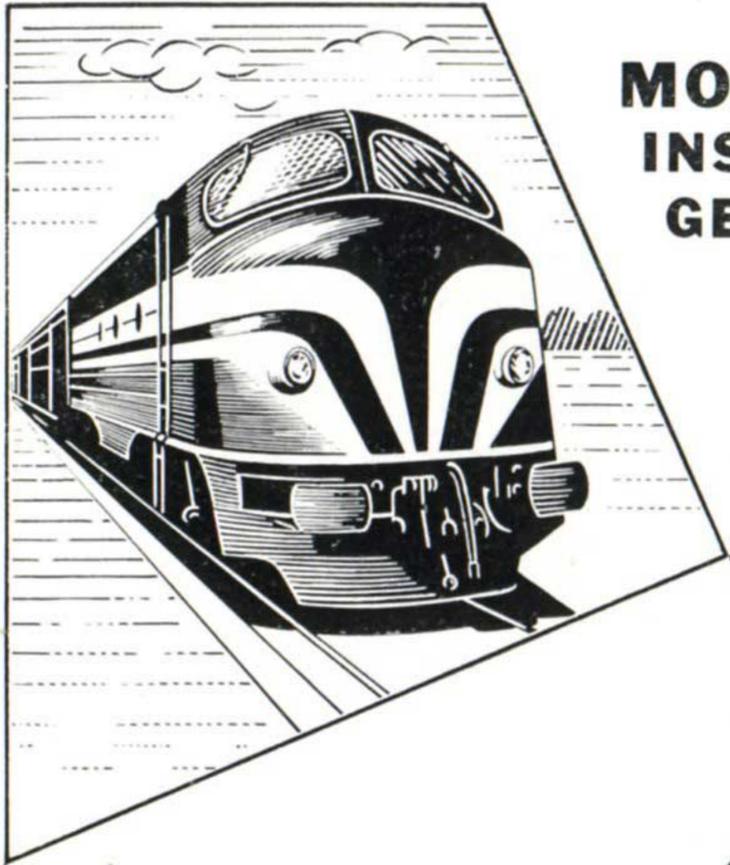
essieux de 2 m 75 d'empattement rigide, qui seront de base à cette transformation.

La partie inférieure du tableau indique les principales caractéristiques des plus récents trams articulés à 4 essieux.

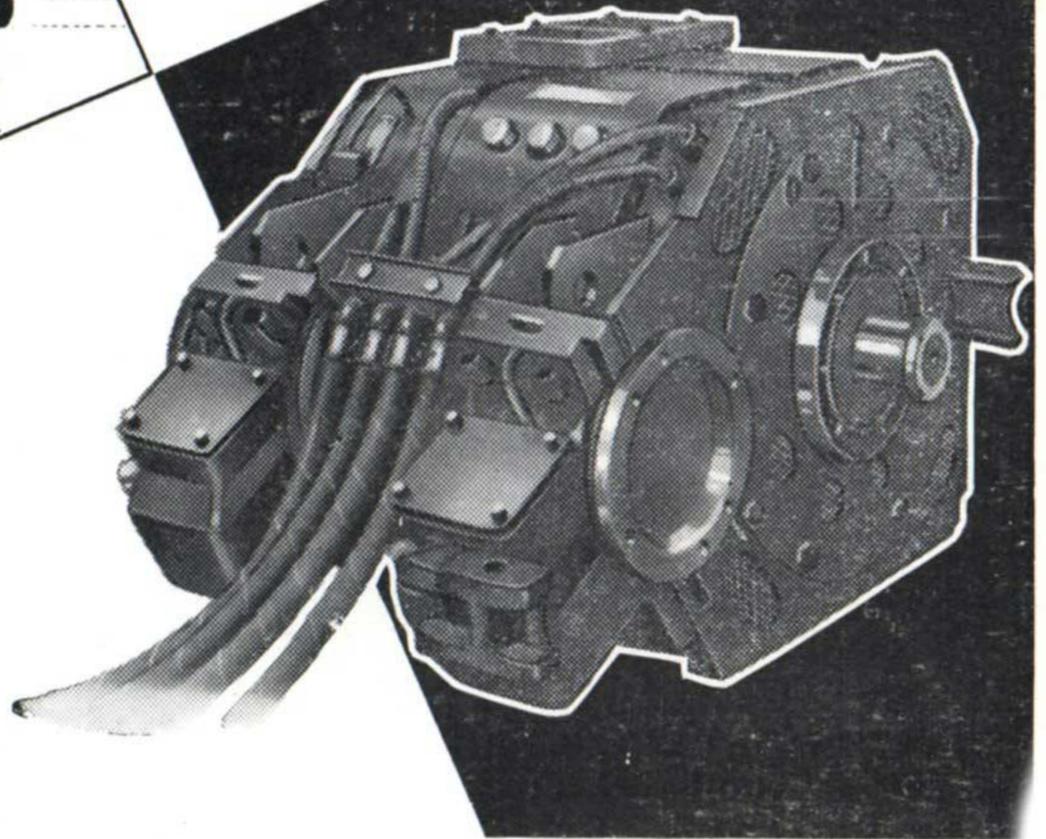
A quelque type qu'ils appartiennent, les trams articulés apparaissent comme une très élégante solution de l'augmentation de la capacité, grâce à laquelle les tramways urbains des grandes villes restent partout le mode de transport en commun au plus bas tarif.

Si les convois articulés sur trois bogies sont les plus modernes, l'assemblage de voitures à 2 essieux, en convois articulés sur 4 essieux est d'autre part le moyen le plus rapide et le plus économique d'obtenir cette augmentation de la capacité!

Les multiples et récentes transformations de cette espèce, réalisées par des Compagnies étrangères, inciteront probablement certains exploitants belges à tenter aussi des essais dans le même sens, ou à continuer ceux qui auraient été timidement tentés dans le passé.



**MOTEURS DE TRACTION
INSTALLATIONS
GENERATEURS**



SMIT
SLIKERVEER
PAYS-BAS

TOUS APPAREILS DE MESURE ET DE CONTROLE DE LA VITESSE
ET DU TEMPS

INDICATEURS — ENREGISTREURS DE VITESSE

TELOC

POUR LOCOMOTIVES, AUTOMOTRICES ET AUTORAILS

(FOURNISSEUR DE LA S. N. C. B.)

TACHYMETRES A DISTANCE

HASLER

HORLOGES ELECTRIQUES

FAVAG

Etablissements JACQUES CARLIER S. A.

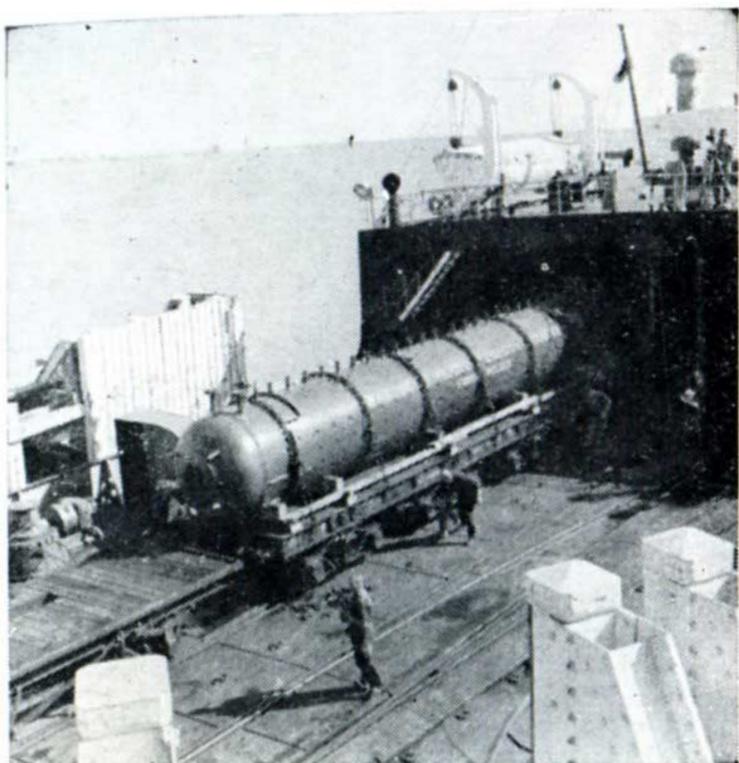
41, rue du Canada, BRUXELLES-FOREST.

Téléphone : 38.29.55 (3 lignes)

FERRY-BOATS

ZEEBRUGGE

HARWICH



SERVICE JOURNALIER :

Transports de marchandises en wagons directs sans transbordement entre toutes les gares du Continent et de Grande Bretagne.

L'EXPEDITEUR CHARGE
LE DESTINATAIRE DECHARGE
AUCUNE MANIPULATION
EN COURS DE ROUTE

Pour le transport de machines et de pièces lourdes, des wagons plats de grand tonnage pouvant aller jusque **125 tonnes** de charge peuvent être obtenus sur demande spéciale

CONDITIONS ET TARIFS :

SOCIETE BELGO-ANGLAISE DES FERRY-BOATS

21, RUE DE LOUVAIN
BRUXELLES

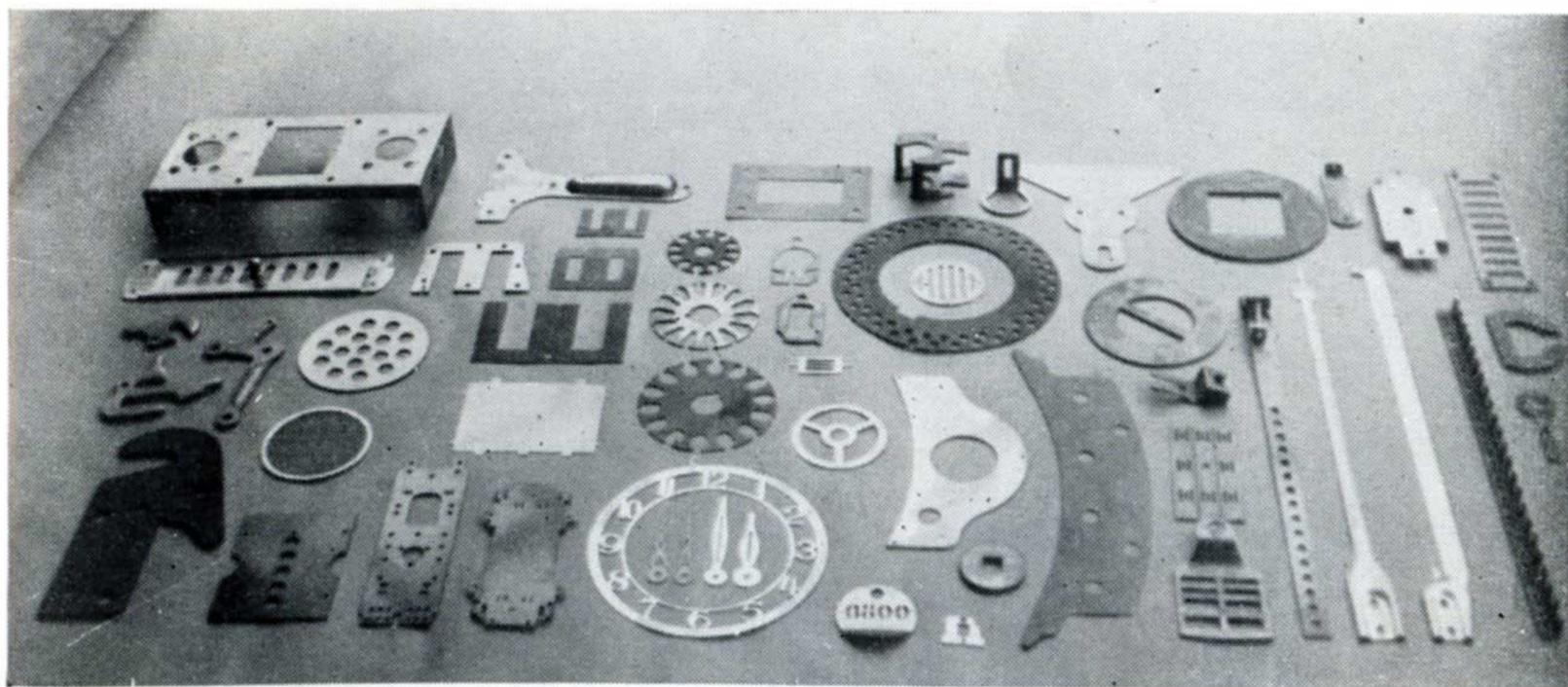
Tél. 12.15.14 et 12.55.13

Téleg. Ferryboat Bruxelles

SOCIETE ANONYME
ZEEBRUGGE

Tél. 540.21 à Zeebrugge

Téleg. Ferryboat Zeebrugge



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



Par tous les temps

TRAIN



AUTO

SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER BEL