

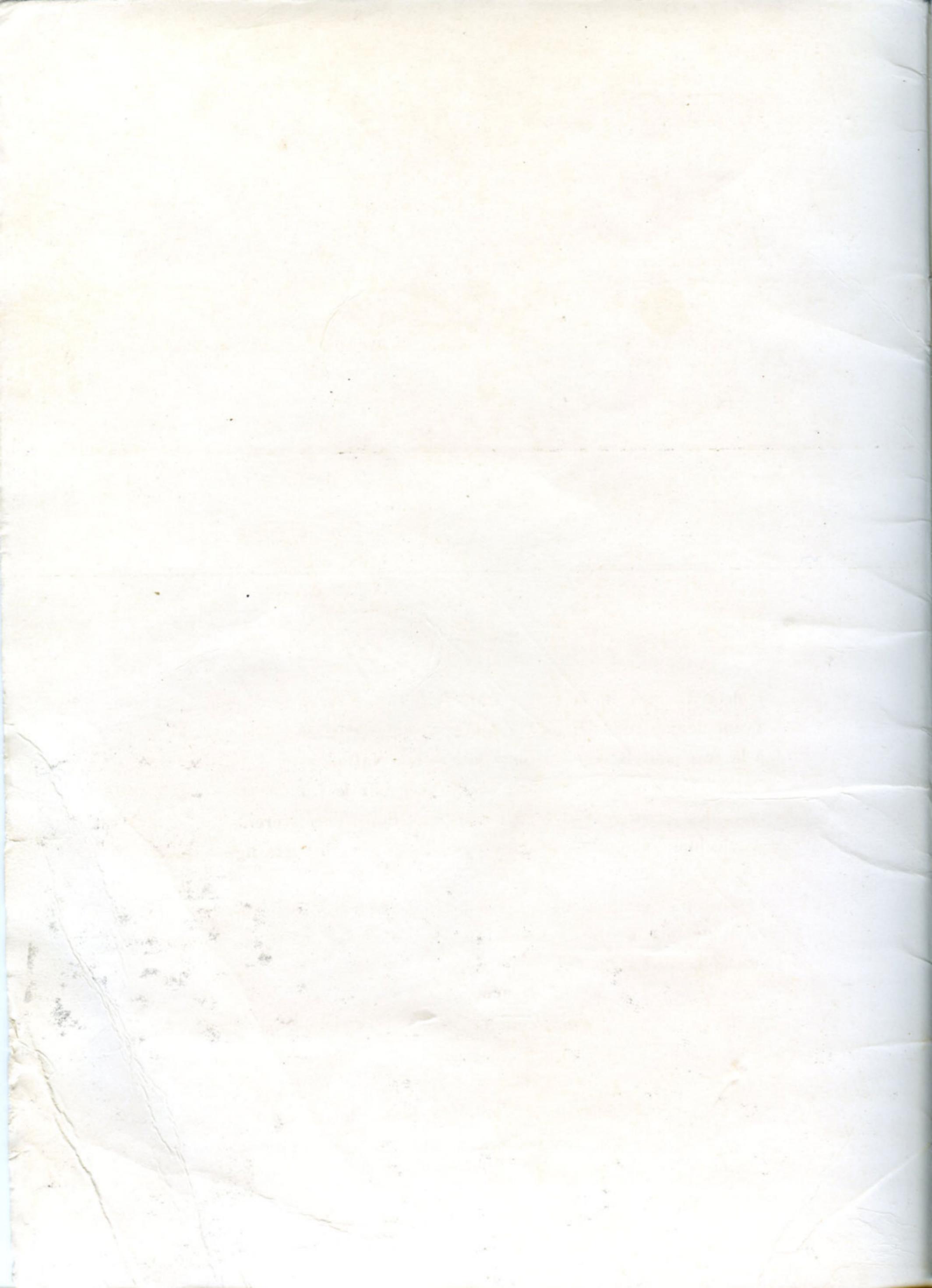
LA PARTICIPATION DES

ACEC

à l'électrification  
de la ligne

# BRUXELLES-CHARLEROI





# LA PARTICIPATION DES ACEC

à l'électrification  
de la ligne

BRUXELLES  
CHARLEROI

## INTRODUCTION

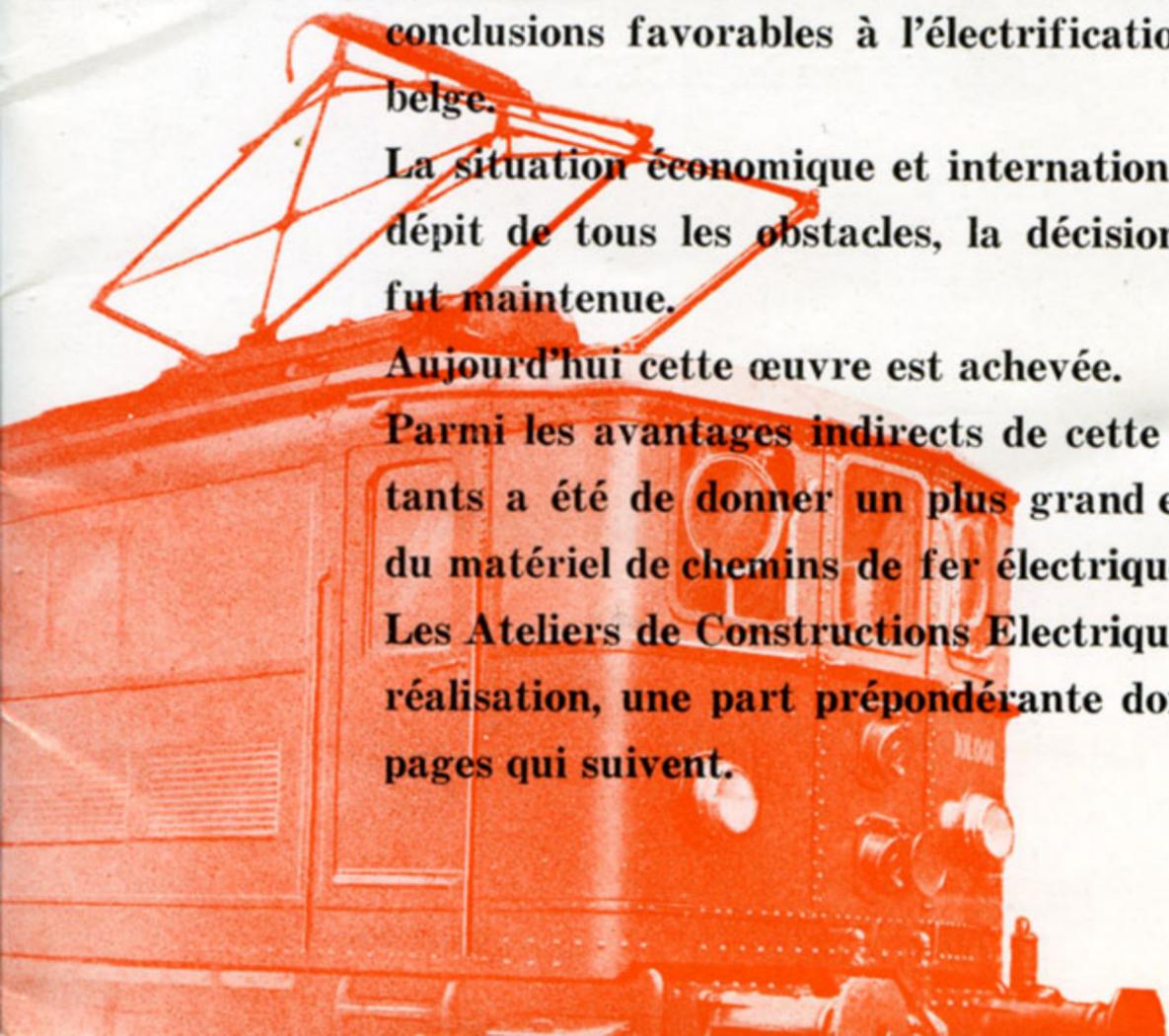
L'électrification de la voie rapide Bruxelles-Anvers réalisée depuis 1935 ayant démontré clairement l'intérêt de l'électrification des chemins de fer à la fois pour le pays et pour la Société Nationale des Chemins de Fer Belges, plusieurs commissions constituées par le Gouvernement s'occupèrent, dès avant la guerre, de cette question et arrivèrent toutes à des conclusions favorables à l'électrification de nombreuses lignes du réseau belge.

La situation économique et internationale freina les réalisations, mais en dépit de tous les obstacles, la décision d'électrifier Bruxelles-Charleroi fut maintenue.

Aujourd'hui cette œuvre est achevée.

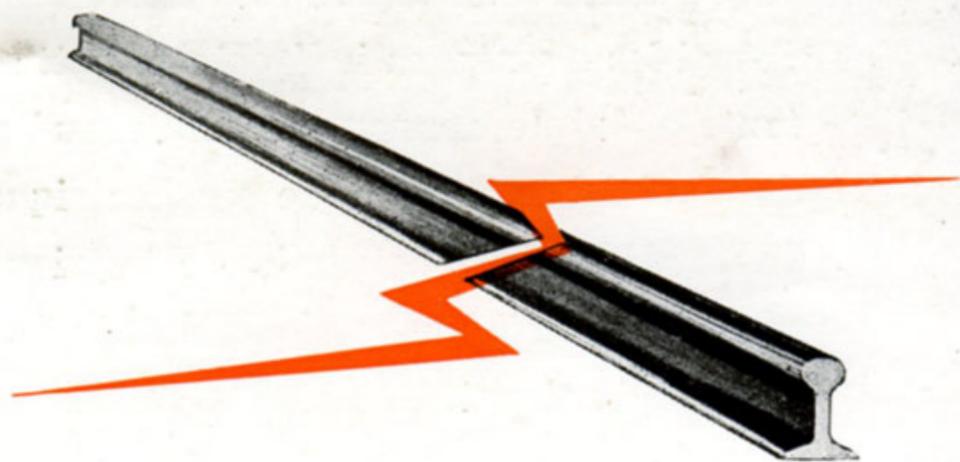
Parmi les avantages indirects de cette électrification, un des plus importants a été de donner un plus grand essor à la construction, en Belgique, du matériel de chemins de fer électrique.

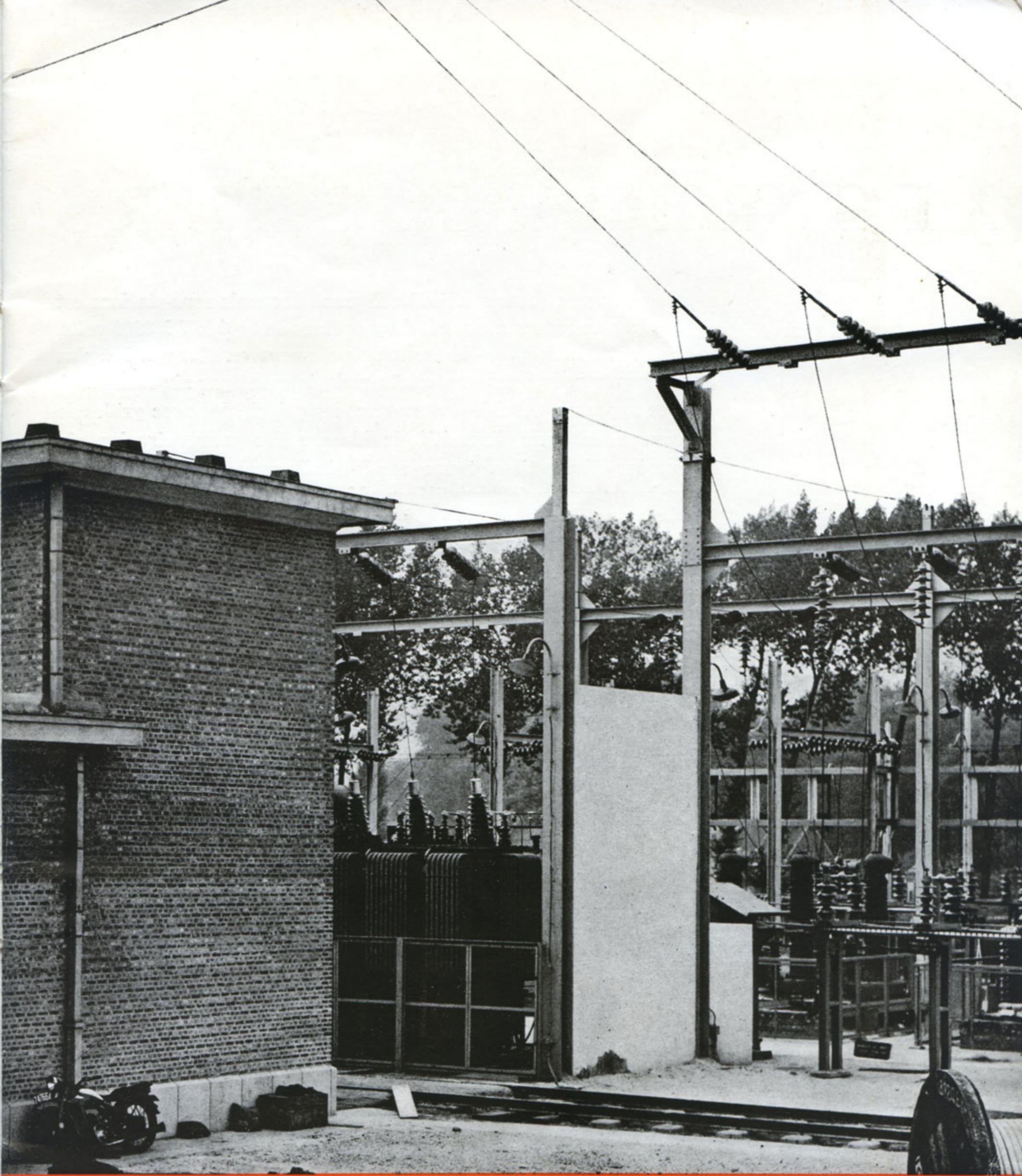
Les Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi prirent, dans cette réalisation, une part prépondérante dont on trouvera un aperçu dans les pages qui suivent.



# LES SOUS-STATIONS

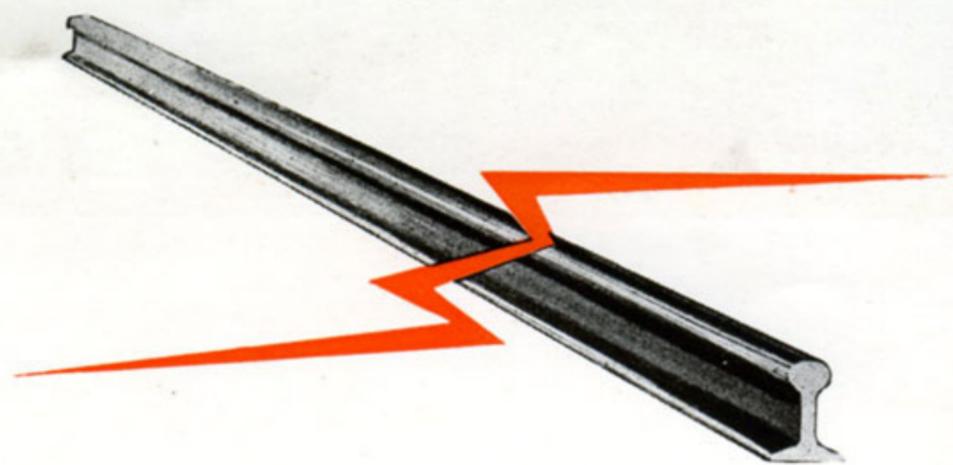
La ligne électrique du chemin de fer Bruxelles-Charleroi est alimentée en ses deux extrémités et en son milieu, par trois sous-stations. ◦ Elles reçoivent leur énergie en courant triphasé à 50 périodes : à Bruxelles à 30000 volts, à Baulers à 70000 volts et à Charleroi à 36000 volts. ◦ La puissance de chacune de ces sous-stations est de 6000 kW en deux groupes transformateurs-redresseurs de 3000 kW. ◦ Les deux sous-stations extrêmes sont complètement installées. La sous-station médiane, au contraire, ne comporte encore actuellement que le groupe de base, l'installation du groupe de réserve sera faite ultérieurement. ◦ Cette sous-station possédera un groupe de secours, monté sur wagons spéciaux et pouvant être transporté par le rail en un point quelconque de la ligne. ◦ Les redresseurs et tout leur appareillage sont disposés dans des bâtiments de la sous-station, tandis que les transformateurs sont placés à l'extérieur de celle-ci. ◦ Dans la sous-station de Baulers, à 70000 volts, le poste haute tension tout entier est du type extérieur. ◦ Nous décrirons brièvement les redresseurs, les transformateurs et les disjoncteurs qui ont été fournis par les ACEC.

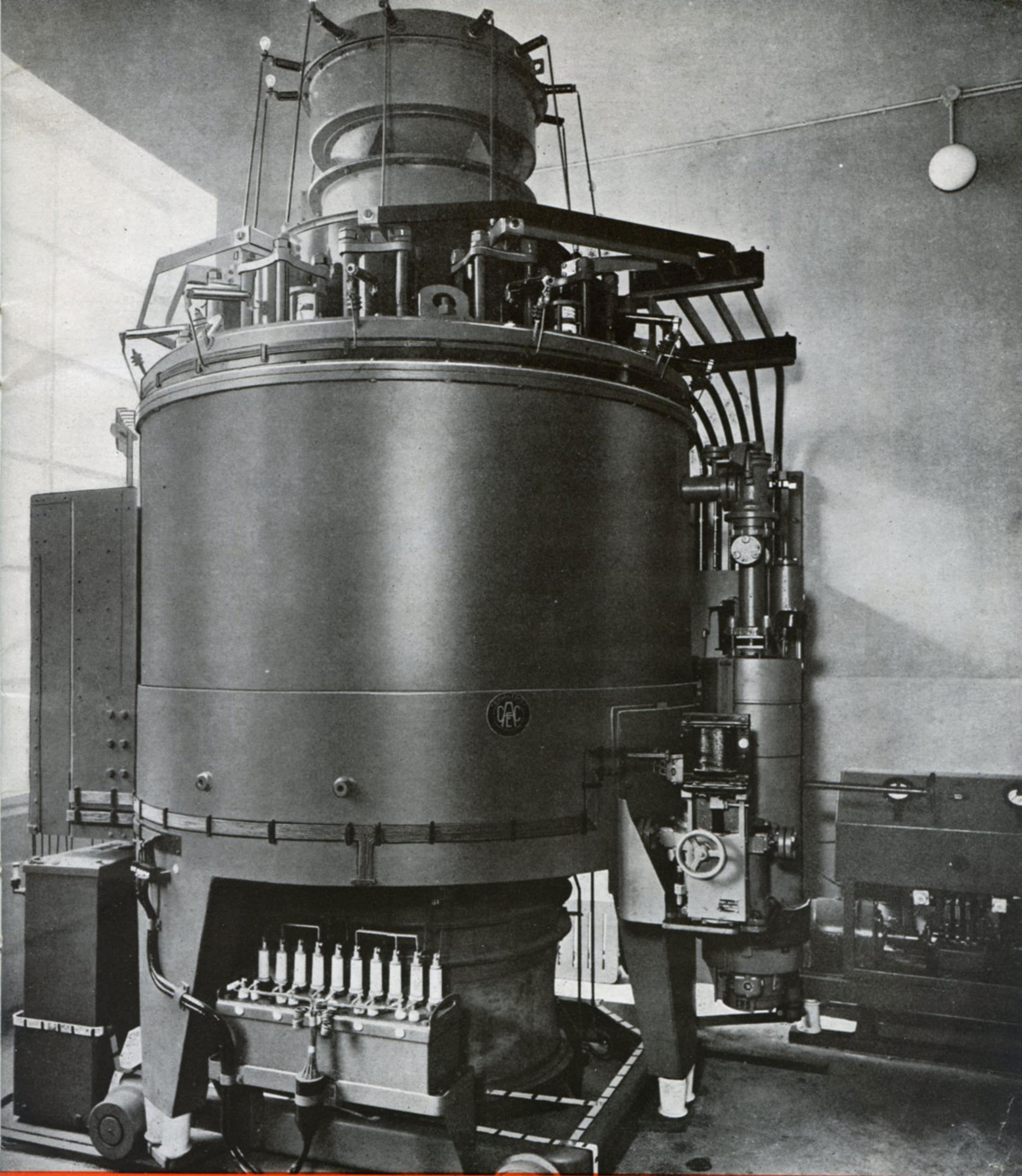




# LES REDRESSEURS

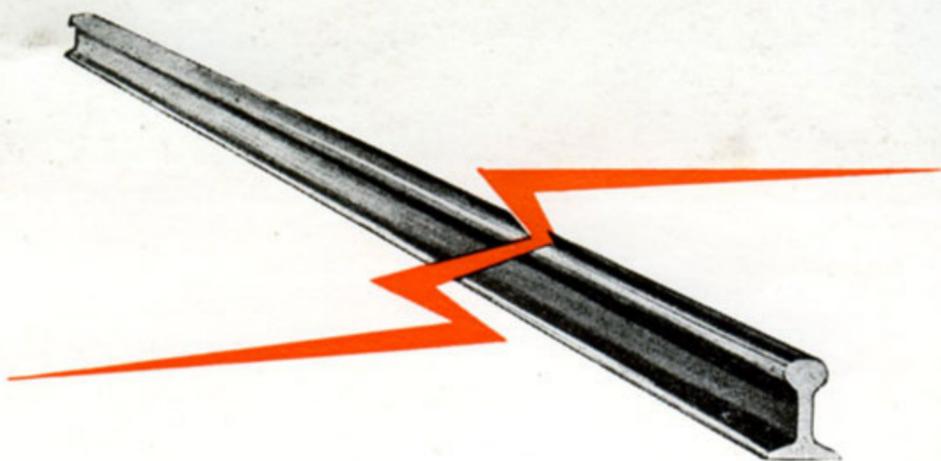
Comme nous l'avons déjà dit, chacune des trois sous-stations est équipée de redresseurs métalliques fixes de 3000 kW à 3300 volts, courant continu. ◦ Ils sont actuellement en Europe, les plus puissants redresseurs refroidis exclusivement par air soufflé. ◦ Ces appareils possèdent douze anodes principales avec grilles de commande pour dispositif de blocage des courts-circuits, six anodes d'entretien et une anode d'allumage. ◦ La base des redresseurs, en fers profilés soudés, est montée sur galets à axes orientables dans deux directions perpendiculaires. ◦ Les redresseurs sont du type pompé, c'est-à-dire qu'un vide très élevé est entretenu par le fonctionnement de pompes rotatives et à vapeur de mercure, montées en série. Leur rendement, à pleine charge, dépasse 99 %. ◦ Ces appareils ont supporté en plate-forme, les surcharges de robustesse suivantes : 4500 kW pendant 2 heures, 9000 kW pendant 5 minutes et 11000 kW pendant 45 secondes, surcharges non cumulatives, conformes aux prescriptions d'essai, type II, fixées par les Règlements Internationaux pour redresseurs alimentant des réseaux de grosse traction. Au cours de leur réception, ces redresseurs ont été soumis à des essais de fonctionnement réalisant les sollicitations que ces appareils auront à subir aux moments les plus défavorables de l'exploitation et, en particulier, durant la surcharge de 50 % pendant 2 heures, on a appliqué des surcharges cumulatives fréquentes de 100 % et même de 150 %. ◦ Les redresseurs sont accompagnés de leur équipement de dégazage et de tous les appareils de protection nécessaires contre les élévations anormales de température des différents organes, contre le vide insuffisant, etc...

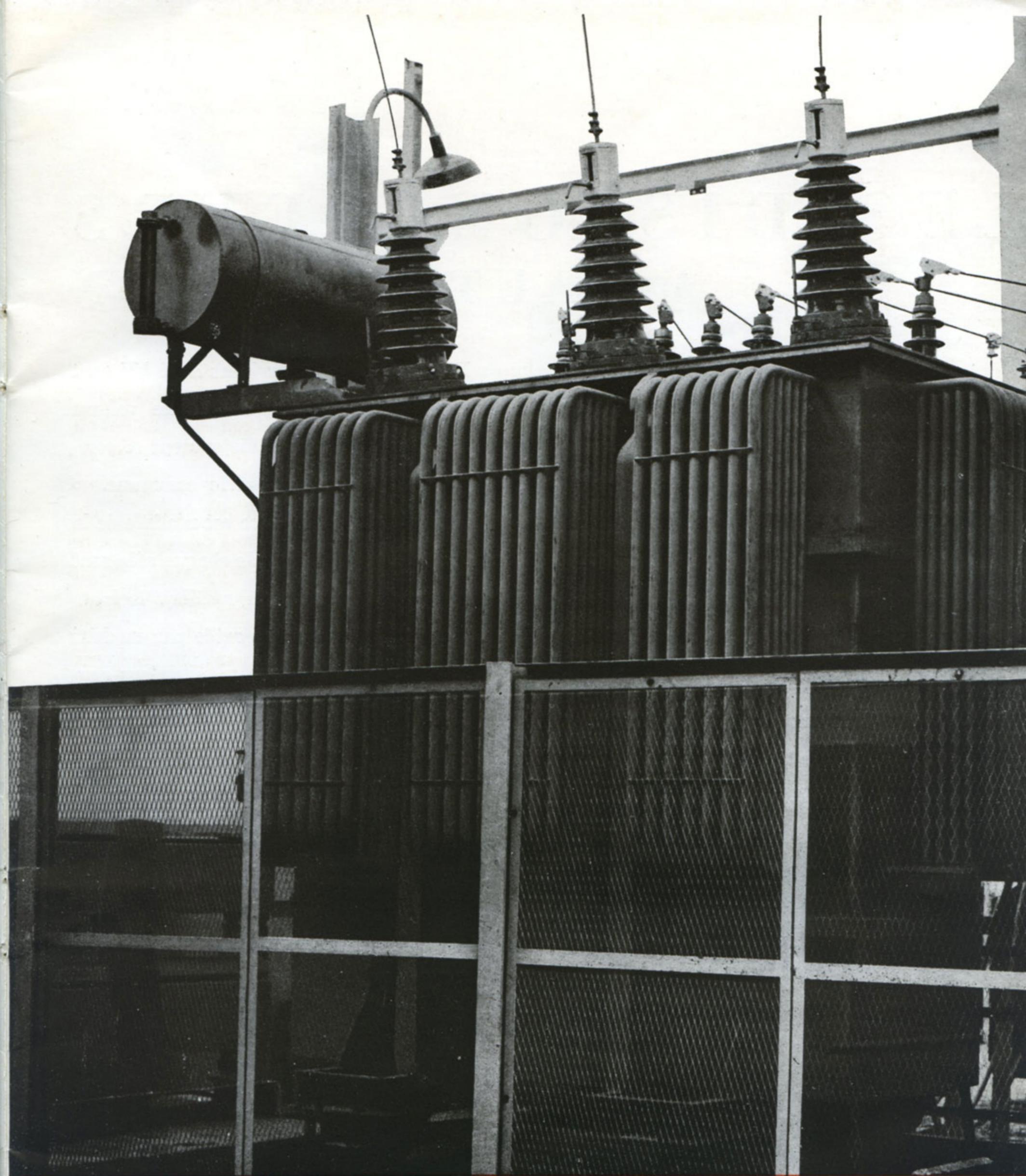




# LES TRANSFORMATEURS

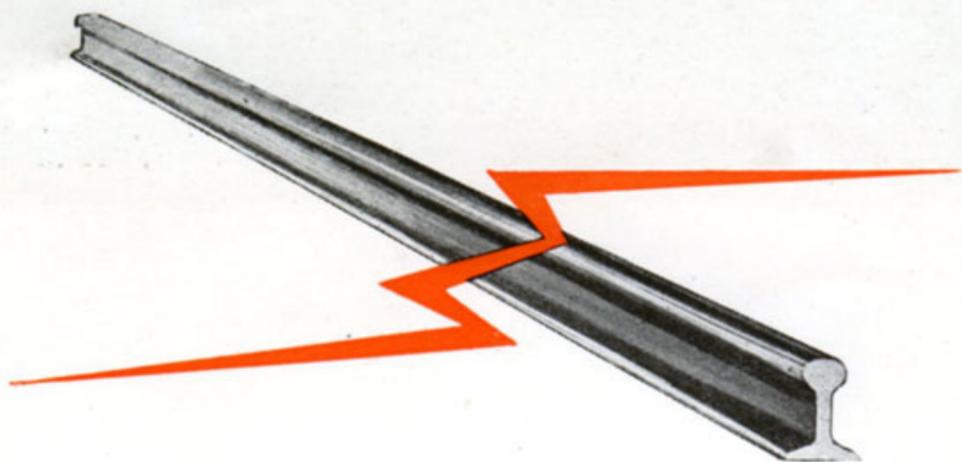
Les transformateurs, du type extérieur, sont à bain d'huile avec conservateur. ◦ Le refroidissement est assuré par des tubes de circulation d'huile disposés sur les quatre faces latérales. ◦ Le couplage des enroulements est en triangle pour le primaire et en double étoile pour le secondaire, de façon à réaliser l'alimentation en hexaphasé du redresseur. Les points neutres des deux étoiles sont reliés par une bobine d'absorption, également du type extérieur, et dont le point médian constitue le pôle négatif qui est relié au rail. ◦ Des précautions toutes spéciales ont été prises pour la construction des transformateurs. ◦ En ce qui concerne l'isolation, et pour résister aux surtensions susceptibles de se produire dans un réseau de traction, on a choisi la classe d'isolation du degré supérieur. Par exemple, les transformateurs de Baulers devant fonctionner sous 70 kV ont été prévus pour résister aux essais d'isolement des appareils de la classe 92 kV fixés par l'Association de Standardisation Américaine. ◦ Le traitement thermique a été spécialement soigné pour assurer le maigrissement total des enroulements et amener les centres d'ampère-tours dans un même plan perpendiculaire aux axes magnétiques des noyaux dans le but de réduire au minimum les efforts électrodynamiques longitudinaux. ◦ De plus, les bobinages sont maintenus par un calage spécial donnant une élasticité relative de façon à empêcher la déformation des galettes en cas de court-circuit franc. ◦ Ils sont munis de la protection par relais Buchholz. ◦ L'alimentation en basse tension des services auxiliaires des sous-stations est assurée par des transformateurs séparés.

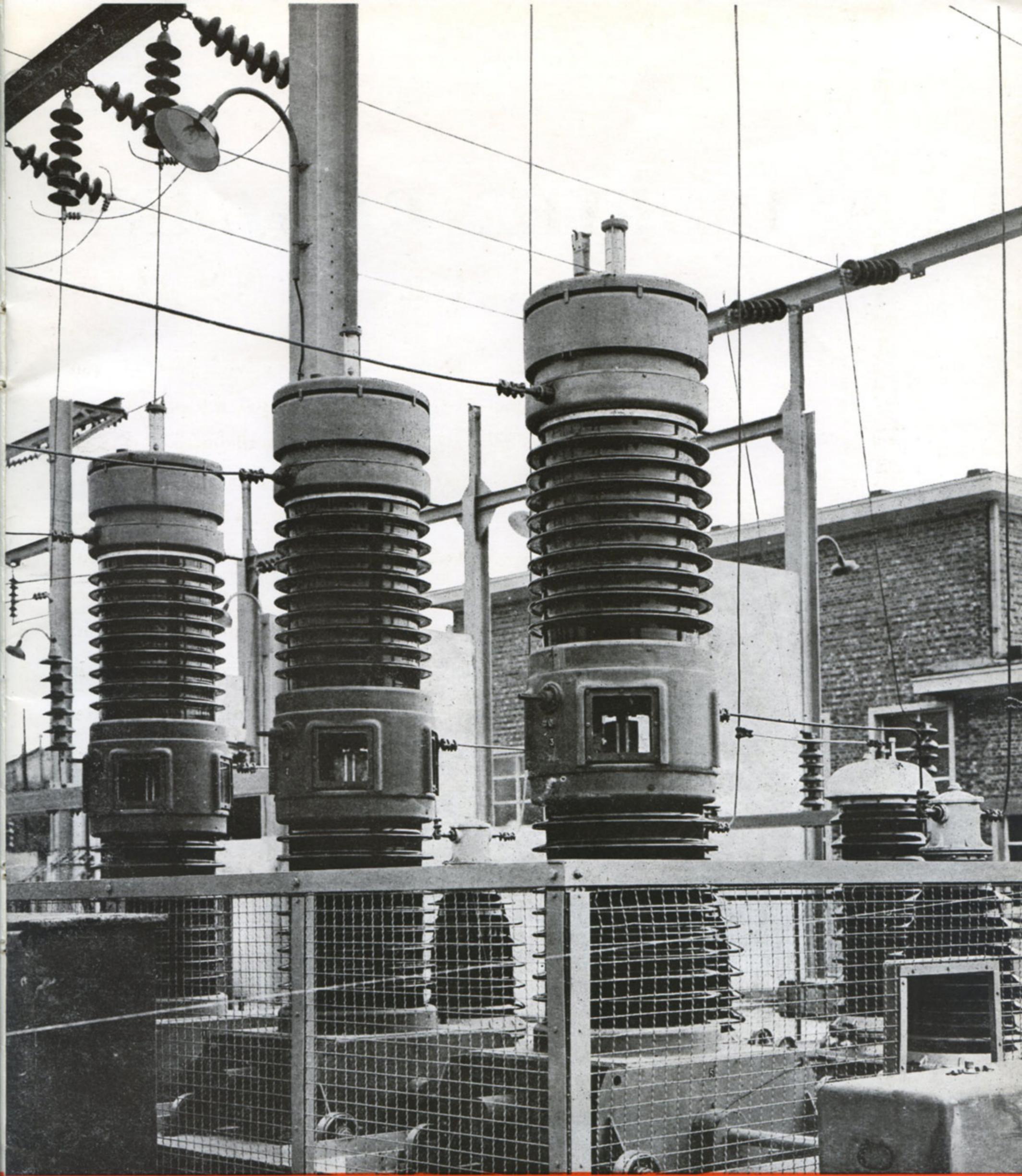




# LES DISJONCTEURS A HAUTE TENSION

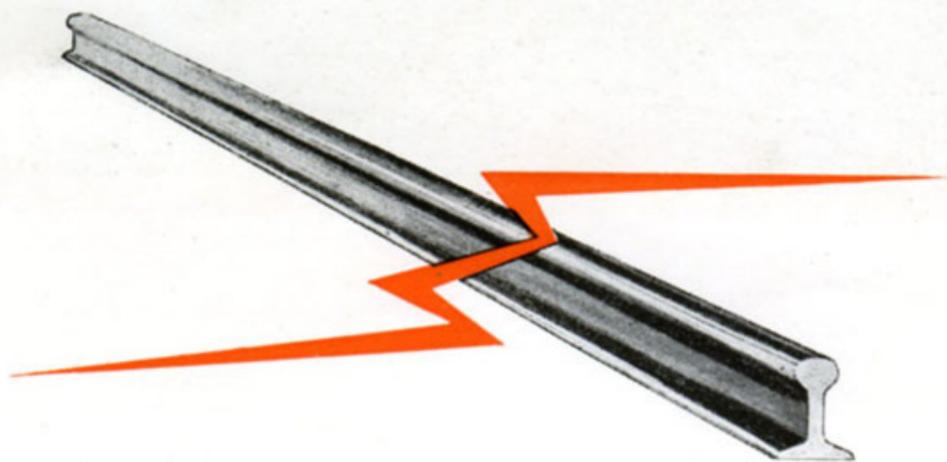
Au poste extérieur de Baulers, les deux arrivées à 70 kV sont équipées de disjoncteurs du type DH.80/800 à faible volume d'huile, établis pour 80 kV et 800 A. ◦ Ce disjoncteur se compose de trois pôles séparés et d'une commande commune. ◦ L'isolation des contacts par rapport à la masse est réalisée de la façon suivante : les contacts fixes et mobiles de chaque pôle sont contenus dans une chambre de rupture en matière isolante entourée d'un isolateur de protection et supportée par un bâti métallique intermédiaire porté lui-même par un isolateur-support fixé au bâti principal. Ce dernier abrite également le mécanisme de commande. ◦ Cette réalisation, à faible volume d'huile, présente l'avantage d'une grande rapidité de coupure ; de plus, ce type est bien adapté aux conditions de sélectivité exigées actuellement par l'interconnexion des réseaux. ◦ Le pouvoir de fermeture de ce type de disjoncteur est, en amplitude maximum, de 30000 A. ◦ Pour une tension de rétablissement de 70 kV, son pouvoir de coupure maximum est de 12400 A, soit 1500000 kVA.





# **LE MATERIEL ROULANT**

Le matériel roulant électrique prévu pour l'exploitation de la ligne Bruxelles-Charleroi comprend des locomotives et des automotrices. ◦ Les ACEC ont participé à l'équipement électrique de 23 locomotives parmi lesquelles 20 unités sont prévues pour la vitesse maximum de 100 km/h et les 3 autres pour la vitesse maximum de 125 km/h, ainsi qu'à l'équipement des 25 automotrices. ◦ Les locomotives sont du type BB, c'est-à-dire qu'elles possèdent deux bogies à deux essieux moteur chacun.



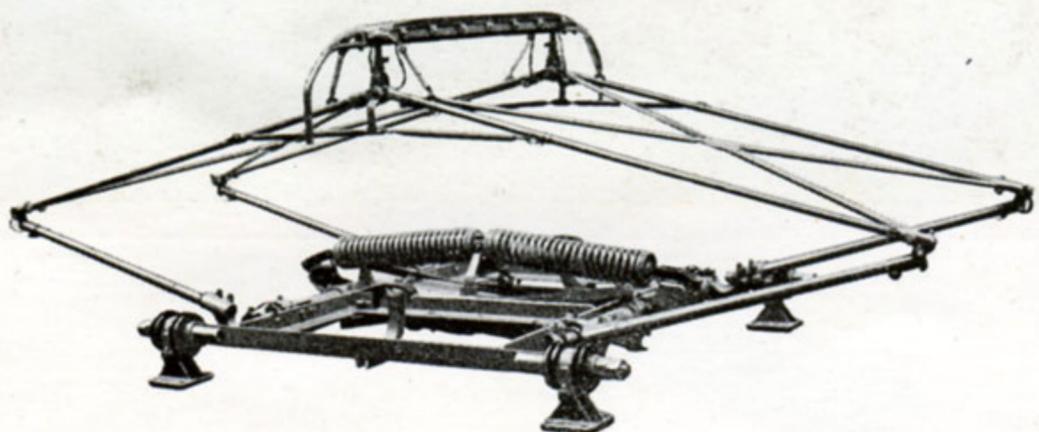


# LES LOCOMOTIVES

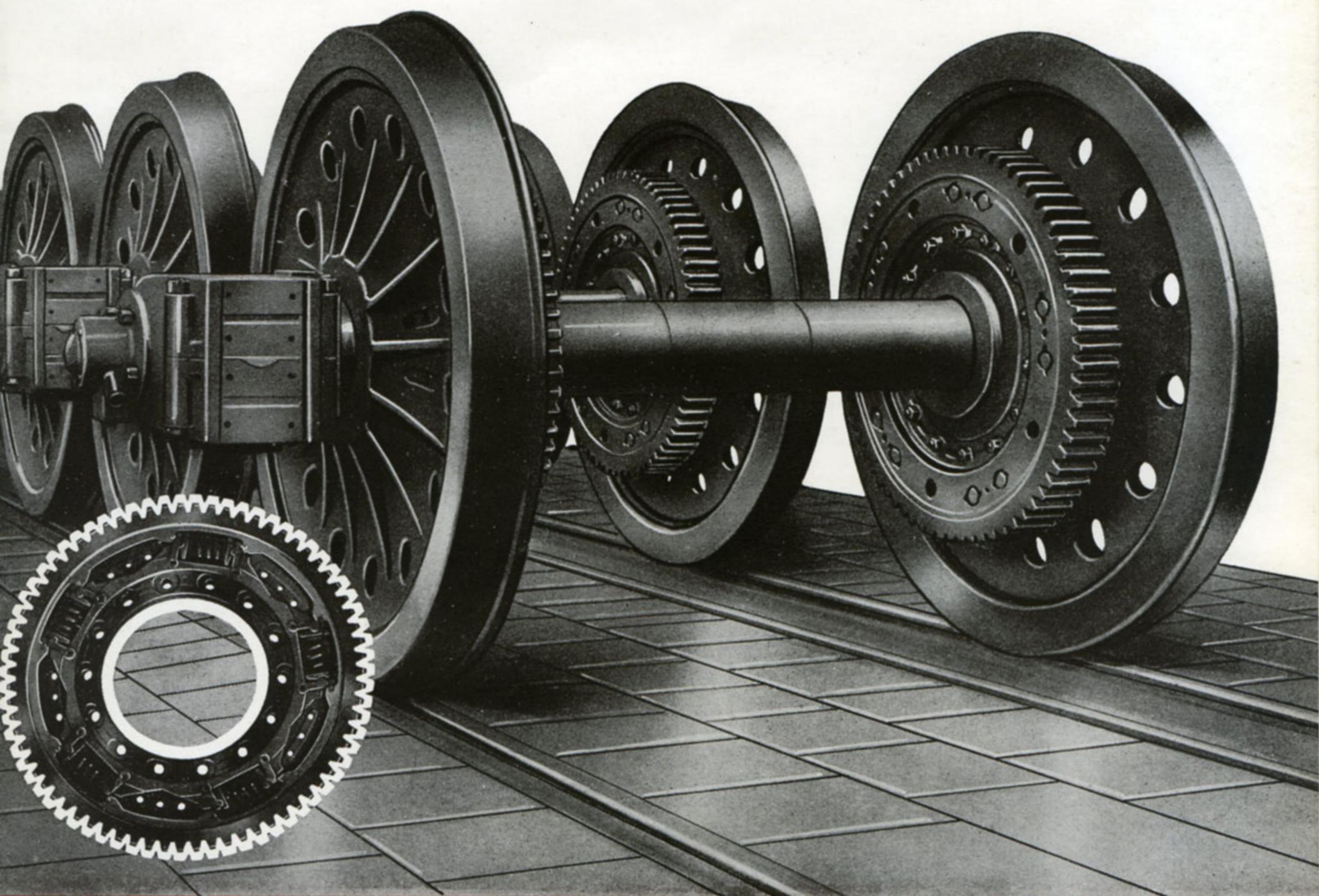
## Type BB à 100 km/h

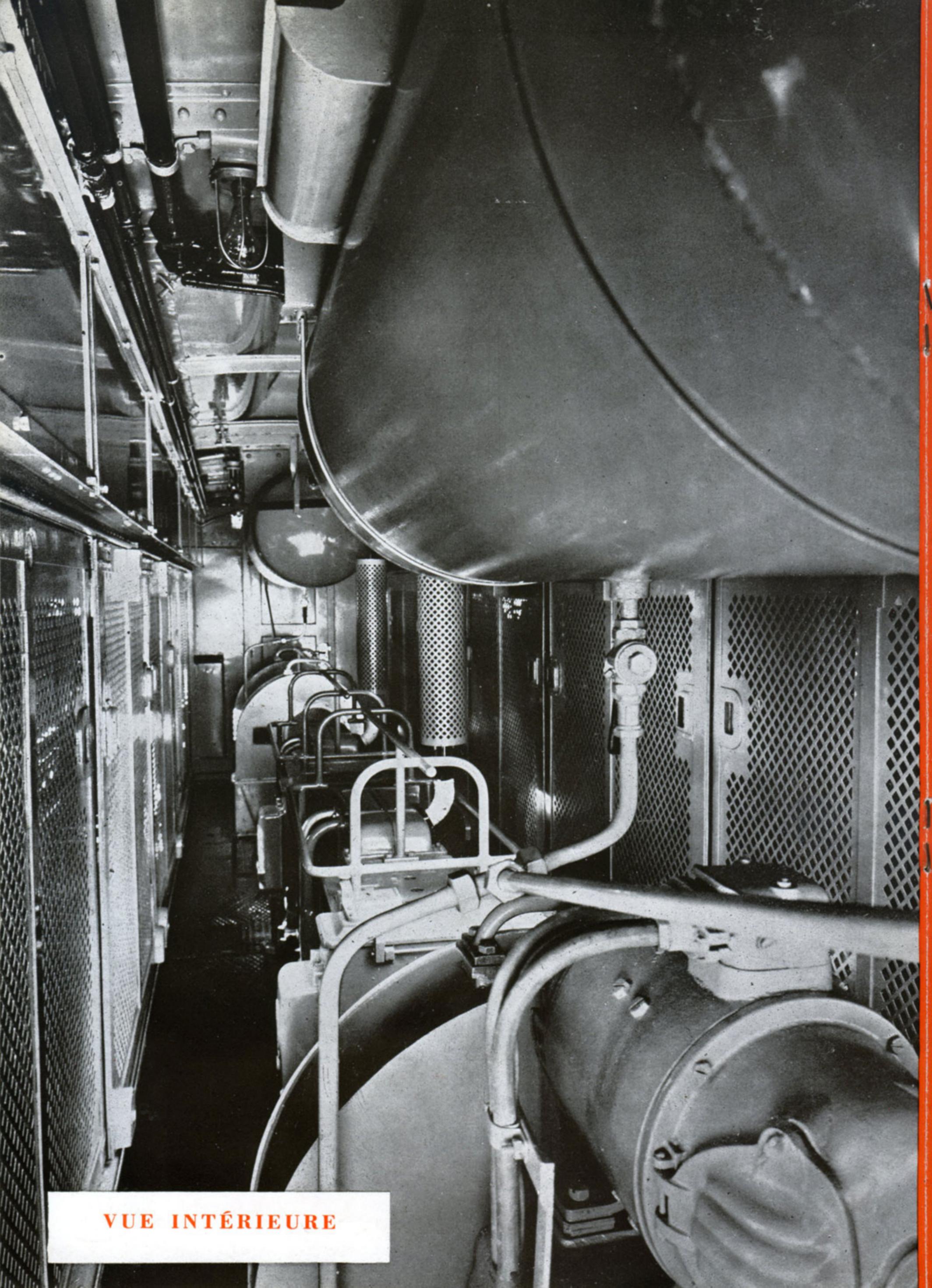
### DISPOSITION GÉNÉRALE

La locomotive a une longueur hors tout de 12,89 m et un poids de 81,5 tonnes. ◦ Elle comporte une caisse posant sur le châssis de chacun des bogies par l'intermédiaire d'une crapaudine. ◦ Les moteurs sont montés dans les bogies et reposent d'une part sur l'essieu et d'autre part sur le bogie par une suspension élastique. ◦ La caisse comprend deux cabines de conduite séparées par un compartiment dans lequel sont disposées deux armoires latérales séparées par un couloir. ◦ Dans ce couloir, sont placés suivant l'axe longitudinal, sur le plancher, les deux groupes moteur-ventilateurs et les deux groupes moteur-compresseur et, suspendus au toit, les deux réservoirs d'air comprimé de 500 litres chacun. ◦ Les armoires renferment l'appareillage électrique à haute tension : sectionneur, disjoncteur ultra-rapide, batteries de contacteurs, inverseur, tambours d'élimination, etc.



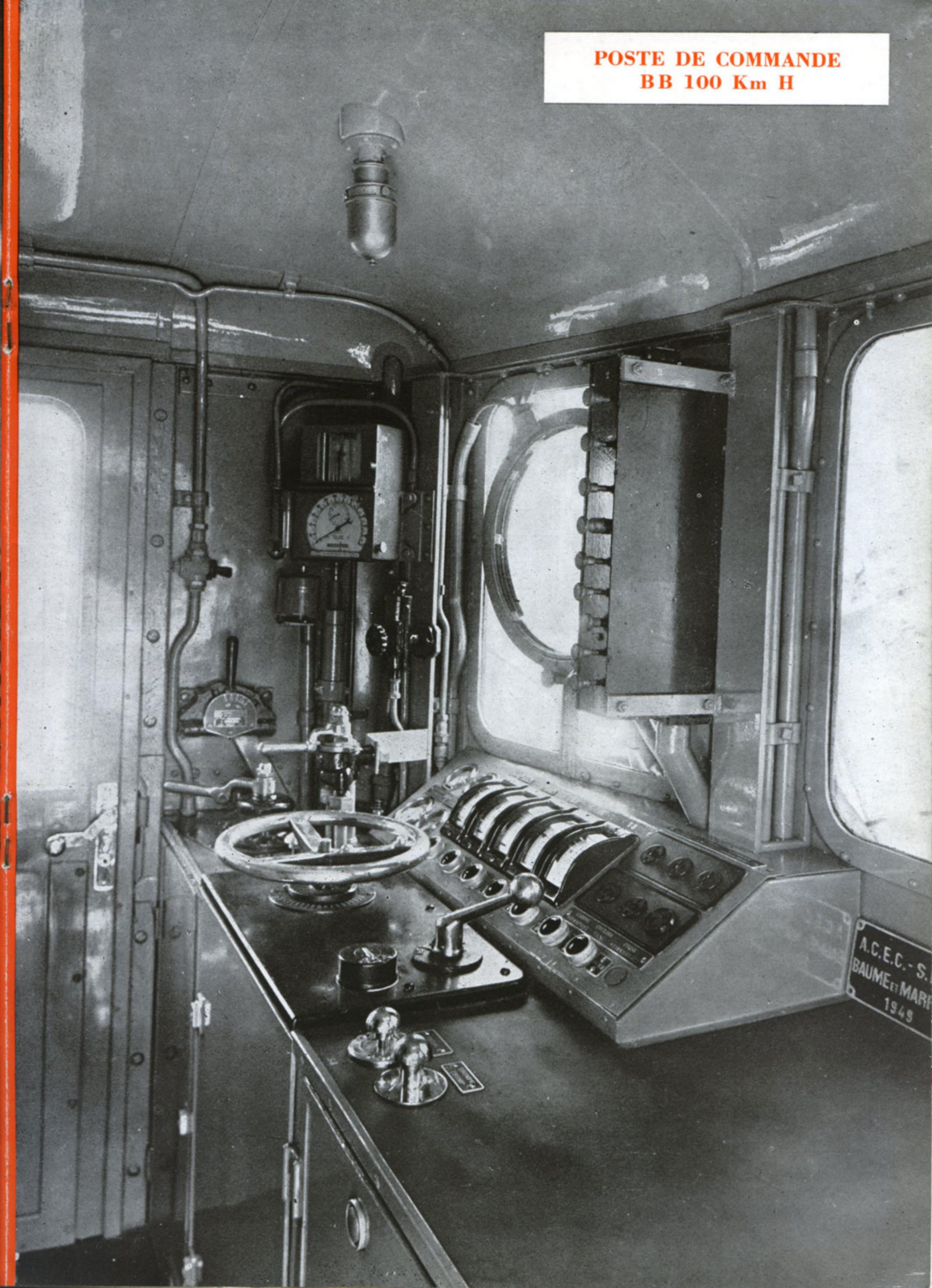
◦ Les connexions entre les différents appareils sont réalisées par des câbles posés dans deux caniveaux en tôle occupant la partie inférieure des armoires. ◦ Une ouverture fermée par un capot a été prévue dans la toiture pour l'introduction dans la caisse de certains appareils des groupes moteur-ventilateurs et des groupes moteur-compresseur.





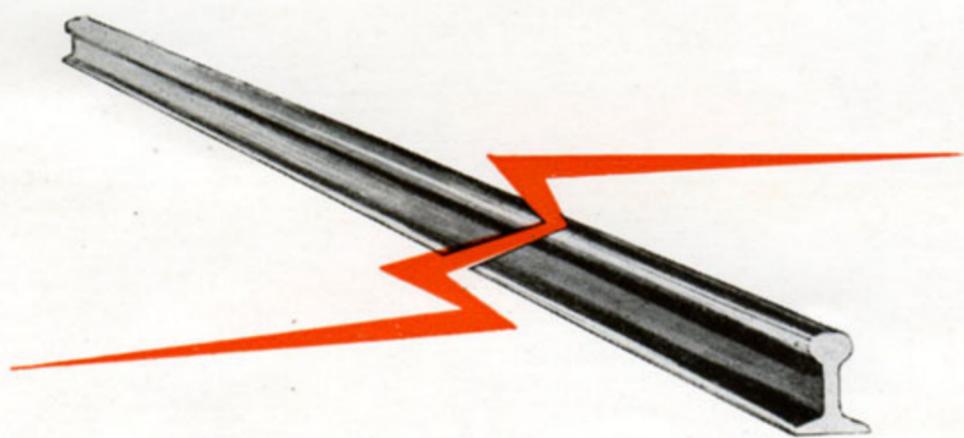
**VUE INTÉRIEURE**

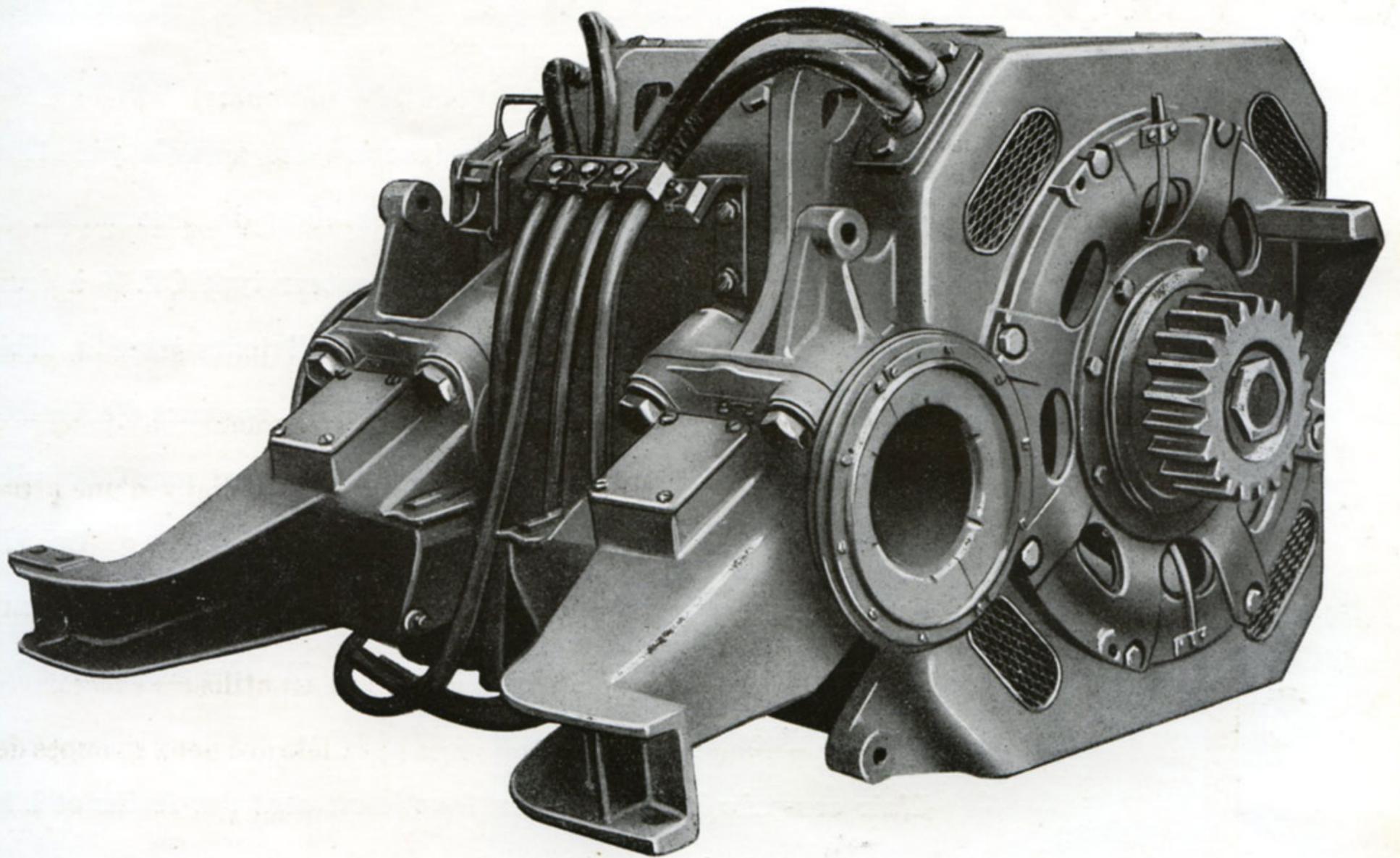
**POSTE DE COMMANDE  
BB 100 Km H**



# LES MOTEURS

Chacune des locomotives est équipée de quatre moteurs de traction à suspension par le nez, type CF 718 N dont les caractéristiques sont : puissance unitaire : 550 CV au régime unitaire ; tension 3000:2 volts ; nombre de tours par minute : 570 ; poids d'un moteur y compris les paliers d'essieu avec coussinets, les deux carters et les deux pignons : 5170 kg. ◦ Chaque moteur entraîne un essieu par l'intermédiaire d'une attaque bilatérale par engrenages élastiques. ◦ Le circuit de puissance comporte deux groupes de deux moteurs constamment couplés en série. ◦ Le démarrage s'effectue en utilisant successivement le couplage série et le couplage parallèle des deux groupes de moteurs. ◦ Il en résulte que la tension maximum appliquée normalement aux moteurs est de 3000:2 volts, néanmoins, l'isolement est prévu pour la tension de ligne de 3000 volts.

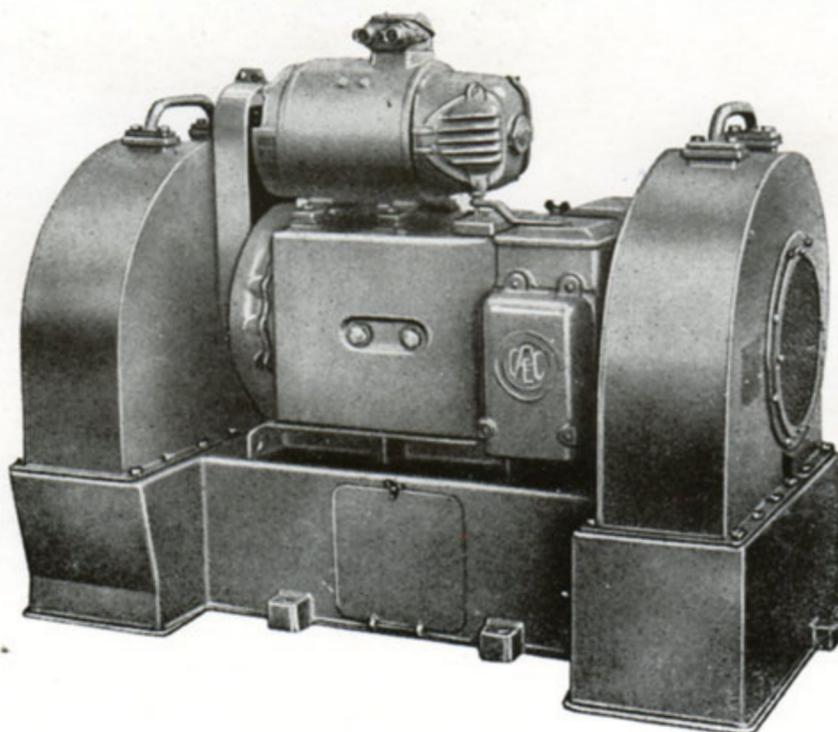




# LES GROUPE MOTEUR - VENTILATEURS ET MOTEUR - COMPRESSEUR

La ventilation des moteurs de traction est assurée par deux groupes moteur-ventilateurs installés dans la locomotive. ◦ Chaque groupe est constitué par un moteur type CT. 16 à deux bouts d'arbre pour l'attaque de deux ventilateurs jumelés, débitant chacun 89 m<sup>3</sup> d'air par minute. ◦ Les moteurs d'entraînement des ventilateurs sont alimentés directement sous 3000 volts et tournent à la vitesse de 2400 tours par minute. ◦ Un des deux groupes porte une génératrice auxiliaire entraînée par courroie pour la charge de la batterie à 72 volts alimentant les circuits d'asservissement.

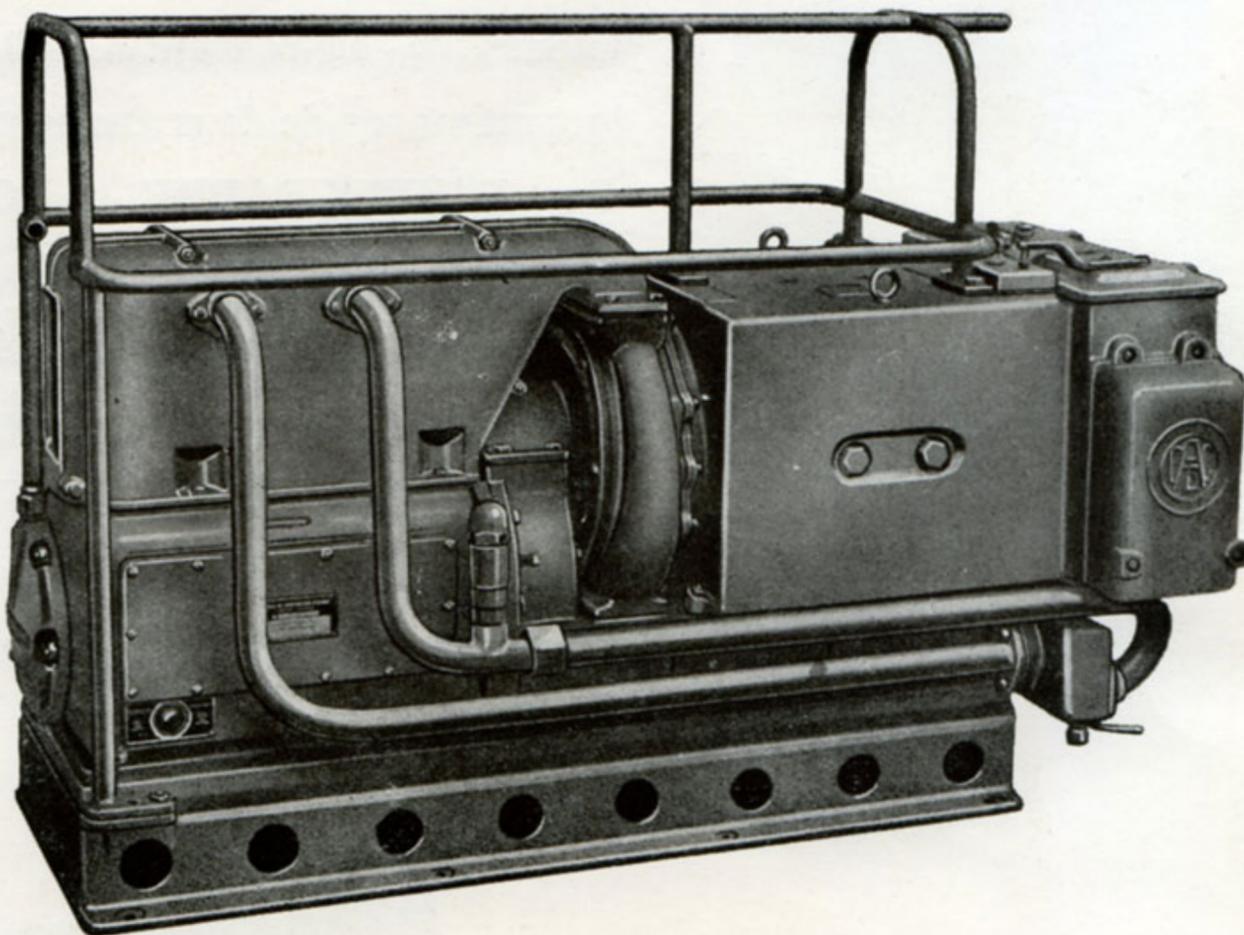
L'air comprimé nécessaire au fonctionnement des freins et à la manœuvre de l'appareillage électropneumatique est fourni par



*Groupe  
moteur-ventilateurs*

deux groupes moteur-compresseur installés dans la locomotive.

o Chacun de ces groupes est constitué par un moteur type CT. 16 entraînant un compresseur qui comprime 1500 litres d'air par minute sous 8 kg/cm<sup>2</sup> de pression. o Le démarrage des groupes moteur-ventilateurs et moteur-compresseur se fait par enclenchement direct sur la tension de 3000 volts avec interposition d'une faible résistance en série pour limiter la pointe de courant.

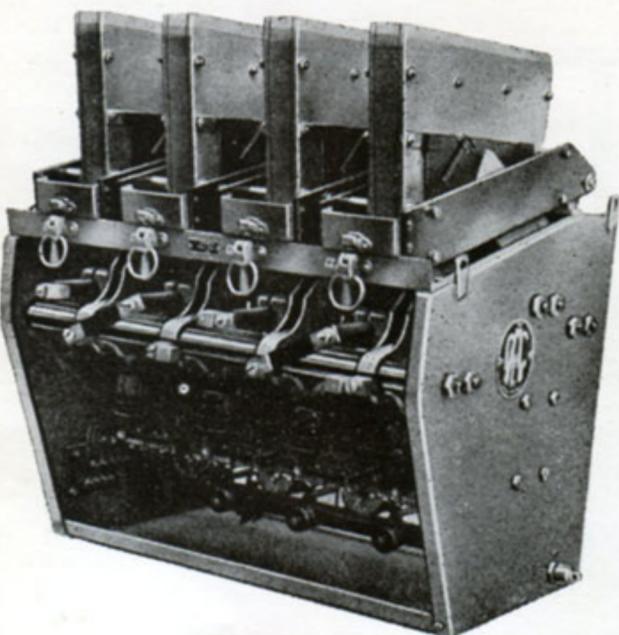


*Groupe  
moteur-compresseur*

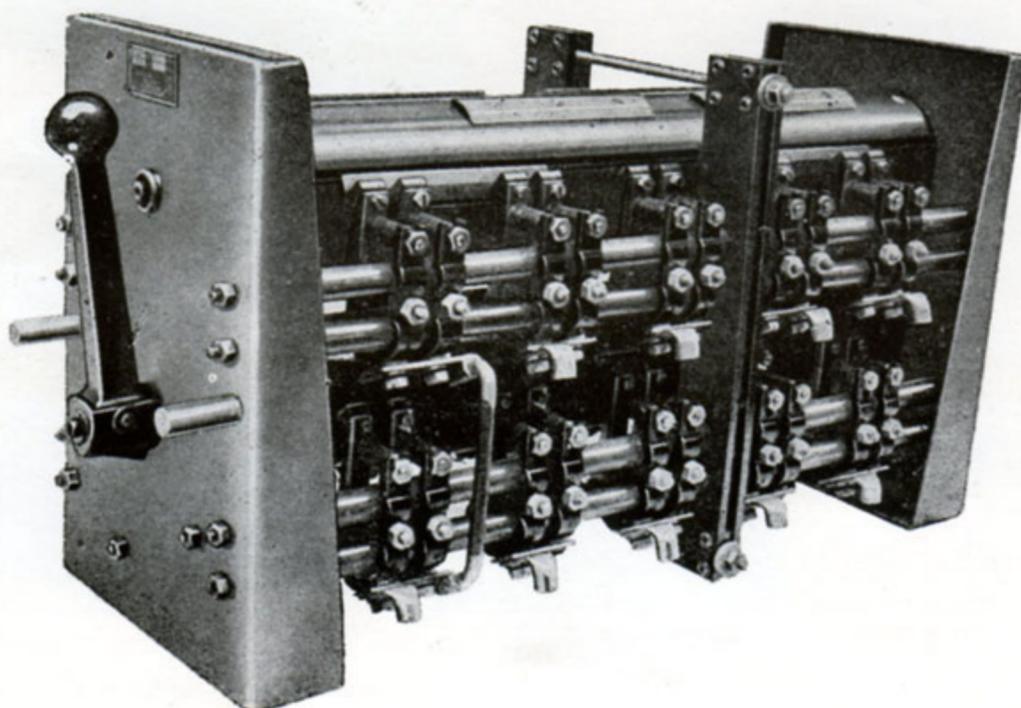


# L'APPAREILLAGE ELECTRIQUE

A l'exception des pantographes, tout l'appareillage électrique est logé à l'intérieur de la caisse de la locomotive. ◦ Les appareils de protection générale et de l'équipement de traction ainsi que l'appareillage haute tension des circuits auxiliaires sont montés dans les deux armoires latérales verrouillées dans lesquelles sont également installés les shunts inductifs et la batterie d'accumulateurs. ◦ Le courant à 3000 V est collecté sur la ligne de contact au moyen de deux frotteurs en carbone articulés au sommet d'un PANTOGRAPHES. ◦ Chaque locomotive possède deux pantographes, mais un seul appareil est capable d'assurer le service normal. ◦ La montée et la descente de chacun des pantographes sont commandées par un servo-moteur pneumatique. ◦ L'EQUIPEMENT DE TRACTION est du type électropneumatique, c'est-à-dire que l'élimination des résistances de démarrage et la réalisation des différents couplages des moteurs



*Contacteurs  
de couplage*



*Tambour  
d'élimination  
des moteurs*

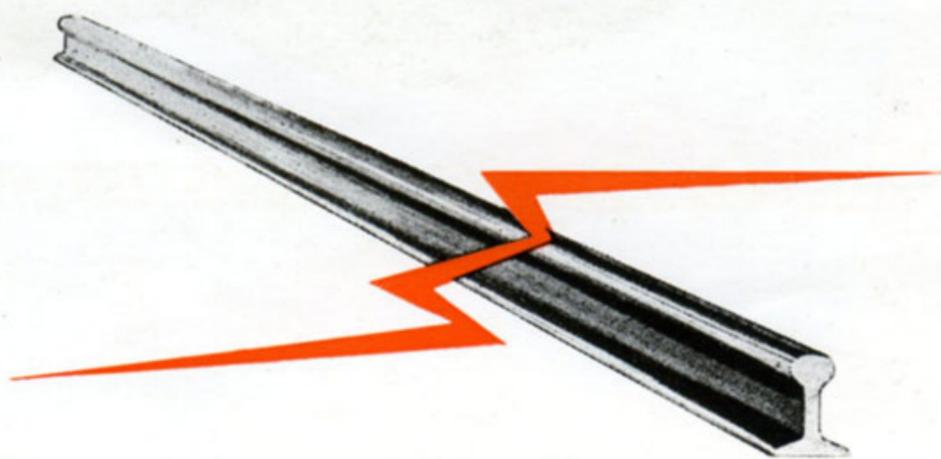
de traction ainsi que le shuntage de leurs électros sont obtenus par des CONTACTEURS commandés par servo-moteur pneumatique. ◦ L'enclenchement de ces contacteurs est commandé suivant l'ordre nécessaire par le manipulateur. ◦ Cet appareil possède, en plus du volant qui sert à marquer les différents crans de démarrage, deux manettes dont une pour réaliser les crans de shuntage à la fin du démarrage en série ou à la fin du démarrage en parallèle et l'autre pour obtenir l'inversion du sens de marche. ◦ Il est possible de réaliser : 21 crans de démarrage en couplage série à plein champ, 18 crans de démarrage en couplage parallèle et 4 crans de shuntage sur chaque couplage. ◦ L'INVERSEUR est à commande électropneumatique. ◦ En cas d'avarie à un ou deux moteurs de traction, les moteurs défectueux peuvent être éliminés au moyen de deux TAMBOURS D'ELIMINATION à commande manuelle. ◦ Il est possible d'accoupler en unités multiples deux locomotives de manière telle que les équipements soient commandés de l'un des postes de conduite de l'une quelconque d'entre elles. ◦ A cet effet, des boîtes d'accouplement à 30 conducteurs sont prévues aux extrémités de chacune des locomotives, de manière à pouvoir établir, au moyen d'un coupleur, une liaison entre les circuits d'asservissement des deux machines.



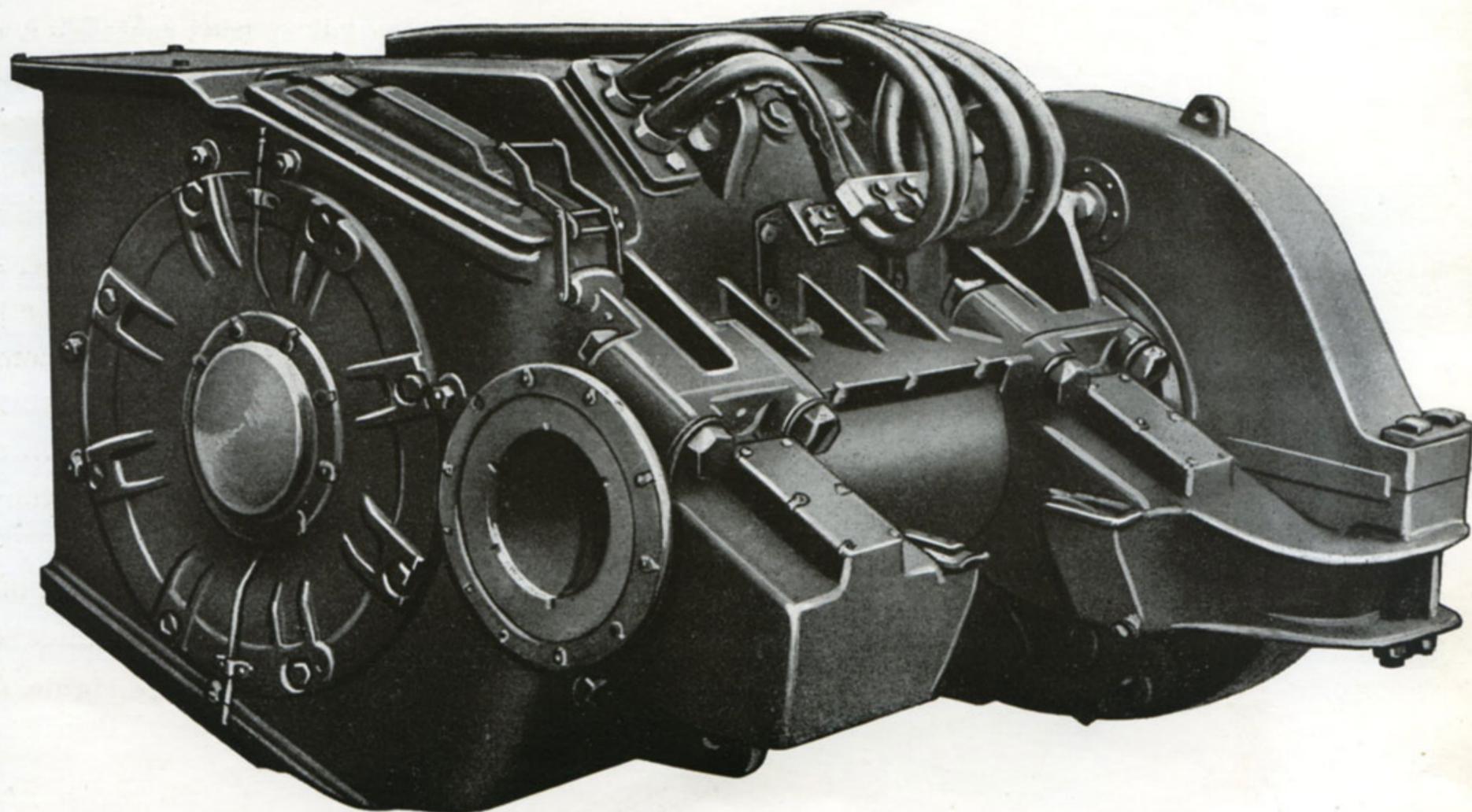
# LES LOCOMOTIVES

## Type BB à 125 km/h

Les trois locomotives de ce type sont actuellement en cours de construction. Elles auront une longueur hors tout de 17,15 m et un poids de 80 tonnes environ. ◦ La locomotive comporte une caisse posant, par l'intermédiaire de deux patins de glissement situés à l'aplomb des longerons, sur une traverse danseuse. Cette dernière prend appui sur 4 ressorts longitudinaux à lames reliés au châssis du bogie par l'intermédiaire d'anneaux de suspension ; le châssis du bogie pose sur les boîtes d'essieu par l'intermédiaire de ressorts hélicoïdaux. ◦ Elle possède également deux postes de conduite séparés par un compartiment central dans lequel sont installés les groupes auxiliaires ainsi qu'une armoire contenant l'équipement de traction. ◦ Ce dernier est monté en un bloc unique qui peut être mis en place entièrement câblé par une ouverture normalement fermée par un capot, prévue dans la toiture. ◦ L'armoire contenant l'équipement de traction est accessible sur ses deux faces longitudinales. ◦ Ces locomotives seront équipées de quatre moteurs de traction du type CF. 729 N dont les caractéristiques sont : puissance unitaire : 675 CV au régime unihoraire ; tension 3000:2 volts ; nombre de tours par minute : 625 ; poids d'un moteur y compris les paliers d'essieu avec coussinets, le carter et le pignon : 5950 kg. ◦ Ces moteurs sont du type à suspension par le nez. La transmission de la puissance aux essieux se fera au moyen d'un engrenage rigide. L'équi-

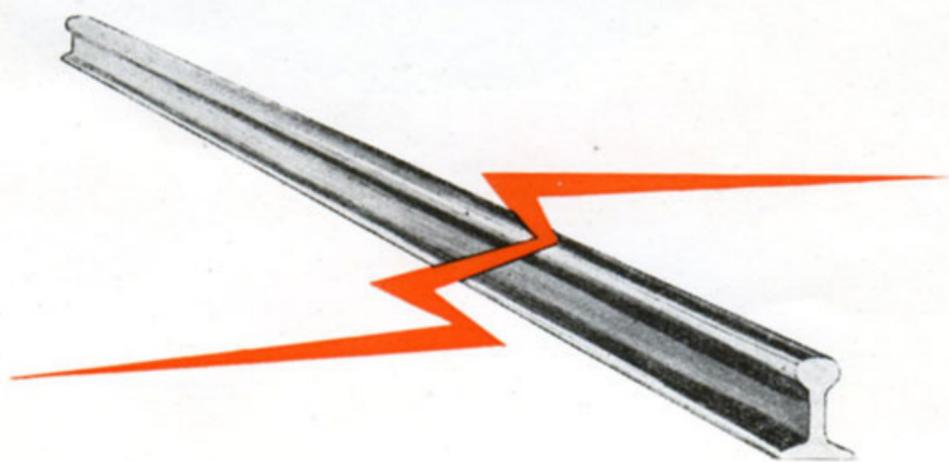


pement de traction est du type à arbre à cames actionné par servomoteur électrique. ◦ Le manipulateur de commande comporte trois manettes : une manette « sens » qui permet de choisir le sens de marche ; une manette « vitesse » qui permet de choisir la vitesse jusqu'à laquelle on veut aller ; une manette « effort » qui permet de choisir l'effort avec lequel le démarrage doit s'effectuer. ◦ Les diverses opérations qui constituent un démarrage : élimination des résistances, changements de couplage, shuntage, s'effectuent automatiquement ; leur succession est réglée par un relais ampèremétrique chargé de maintenir l'effort de traction constant et égal à une valeur choisie au préalable. ◦ Il y a lieu de noter également que la résistance de démarrage est à ventilation forcée, ce qui a permis son allègement. ◦ Les groupes auxiliaires de ces locomotives sont identiques à ceux des locomotives à 100 km/h.

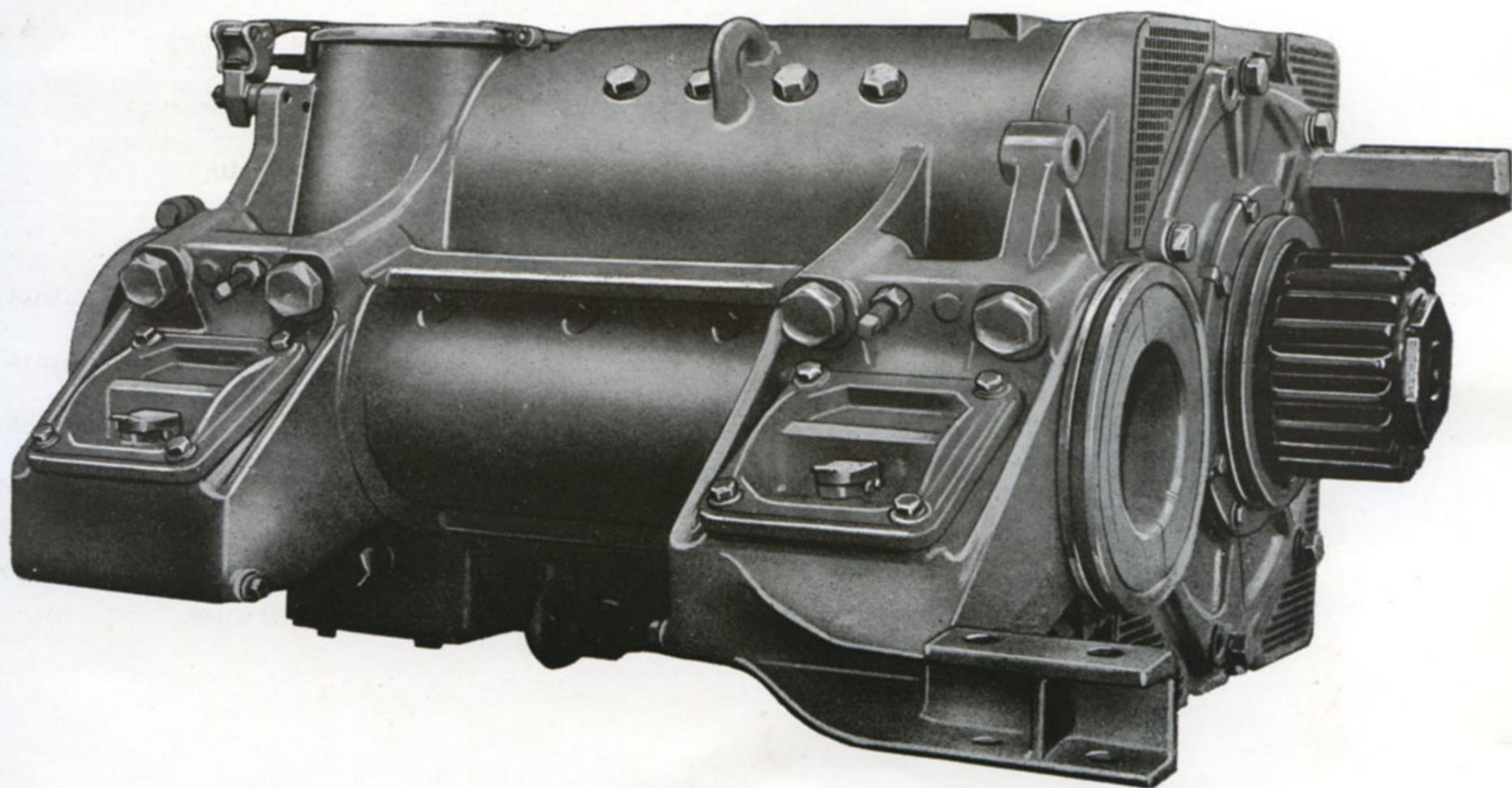


# LES AUTOMOTRICES

Les 25 automotrices actuellement en construction sont semblables, au point de vue équipement électrique, à l'automotrice prototype qui est en service sur la ligne Bruxelles-Anvers depuis 1945. ◦ Ces automotrices sont doubles, c'est-à-dire qu'elles sont constituées par deux voitures reposant chacune sur deux bogies et accouplées en permanence de manière à former une unité considérée comme indivisible. ◦ Chaque unité possède un poste de conduite à chaque extrémité. ◦ Etant destinées au service omnibus, leur vitesse maximum a été limitée à 105 km/h. ◦ Les moteurs de traction, au nombre de quatre, sont installés à raison d'un moteur par bogie. ◦ Ces moteurs sont du type CF. 257 N à suspension par le nez et sont capables de développer une puissance de 260 CV au régime unihoraire, sous la tension de 3000:2 volts et à la vitesse de 890 tours par minute. ◦ La transmission de la puissance aux essieux se fait par engrenages rigides. ◦ L'équipement de traction est du type automatique à arbre à cames mu par servo-moteur électrique. Il permet de réaliser 22 crans de démarrage. ◦ Pour réserver le maximum de places aux voyageurs, tout l'appareillage électrique est disposé dans des coffres sous les voitures, sauf quelques appareils et,

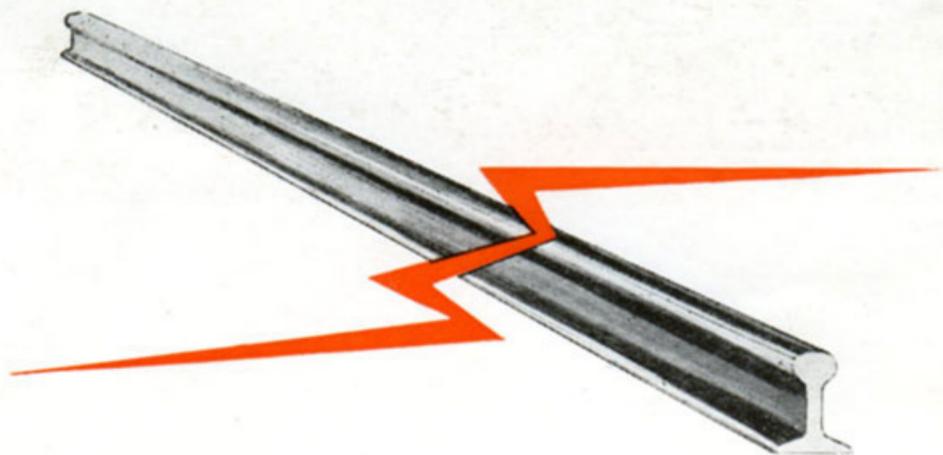


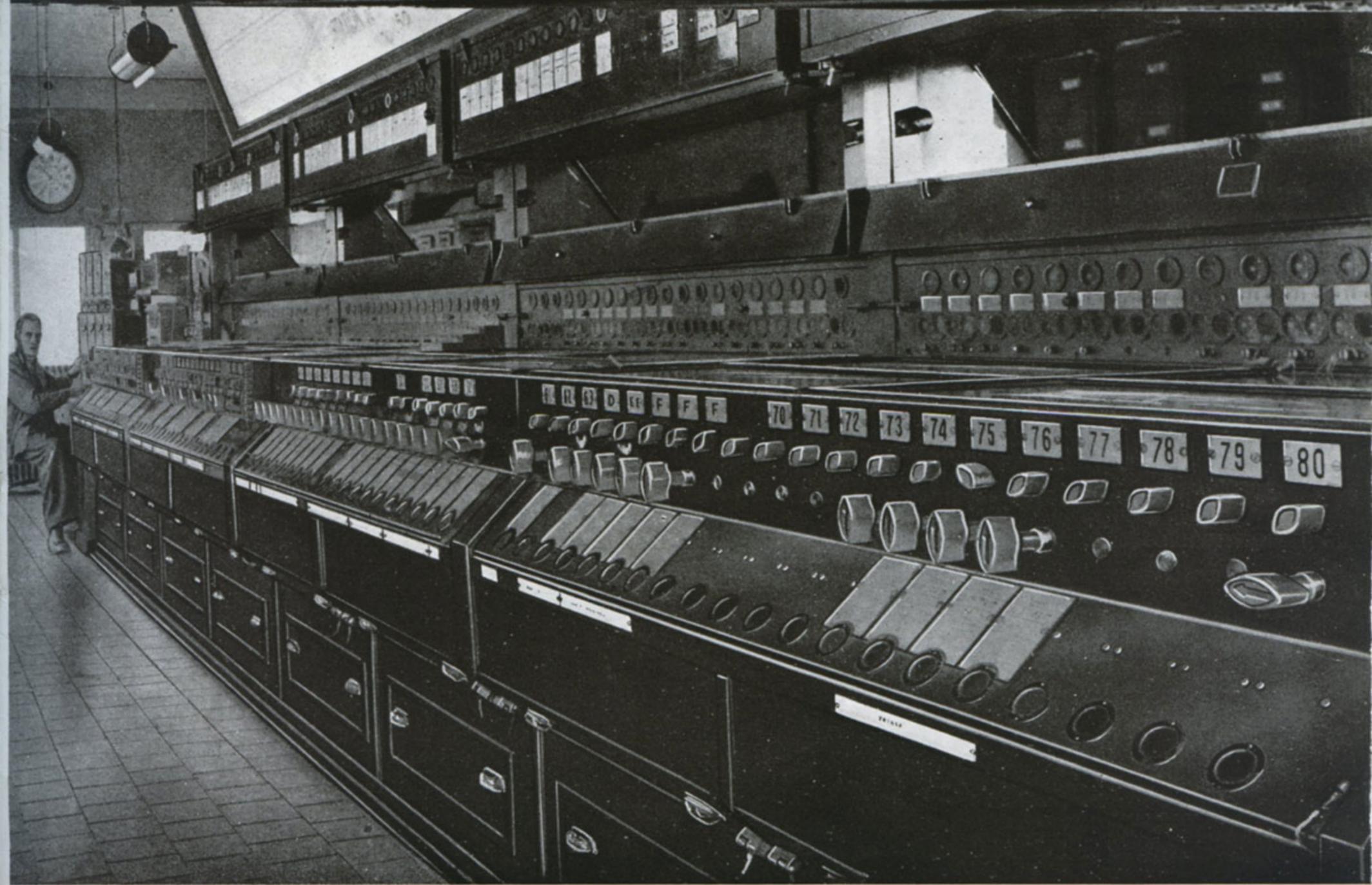
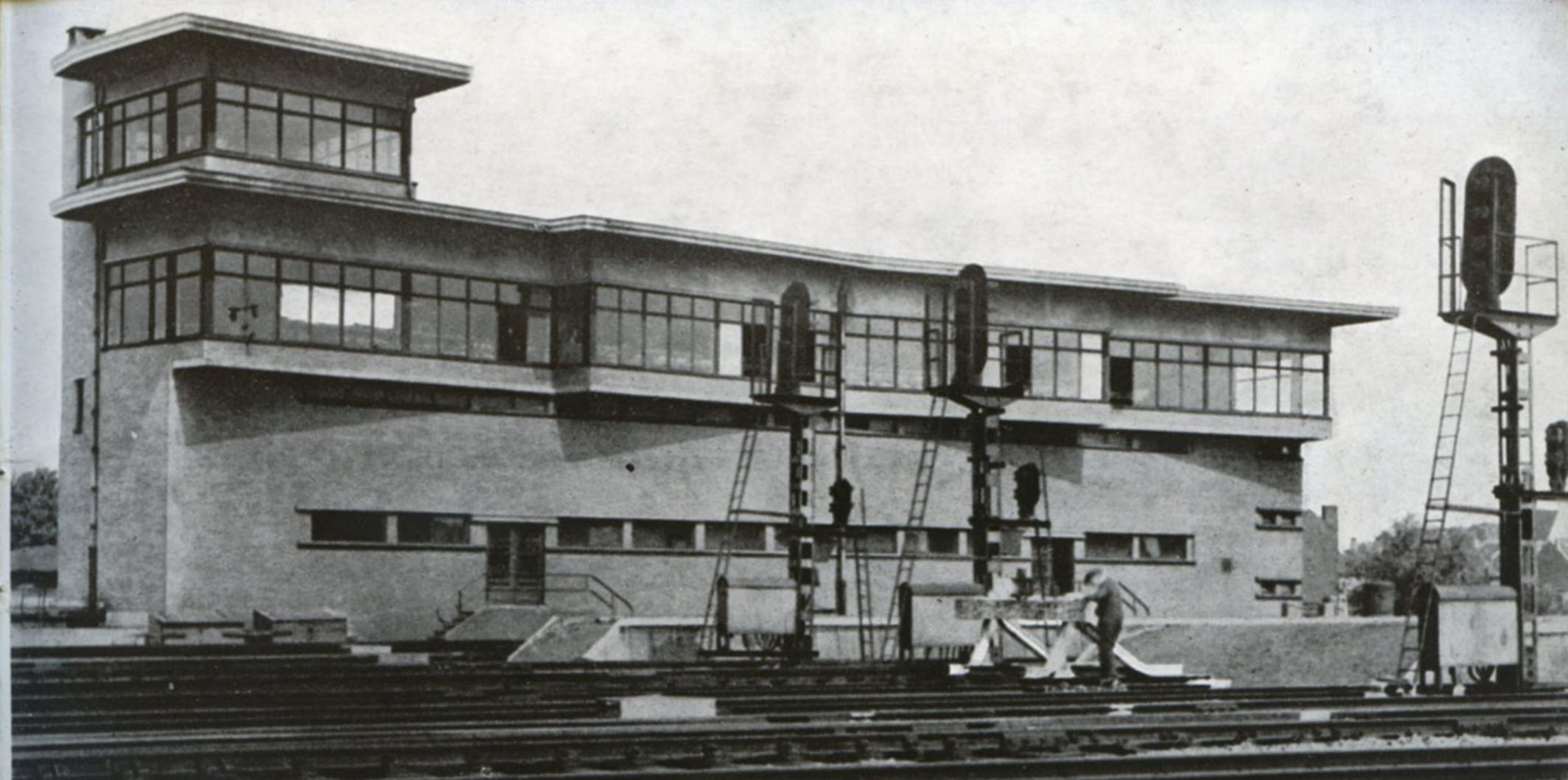
notamment, les relais qui sont installés dans une cabine. ◦  
L'appareillage des circuits de puissance est disposé sous la voi-  
ture « mixte » comportant des compartiments de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> classe.  
Sous la voiture « fourgon », ne comportant que des comparti-  
ments de 3<sup>e</sup> classe, sont installés la batterie d'accumulateurs, les  
réservoirs d'air et le groupe moteur-compresseur-générateur. ◦  
Ce dernier est constitué par un moteur type CT. 11 à deux bouts  
d'arbre, alimenté directement sous 3000 volts et entraînant, d'une  
part, une génératrice à courant continu à 72 volts et, d'autre  
part, un compresseur.

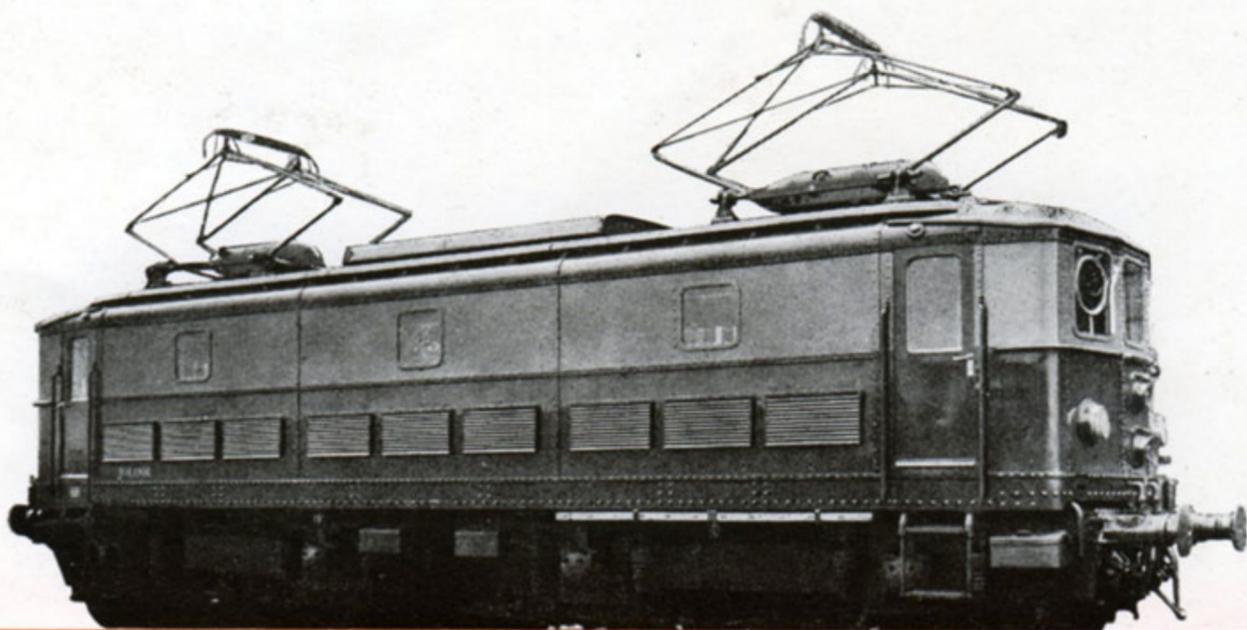


# LA SIGNALISATION

L'électrification de la ligne Bruxelles-Charleroi n'a pas entraîné de modifications profondes dans le système de signalisation des gares. ★ Les cabines de signalisation électrique de Bruxelles-Midi, Linkebeek, Braine-l'Alleud, Baulers, Luttre, Roux, Marcinelle et Charleroi sont équipées avec du matériel ACEC. ★ La cabine de Bruxelles-Midi, mise en service juste avant la guerre de 1940, a une importance exceptionnelle caractérisée par les 22 voies à quai de la gare et les nombreuses directions des lignes. ★ Il y a 237 aiguilles permettant le tracé de 1800 itinéraires. La commande des aiguilles est automatique. ★ Les autres cabines de la ligne sont équipées d'appareils centraux électromécaniques ACEC normaux, à commande individuelle des aiguilles et manettes d'itinéraires, dont de nombreuses unités équipent le réseau du pays et donnent entière satisfaction. ★ Tous les appareils de manœuvre des aiguillages en campagne sont de notre construction. ★ Pour certaines applications particulières, il a été mis au point un appareil spécial de manœuvre des aiguillages pouvant être alimenté en courant alternatif triphasé. ★ Les signaux lumineux adoptés par la Société Nationale des Chemins de Fer Belges, pour équiper la ligne Bruxelles-Charleroi, ont une forme nouvelle et originale. ★ Les ACEC ont fourni des feux spécialement étudiés pour équiper ces signaux. ★ D'autre part, on peut citer la mise au point de nouveaux contacts de rail (pédales) à faible quantité de mercure, l'étude et la mise au point d'un nouveau tableau lumineux de contrôle optique pour cabine de signalisation, de relais divers et de transformateurs à caractéristiques spéciales.









# ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI

SOCIÉTÉ ANONYME  
CHARLEROI - BELGIQUE