

# RAIL ET TRACTION

REVUE FERROVIAIRE BELGE



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

TRIMESTRIEL ● 125 F ● N° 131 (1/1979)



# RAIL ET TRACTION

131

---

Revue ferroviaire trimestrielle éditée par l'**ARBAC** (Association royale belge des amis des chemins de fer, asbl), gare Centrale, B-1000 Bruxelles

---

Rédacteur en chef : **Pierre VAN GEEL**  
Rédacteur en chef adjoint : **Philippe DAMBLY**  
Directeur administratif : **Louis PUTTAERT**  
Secrétaire de rédaction : **Robert BODDEWIJN**

---

Abonnement annuel : 400 FB  
Tous les abonnements prennent cours le 1er janvier de chaque année  
Paiement au CCP 000-0281272-69 de l'ARBAC, B-1000 Bruxelles  
TVA : 406 677 151

---

Editeur responsable : Georges Nève, 77, avenue Besme, B-1190 Bruxelles  
Conception graphique : Graphirail - Phil. Dambly, 4, rue Dansette, 1090 Bruxelles  
Imprimerie Artistic, 179, avenue de Maire, 7500 Tournai  
Dépôt légal à la parution. Imprimé en Belgique

---



---

## SOMMAIRE

---

Editorial	2
Les locomotives série 20 de la SNCB	4
Le 29e Salon international des chemins de fer	49
L'actualité	55

---

**Notre couverture : la locomotive n° 2004 photographiée à Sart-Bernard, près de Namur, en tête d'un train Bruxelles-Luxembourg. Juillet 1978.**

Photo Y. Steenebruggen.

---

# EDITORIAL

---

Le succès remporté par le numéro 130 de « Rail et Traction » et par le numéro 1 de « Rail en Tractie » montre que la parution de ces deux revues correspondait au désir de nombreuses personnes qui s'intéressent aux transports publics belges. Les adhésions nouvelles et la reprise de contact par d'anciens membres de notre association nous indiquent de plus que les revues constituent un lien indispensable à la vie de l'ARBAC.

Ceci incite le Comité directeur à persévérer dans ses efforts. Il espère que le présent numéro, qui paraît avec un retard occasionné par la période de rodage de l'équipe de rédaction, sera aussi bien accueilli que le précédent. Que tous ceux qui, tant en Belgique qu'à l'étranger, ont salué le retour de « Rail et Traction » ou la naissance de « Rail en Tractie » et nous ont ainsi encouragés, en soient ici remerciés.



L'hiver rigoureux subi par notre pays a causé de nombreuses perturbations dans les services de transports publics et ce, malgré les dispositions prises par les autorités responsables et le dévouement du personnel des chemins de fer, des vicinaux et des transports urbains. Ceci a donné lieu à des critiques, parfois virulentes, qui se sont élevées parmi les usagers et dans la presse. Bien entendu, ceux qui devaient se déplacer, mais dont les véhicules personnels ne rendaient plus tous les services que l'on peut normalement en attendre, furent les plus acharnés...

L'action combinée de températures très basses et de fortes chutes de neige, coïncidence rare dans nos régions, a causé de multiples dégâts au matériel roulant et à l'infrastructure : moteurs électriques endommagés par les pénétrations de neige, conduites d'air comprimé et de gasoil gelées, lignes aériennes et caténaires arrachées, voies obstruées, appareils de voie immobilisés par la neige gelée, autobus bloqués par la neige durcie et le verglas, etc.

Ceci a obligé les administrations exploitantes à supprimer de nombreux trains, trams et autobus. Cependant, un service minimum a été assuré presque partout, malgré les difficultés rencontrées par le personnel pour se rendre à son travail.

Pendant cette période, les réseaux des pays voisins étaient confrontés aux mêmes difficultés. Nos excellents confrères « La Vie du Rail » (1) et « Het Openbaar Vervoer » (2) nous indiquent notamment à ce sujet que des trains ont été bloqués par la neige à 30 kilomètres de Paris au début de janvier, que les réseaux urbains d'Amsterdam, de La Haye et de Rotterdam ont été désorganisés à tel point que l'arrêt a été total à La Haye le samedi 20 janvier au soir, que le réseau des chemins de fer néerlandais a subi une suspension de service presque totale en Hollande septentrionale le 13 février et, enfin, que les trams ont été complètement arrêtés à Cologne le 1er janvier. Ceci étant, on constatera que cela n'allait pas mieux ailleurs et que les comparaisons défavorables faites par certains étaient entachées de parti pris.

Il faut se rappeler les durs hivers vécus pendant la Deuxième Guerre mondiale pour trouver des situations semblables. En général, les régions où les réactions ont été les plus lentes, souvent par manque de moyens, sont celles où les rigueurs de l'hiver ne se font d'habitude pas sentir avec une telle intensité. Il est nécessaire de se rendre compte que les précautions à prendre pour garantir le service en totalité exigent un matériel abondant et coûteux, ainsi que l'immobilisation d'un nombreux personnel, dont la probabilité d'utilisation est très faible dans nos régions. Economiquement parlant, ce n'est pas rentable.

D'autre part, une comparaison avec la situation d'il y a trente ou cinquante ans n'est pas entièrement valable. En effet, la modernisation et la rationalisation des réseaux font que les effectifs en personnel ont été fortement réduits. Il s'ensuit que l'abondante main-d'œuvre d'antan n'est plus disponible, alors que certains travaux de déneigement ne peuvent toujours être effectués qu'à la pelle !

En conclusion, on peut affirmer que les administrations responsables ont réussi, grâce au concours de leur personnel, à maintenir les réseaux de transport public en activité dans toute la mesure compatible avec les possibilités du moment.

G. NEVE.

---

(1) N° 1678 du 28 janvier 1979.

(2) N°s 249 et 250 de février et mars 1979.



## MATERIEL ET TRACTION

---

# Les locomotives série 20 de la SNCB

---

par Pierre VAN GEEL

---

Début 1971, la commande de six locomotives quadricourant série 18 allait donner une solution satisfaisante, prompte et économique aux problèmes urgents de la traction des trains internationaux et autres TEE de Paris à Bruxelles et à Liège, ainsi que d'Ostende à Cologne. La conséquence directe en fut de rendre caduc le projet commandé à l'industrie nationale. Or, il y avait là l'étude déjà très poussée d'une machine qui, non seulement, aurait mieux répondu aux particularités des lignes et aux exigences de l'exploitation du réseau belge, mais qui, de surcroît, devait constituer une réalisation électrotechnique d'avant-garde, en fait, une première mondiale. Il s'agissait d'une locomotive quadricourant de 5 100 kW (7 000 ch), de type CoCo, dotée d'un appareillage électronique nécessairement complexe. Par conséquent, c'eût été une machine lourde, nonobstant des allègements poussés, et finalement trois fois chère, puisque prévue en six exemplaires seulement.

Pour ressusciter ce projet, on envisagea, dès août 1971, de supprimer la partie monophasée et de commander une série de quinze locomotives

bicourant 3/1,5 kV. Mais pour quoi faire ? De tels engins eussent été démesurés pour les besoins du trafic belgo-néerlandais. Les 25.5, avec

leurs 1 850 kW, en feraient d'ailleurs la démonstration par la suite.

Toutefois, des besoins plus concrets se précisèrent :

- huit locomotives série 25 avaient été prélevées sur le parc pour être transformées en bicourant 1,5/3 kV et spécialisées dans le trafic Belux alors en pleine expansion. Donc, autant de perdu pour le service intérieur;
- les doyennes des locomotives électriques belges, les vaillantes 101, rebaptisées série 29 quelques mois plus tôt, devenaient difficiles à entretenir. Les pièces de rechange se faisaient rares et une cure de jouvence (une reconstruction de l'appareillage) était plus qu'improbable. En outre, leurs performances limitées imposaient des roulements spécialisés, complication que l'exploitation tient à éviter;
- les cadettes de l'époque, les locomotives de la série 26, excellentes électriquement et à l'adhérence remarquable, causaient de multiples soucis : lubrification des engrenages, étanchéité des carters et, surtout, une tenue de voie médiocre au point d'imposer une limitation de vitesse. Des remèdes efficaces n'apparaîtront que plus tard;
- le trafic croissait lentement, on multipliait les trains. L'industrie

souhaitait des commandes et les syndicats les exigeaient.

Il fallait définir de nouvelles locomotives pour le service intérieur, locomotives dont les performances seraient nettement en progrès par rapport aux engins en service. Un examen montra que le projet deux fois abandonné pouvait constituer une base de départ valable et presque immédiatement disponible. La quadricourant simplifiée était une sorte de « locomotive enveloppe » pour les services envisagés, car dès l'origine, on avait (presque d'instinct) conçu un engin mixte, tout simplement en combinant les besoins de Bruxelles-Paris et les exigences de Bruxelles-Luxembourg... Il suffisait d'abandonner trois courants sur quatre.

Caisse et bogies, moteurs et transmission furent pratiquement conservés; outre le transformateur, on économisa bien entendu quantité d'organes de palpage, de couplage et de contrôle; l'appareillage et les auxiliaires furent réétudiés en fonction de l'expérience accumulée avec les automotrices, des récents développements de l'électronique de puissance et aussi de quelques idées nouvelles.

Il ne faudra jamais oublier que les locomotives de la série 20 furent con-

---

**La première 20, photographiée à sa sortie d'usine en juillet 1975. Le 9 septembre suivant, elle sera présentée officiellement au ministre des Communications et à la presse en gare de Charleroi-Sud. La SNCB en prendra livraison le 17 septembre.**

Photo BN.



çues dès 1969, soit quatre ans avant la commande et six ans avant la naissance de la première, et ce en version quadricourant à l'origine. C'est l'explication de certaines particularités et, surtout, de leur taille. Si quelqu'un n'avait pas un jour envisagé de faire mieux que les 40100 de France, la SNCB ne posséderait sans doute pas aujourd'hui 25 locomotives qui, enfin, ménagent l'avenir.

### **Ménager l'avenir**

Le principe de commander la série 20 acquis, de bons esprits se demandèrent à haute voix si, en ménageant l'avenir, on n'était pas en train de voir trop grand après avoir vu trop petit.

Il est de fait qu'avant l'apparition des séries 18 et 20, la Belgique a été un pays de « petites locomotives » assurant sans aléas, certes, mais aussi sans panache, une desserte voyageurs disons correcte. Calculées au plus juste, elles n'offrent guère de réserve en cas de retard ou de surcharge et interdisent toute ambition. C'est que la SNCB, confrontée à la fois à des électrifications qui s'étendaient, à la multiplication des dessertes et à un accroissement régulier des besoins, ne pouvait consacrer ses moyens limités qu'au développement prioritaire du parc des locomotives mixtes, essentielles pour le trafic : les séries 22 à 26. Ce sont indubitablement des locomotives à marchandises où l'on a recherché d'abord les qualités d'adhérence et l'effort aux vitesses moyennes. La souplesse d'excellents moteurs les rendait cependant aptes à la remorque de trains de voyageurs de second rang dans des conditions acceptables. Solution d'attente sans doute, mais le provisoire belge est de qualité.

La généralisation progressive de l'horaire cadencé et la multiplication des trains était une politique valable, mais néanmoins partielle. Les grands trains (la base même de la desserte des lignes principales), les convois lourds aux heures de pointe, l'ensemble des internationaux repris par nos voisins aux gares d'échange méritaient de meilleures moyennes. S'y ajoutèrent progressivement les trains d'agence, les TAC et les TEN, sans oublier les fleurons du trafic des marchandises : transcontainers et TEEM.

Pour remorquer ces convois relativement lourds à l'échelle belge, il n'y avait que les BB mixtes.

Mis à part de bons démarrages, inutile de s'étendre sur leurs performances, que ce soit en plaine d'Ostende à Ans ou dans les rampes de Bruxelles à Arlon. Le « cran du désespoir » s'utilise plus souvent qu'à son tour et on y reste longtemps. C'est normal : le cahier des charges de 1951 avait demandé de remorquer 420 tonnes en palier à 125 km/h, pas davantage. On a eu beau porter les lignes à 140 km/h, ces machines n'en sont pas moins limitées à 130 km/h et les horaires bloqués se tracent en fonction du parc disponible.

Pourtant, il y a eu des locomotives spécialisées pour trains de voyageurs : l'éphémère type 140, dérivé des engins mixtes par modification du rapport d'engrenages. Il n'était pas question de resserrer les horaires, mais de grignoter un retard entre Liège et Ostende. On connaît la suite : l'exploitation, toujours à court d'engins de traction, ne pouvait admettre la spécialisation et, tout compte fait, les 140 manquaient par trop de puissance aux reprises de vitesse; elles rentrèrent dans le rang. Une locomotive ne s'improvise pas.

Il faut, pour être complet, évoquer les polycourant du trafic international. En service intérieur de Liège à Ostende, les 16 se comportent bien, avec l'avantage indéniable de monter franchement à 140 km/h, mais la charge doit demeurer moyenne sinon la moindre rampe les freine. Leurs aînées, les 15, plus rudimentaires, furent quelque peu évincées du trafic franco-belge après quelques années pour manque de puissance; nous dirions « heureusement », car cette mésaventure (qui met en cause la modestie du programme initial et non la réalisation) ouvrit la voie à la série 18 et, par ricochet, à la série 20. Les bons esprits avaient à moitié raison et la cause importe peu. Par pragmatisme, manque de moyens ou querelle de doctrine, tout cela manquait de chevaux !

Quant à dire que l'on a vu trop grand avec la série 20, c'est autre chose. Nous n'infligerons pas au lecteur la liste des locomotives européennes de première ligne construites depuis 20 ans; sauf en Grande-





La 2001 vient de quitter les ateliers de Nivelles. Juillet 1975.

Photo BN.

Bretagne, elles se situent toutes entre 5 000 et 6 000 ch (3 600 à 4 400 kW), si pas plus, et pour des trains sensiblement comparables aux nôtres. Nous n'insisterons pas davantage sur les engins encore plus puissants : les 6 000 kW des 6500 françaises, les 7 500 à 8 000 kW des Re 6/6 suisses ou des 103 allemandes; toutes répondent à des besoins précis, mais nullement exagérés. Nous dirons que la série 20 se situe à la limite supérieure des engins classiques, mais nettement en dessous de ceux du haut de la gamme.

Au vu de ce qui s'est fait presque sur notre seuil, on ne peut, de bonne foi, taxer la SNCB de mégalomanie pour avoir étudié dès 1969 une locomotive de 5 100 kW qu'elle ne commandera que quatre ans plus tard par suite des circonstances. Elle n'aurait que faire d'engins courant à 200 km/h et il n'y a qu'un Gothard. Ses besoins sont réels, quoique différents, et se situent bien entendu à mi-chemin entre les exigences des uns et les critères des autres; l'étude des spécifications le prouve. Il est bien sûr aisé

de jouer au renard de la fable et de se déclarer satisfait à priori de performances plus limitées, au nom de l'économie des moyens et d'une tradition qui n'est que routine. En un mot, faisant fi de la règle d'humilité qu'on lui impose trop souvent, la SNCB a voulu disposer une bonne fois (comme tous ses voisins) d'une série limitée de locomotives aptes à répondre aux besoins maxima qu'elle est appelée à satisfaire : les trains de voyageurs entre Bruxelles et Luxembourg et les trains cargo que réclame la sidérurgie.

#### Les données du problème

Chose déroutante pour un profane, le cahier des charges ne stipulait pas la puissance en traction, mais imposait la vitesse maximum en service — 160 km/h — et des efforts minima à la jante : 12 tonnes à la vitesse maximum, 23 tonnes au régime continu, 32 tonnes au démarrage. Le rapport 23/12, soit 1,92, donne déjà une bonne idée de la souplesse recherchée et (formule en main) on sait que 12 tonnes à 160 km/h font très exactement 5 234 kW ou 7 111 ch.

Par contre, étaient clairement prescrits : une puissance de 5 250 ch au moins en freinage rhéostatique, la configuration CoCo et un appareillage de traction à semi-conducteurs (diodes et thyristors), donc à réglage continu. La masse en service fixée à l'origine à 112 tonnes, ainsi que les moteurs entièrement suspendus, confirment le souci de ménager la voie, surtout avec un engin rapide. Les temps changent, les conceptions aussi; l'époque des moteurs suspendus par le nez est révolue. Seules les automotrices les utilisent encore par tradition, souci d'unification ou économie de construction, mais pour combien de temps encore ?

Il y avait enfin les prestations imposées lors des essais de réception. Les analyser serait trop long, mais on peut en établir une synthèse :

- en service voyageurs, remorquer un train de 17 voitures internationales, soit 850 tonnes, en soutenant 160 km/h sur Ostende-Liège, donc quasiment en palier et en rampes de 4 ‰, et enlever ce même train sur Bruxelles-Arlon, en rampes de 16 ‰;
- en service marchandises, remorquer des trains « tout venant » de 1 100 tonnes sur Namur-Arlon sans dépasser 80 km/h, de 1 500 tonnes entre Schaerbeek et Monceau (ligne 26/124, rampes de 13 ‰) et de 3 000 tonnes entre Anvers et Kinkempois, mais en évitant Ans, cela va de soi;
- en freinage rhéostatique, sur une pente de 16 ‰, pouvoir retenir et ralentir les trains de 850 tonnes (V) ou de 1 100 tonnes (M) de la vitesse maximum autorisée jusqu'au minimum possible, soit 35 à 40 km/h.

Donc, en bref, on voulait :

- doubler la puissance par rapport aux locomotives série 26, alors les plus modernes en service intérieur;
- pratiquer le 160 km/h, donc la vitesse plafond envisagée à cette heureuse époque où l'on croyait encore aux plans d'équipement et aux promesses gouvernementales;
- disposer d'une puissance pratiquement constante entre la vitesse maximum et la moitié de celle-ci, donc d'un moteur très souple, fondamentalement de tout engin mixte.

Finalement, en janvier 1973, quinze locomotives ont été commandées au tandem bien connu : le groupement ACEC, à Charleroi, et BN (La Brugeoise et Nivelles, à présent Constructions Ferroviaires et Métalliques, mais toujours BN en abrégé). Elles furent livrées à partir de juillet 1975. Un second groupe de dix locomotives identiques a été commandé en septembre 1975 et livré en 1977-78. Malgré trois ans de retard, la SNCB était ainsi la première au monde à mettre en service des locomotives à hacheurs de courant qui n'étaient pas des prototypes, tout comme elle fut la première à généraliser le hacheur de puissance moyenne dans le domaine des hautes tensions.

---

## **PARTIE MECANIQUE**

---

### **Conception générale**

Toute locomotive comporte deux parties, électrique et mécanique. La première est l'élément actif qui donnera à l'engin les performances attendues; à la seconde de lui en fournir les moyens. Une conception harmonieuse exige en pratique une collaboration de tous les instants entre mécanicien et électricien, le maître de l'œuvre imposant ses choix.

Le maître de l'œuvre, en l'occurrence, la SNCB, voulait comme toujours une locomotive robuste, simple à entretenir et à réparer, à même d'effectuer tous les services qui se présenteraient; une machine mixte et nullement un engin poussé. Donc un châssis robuste et une caisse réduite à sa plus simple expression : deux postes de conduite et un compartiment central totalement dégagé au bénéfice de l'accessibilité.

Donc également un bogie triple aux moteurs logés dans le châssis, ainsi qu'une suspension suffisamment souple pour passer n'importe où; une locomotive mixte fréquente des voies parfois médiocres. Lors des choix initiaux, on avait renoncé au bogie monomoteur. Les soucis causés par les BB série 26, qui entraient alors en service, étaient tels que l'on n'osait renouveler l'expérience. Mais on recherchait une adhérence du même ordre que celle des 26, si pas mieux. Il en sera question plus loin.

Restait à définir le bogie et à trouver l'inspiration. Le choix tomba sur le bogie Co de SLM, qui équipe les Ae 6/6 suisses, et cela pour trois raisons :

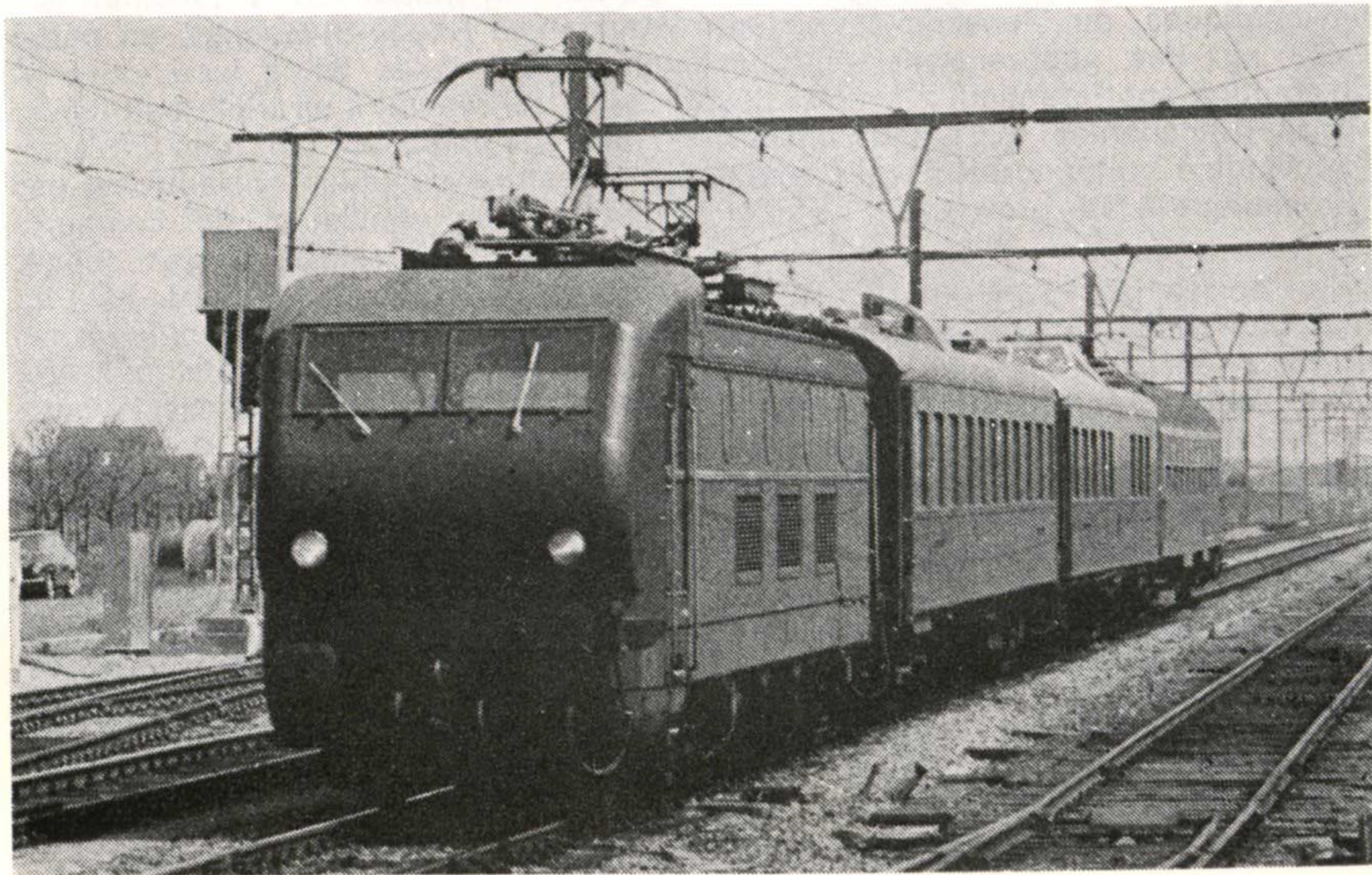
- d'abord, parce que sa technologie est familière en Belgique. En effet, plus de trois locomotives électriques belges sur quatre sont montées sur des bogies SLM, sans compter les diesel-électriques;
- ensuite, les CFF disent des Ae 6/6 qu'elles sont, de toutes leurs locomotives, celles qui coûtent le moins à l'entretien;
- enfin, il y avait la locomotive n° 11414. En juin 1969, cette Ae 6/6 dotée de la traction basse, avec transmission et suspension secondaire modifiées, avait roulé à 200 km/h dans de bonnes conditions sur la belle ligne de Bamberg-Forchheim, en Allemagne fédérale.

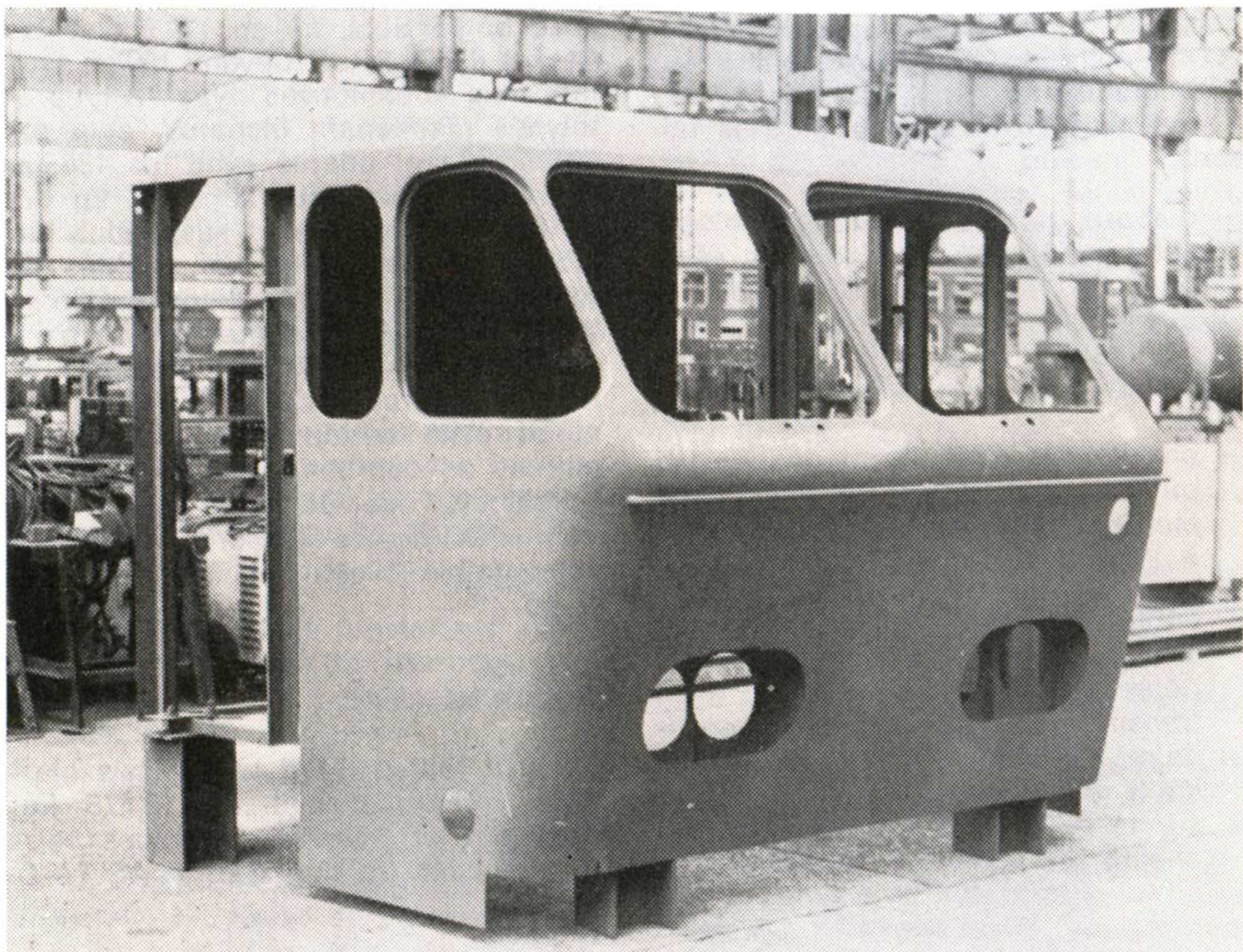
Le bogie SLM, né en 1945 avec les Ae 4/4 du BLS, est devenu belge avec les trois locomotives type 121, prototypes maintenant disparus, et a été définitivement adopté avec les 155 locomotives des séries 22 à 25. En dépit des lourds moteurs suspendus par le nez, le confort et les qualités de roulement de ces machines ont longtemps servi de critère. Elles n'ont malheureusement pas de biellettes de retenue latérale des moteurs, ce qui aurait évité certains chocs lors des entrées en courbes, surtout quand les coussinets des pattes d'appui montrent des signes d'usure... Mais ce point faible n'est pas imputable au bogie.

### Châssis et caisse

Il y a tout d'abord un châssis classique, rigide, pesant nu 12 475 kg; longerons et traverses sont des caissons soudés en tôle d'acier AE 24 C.

En mai et juin 1969, des parcours d'essai à grande vitesse furent effectués entre Aalter et Landegem, sur la ligne Bruxelles-Ostende, afin de déterminer le profilage des locomotives quadricourant de 7 000 ch dont la SNCB envisageait la construction à l'époque. A cet effet, la locomotive n° 124.001, future 2401, avait été pourvue d'un avant-corps expérimental et de pantographes monobranches Faiveley. La 124.001 était en fait la 123.083 modifiée (suspension élastique des moteurs, transmission ACEC type G). Remise à l'état d'origine en 1974, elle porte à présent le n° 2383. Notre document montre le passage de la rame d'essai à 200 km/h. Photo SNCB.





**Ensemble de cabine de conduite réalisé en tôle d'acier soudée de 4 mm d'épaisseur.**

Photo Y. Steenebruggen.

**Page suivante : vue du châssis de la locomotive montrant le caniveau central où sont regroupés le câblage électrique et les tuyauteries pneumatiques.**

Photo BN.

Ce châssis comporte, dans le compartiment central, un caniveau regroupant le câblage et les tuyauteries pneumatiques qui, ensemble, pèsent 1 400 kg. Les appareils de choc et de traction sont identiques à ceux des séries précédentes et, à tout hasard, l'application ultérieure de l'attelage automatique a été prévue.

La caisse est tout aussi simple : une charpente soudée en profilés U et tôles pliées, des tôles de revêtement atteignant parfois l'épaisseur respectable de 4 mm, le tout soudé. Une ceinture paratélescopique protège et renforce les postes de conduite, tandis que chaque long-pan est découpé pour permettre le montage de 14 persiennes de ventilation. Ces dernières, faites de U imbriqués, offrent une surface totale de 16,2 m<sup>2</sup>, ce qui est beau, et une section utile de passage de 2,8 m<sup>2</sup>, ce qui est peu. Le lanterneau sert à évacuer l'air surchauffé par les rhéostats de freinage.

Le profilage (l'aérodynamisme) résulte d'essais poussés, réalisés en partie sur maquettes à l'Institut von Karman, à Rhode-St-Genève, en partie en ligne à l'aide de la locomotive n° 124.001. Il répond à un triple but: limiter l'onde de choc sur un train croiseur, assurer une captation correcte, ne pas perturber la ventilation du compartiment central. L'esthétique fait songer à la série 16, mais la ligne est, dirions-nous, à la mode. Chaque réseau recherchant les mêmes qualités aérodynamiques pratique des essais comparables qui mènent à des formes très proches les unes des autres. Seule la France se base sur un critère différent, la visibilité et l'absence de reflets, pour les silhouettes de ses locomotives.

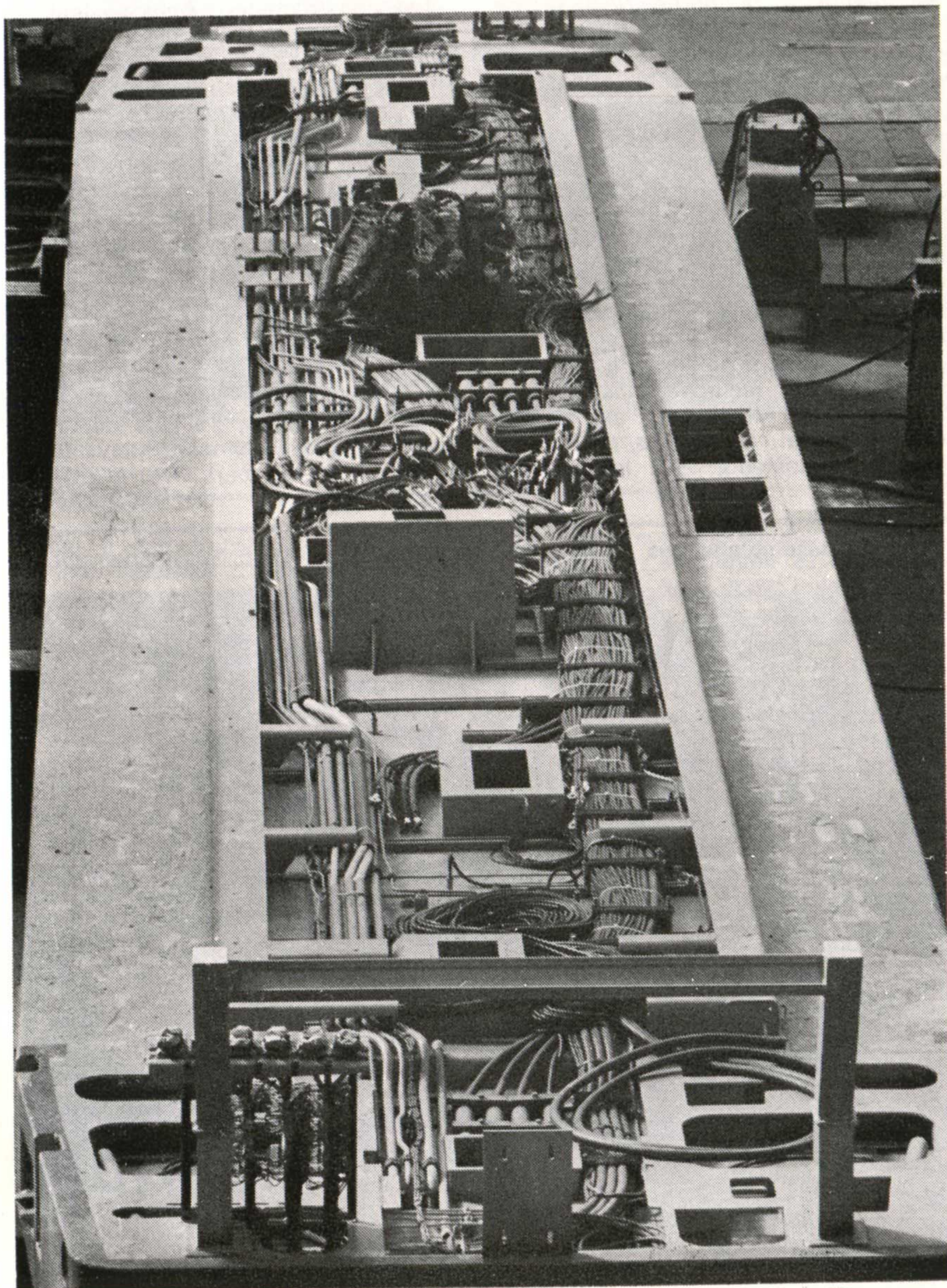
Avec leurs grands pare-brise inclinés à chauffage incorporé et les vitres d'angle, les postes de conduite sont réellement panoramiques et of-

frent une superbe visibilité. Le côté négatif est l'ensoleillement généreux, les angles non protégés et les problèmes d'étanchéité que peuvent causer les vitres galbées; en technique, tout est compromis.

Innovation en Belgique : les ramasse-corps. Non pour prévenir les chutes

de pierres comme sur les lignes de montagne, mais à cause d'actes de malveillance qui n'ont que trop tendance à se multiplier.

Reste la toiture, totalement constituée de panneaux amovibles. Tout l'appareillage préassemblé en blocs est introduit ou retiré par le haut.



## Le bogie et sa philosophie

S'inspirer du bogie SLM des Ae 6/6, même modifié, était une chose. L'adapter aux exigences de la locomotive belge en était une autre, car, dans ce bogie, on trouve trois gros moteurs monophasés à 14 pôles qui dépassent largement le châssis, puis la transmission BBC à ressorts logés dans la couronne dentée. Un moteur est monté à la perpendiculaire de l'essieu central, les deux autres sont disposés en oblique par rapport aux essieux extrêmes, le tout formant une pyramide symétrique voulue pour limiter l'empattement (toujours les courbes du Gothard) et aussi pour concentrer les masses au centre.

En effet, et bien que nos amis Français n'eussent pas encore mis le dogme en formule au moment où ce bogie fut conçu (1949-50), on avait déjà pressenti toute l'importance d'un rapport  $l/a$  aussi faible que possible («  $l$  » étant le moment d'inertie d'un bogie complet autour de l'axe de symétrie vertical, tandis que «  $a$  » désigne l'empattement). Plus les masses

sont concentrées autour de l'axe vertical, plus l'inertie est limitée et le lacet (le plus redoutable de tous les mouvements parasites) plus facile à vaincre. Augmenter l'empattement est aussi une solution, mais on accroît alors la longueur, donc le poids, donc l'inertie, sans compter qu'un bogie trop long s'inscrit malaisément en courbe.

Les constructeurs belges avaient un atout : à puissance égale, un moteur à courant continu peut être moins encombrant que son homologue monophasé et 20 ans de progrès technique pouvaient être exploités. Les ACEC ont construit un moteur léger, rapide et peu encombrant, bien qu'isolé à 3 000 V. De tels moteurs se dissimulent aisément dans un châssis; restait à les disposer.

Or, deux exigences se présentaient : ne pas créer de protubérance au-dessus du bogie, donc ne pas empiéter sur le plancher de la caisse, puisqu'il fallait loger un appareillage important (surtout dans la version polycourant initiale). D'autre part, les ACEC te-

**Chaîne d'assemblage des caisses des locomotives.** Photo Y. Steenebruggen.





**La 2010 en tête du train 391 Bruxelles-Luxembourg. Courrière, juin 1978.**

Photo E. Van Hoeck.

naient à leur transmission « G » qui, comme toutes les transmissions de ce genre, impose que l'axe des moteurs coïncide autant que possible avec le plan horizontal des essieux.

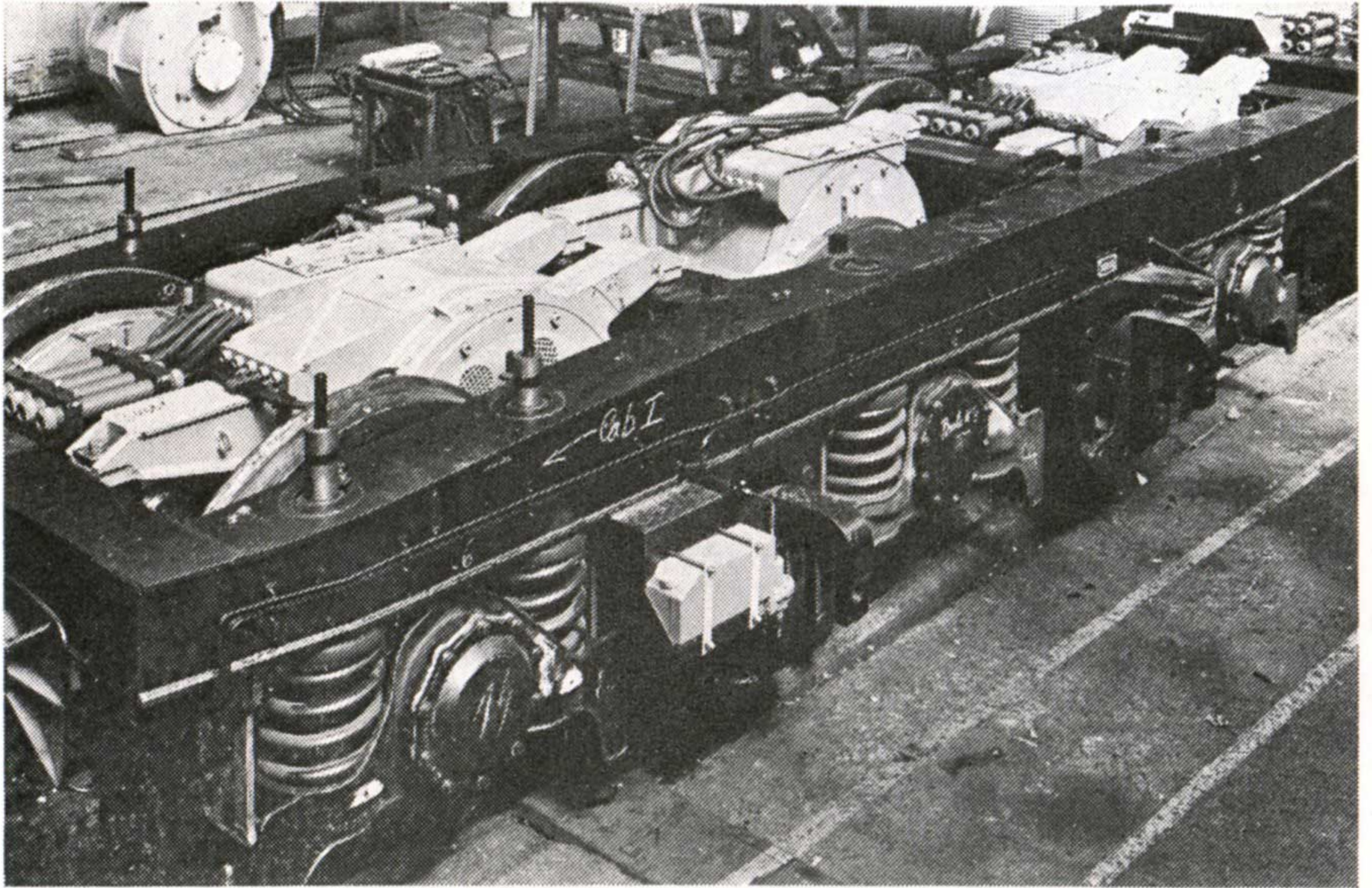
On a donc disposé les moteurs dans le châssis selon une même orientation, chaque moteur derrière l'essieu qu'il entraîne, le troisième se trouvant entre l'essieu arrière et la traverse d'extrémité. Avec cette disposition, le couple de basculement (le déchargement) est réduit au minimum et c'est pourquoi elle a parfois été choisie pour des locomotives à marchandises. L'empattement demeure limité et symétrique, assurant une bonne inscription en courbe, mais la masse du bogie pris isolément est déséquilibrée et l'inertie angulaire accrue par ce troisième moteur littéralement en porte-à-faux. Connaissant le risque, on comptait sur une suspension verticale à basse fréquence, sur un rappel efficace et sur les possibilités d'amortissement pour assurer la tenue de voie.

Le bogie des 20 est donc un bogie BN-SLM : châssis en caissons soudés avec deux longerons et quatre traver-

ses, dont deux intermédiaires et deux d'extrémité. Le guidage est celui des séries 22 à 25 : deux colonnes enchâssées dans le longeron guident la boîte, laquelle coulisse sur les colonnes par des buselures en bain d'huile; un silentbloc extérieur assure en outre une légère flexibilité. Les essieux creux, forés à 60 mm, reçoivent des roues monobloc et sont montés sur des roulements SKF à rouleaux cylindriques lubrifiés à la graisse, à raison de deux roulements par boîte.

Cette suspension primaire présente deux particularités : les roulements des essieux extérieurs ont un jeu axial de plus ou moins 10 mm sur leurs bagues intérieures, jeu constamment contrôlé par des ressorts hélicoïdaux préchargés de manière à faciliter l'inscription en courbe. D'autre part, des amortisseurs secs sont montés de part et d'autre des assises des ressorts. Ces derniers ont une flexibilité de 2,025 mm/tonne bogie.

On notera l'utilisation de la traction basse bien connue, avec de courtes barres. Le freinage électropneumatique comporte un bloc-frein SAB type



**Ci-dessus et en page suivante : vues du bogie BN-SLM équipé de ses trois moteurs de traction.** Photos BN.

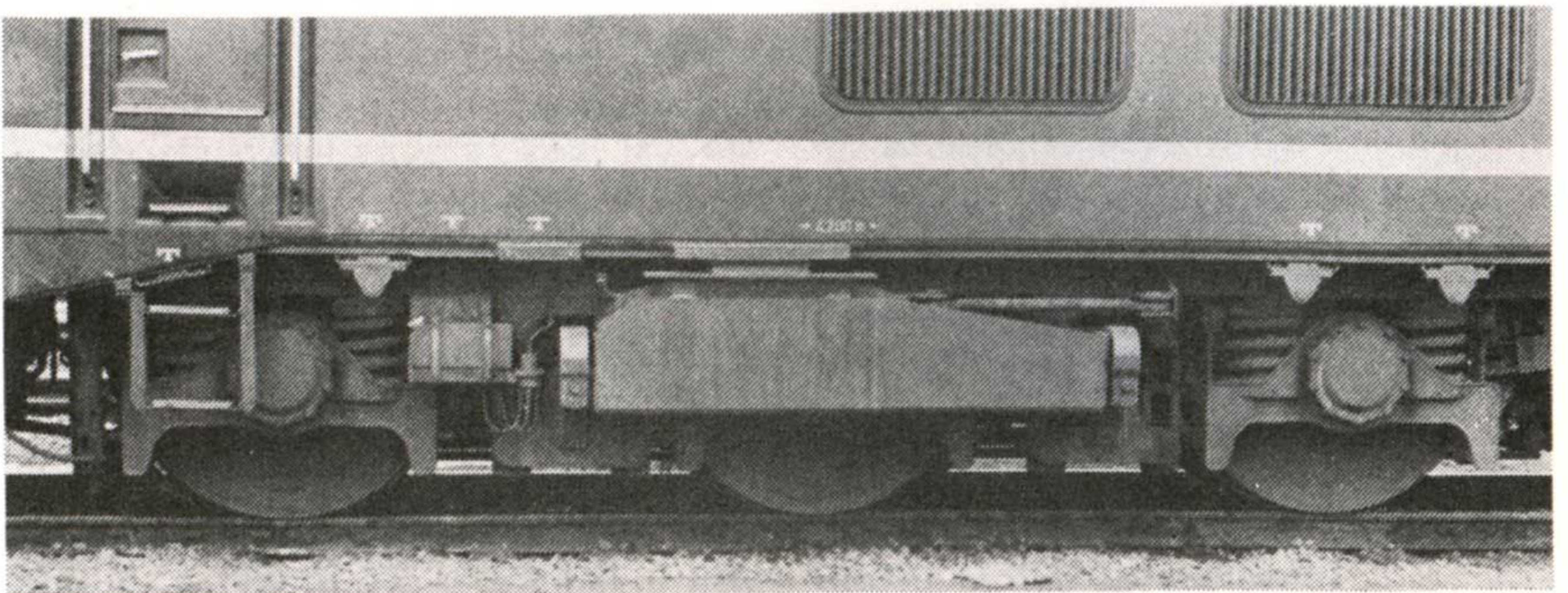
BF 2 à deux semelles en fonte par roue. Le graissage des boudins s'effectue au moyen d'un système Sécheron agissant sur les roues des essieux extrêmes de chaque bogie. Pour assurer le retour de courant au rail, les balais en bouts d'essieux étant exclus de par la présence des ressorts de rappel, chaque essieu a été pourvu d'une couronne sur laquelle frottent trois balais. Le frein à main agit sur les six blocs-frein du bogie voisin. Quant au sablage électropneuma-

tique, il a été uniquement prévu sur le premier essieu de la locomotive, dans chaque sens de marche, bien entendu.

La suspension secondaire, donc la liaison entre caisse et bogie, est beaucoup plus complexe. Outre le rôle fondamental de report de la charge, elle doit assurer les liaisons transversales et l'amortissement des mouvements relatifs. Un résultat positif ne pouvait être attendu qu'en réalisant des liaisons souples, de manière à obtenir

**Vue du bogie en place sous la caisse. Outre le volumineux « sommier » dissymétrique contenant l'ensemble de la suspension secondaire, on remarquera la bielle horizontale qui relie les appuis de caisse au châssis du bogie.**

Photo Y. Steenebruggen.

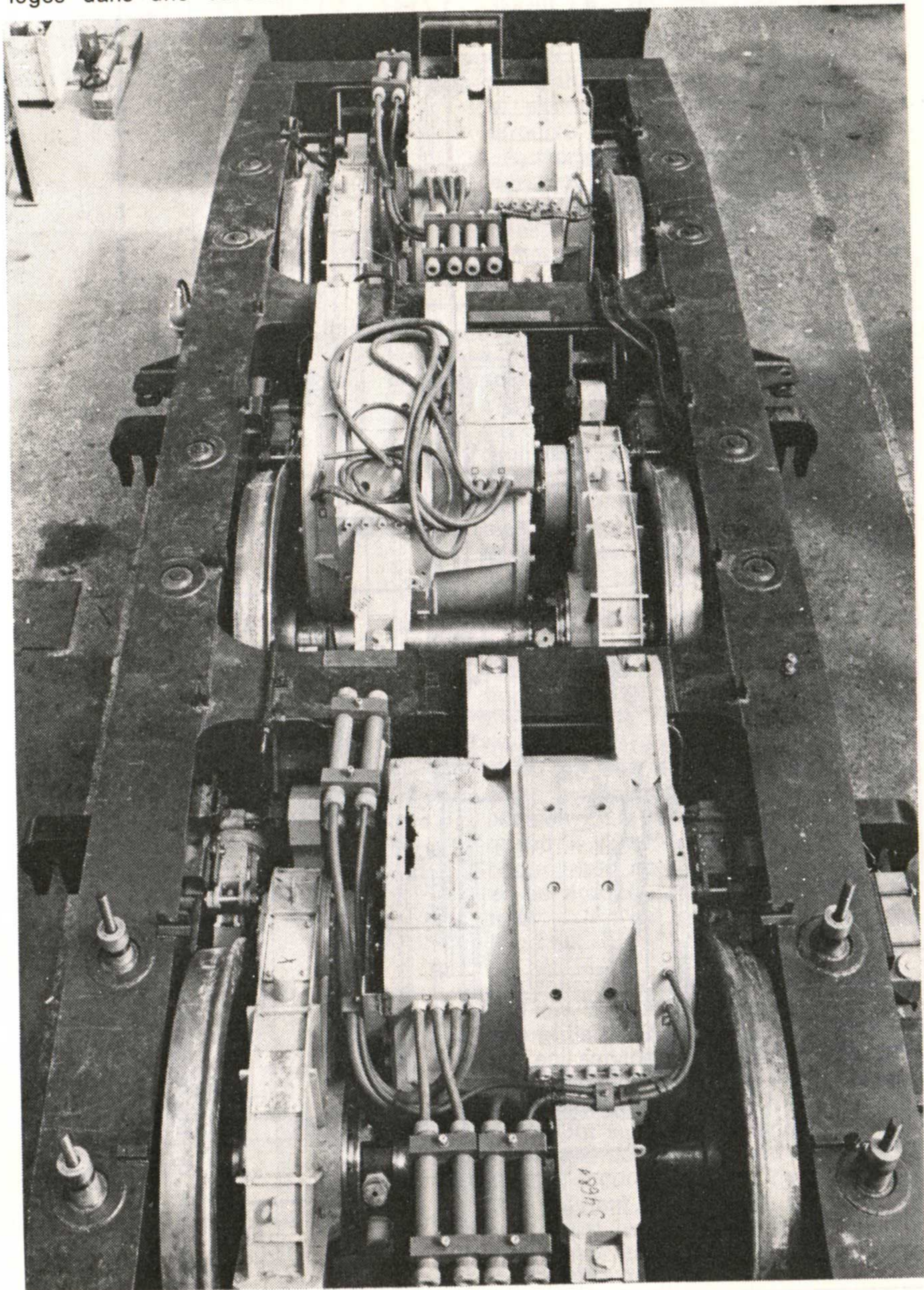


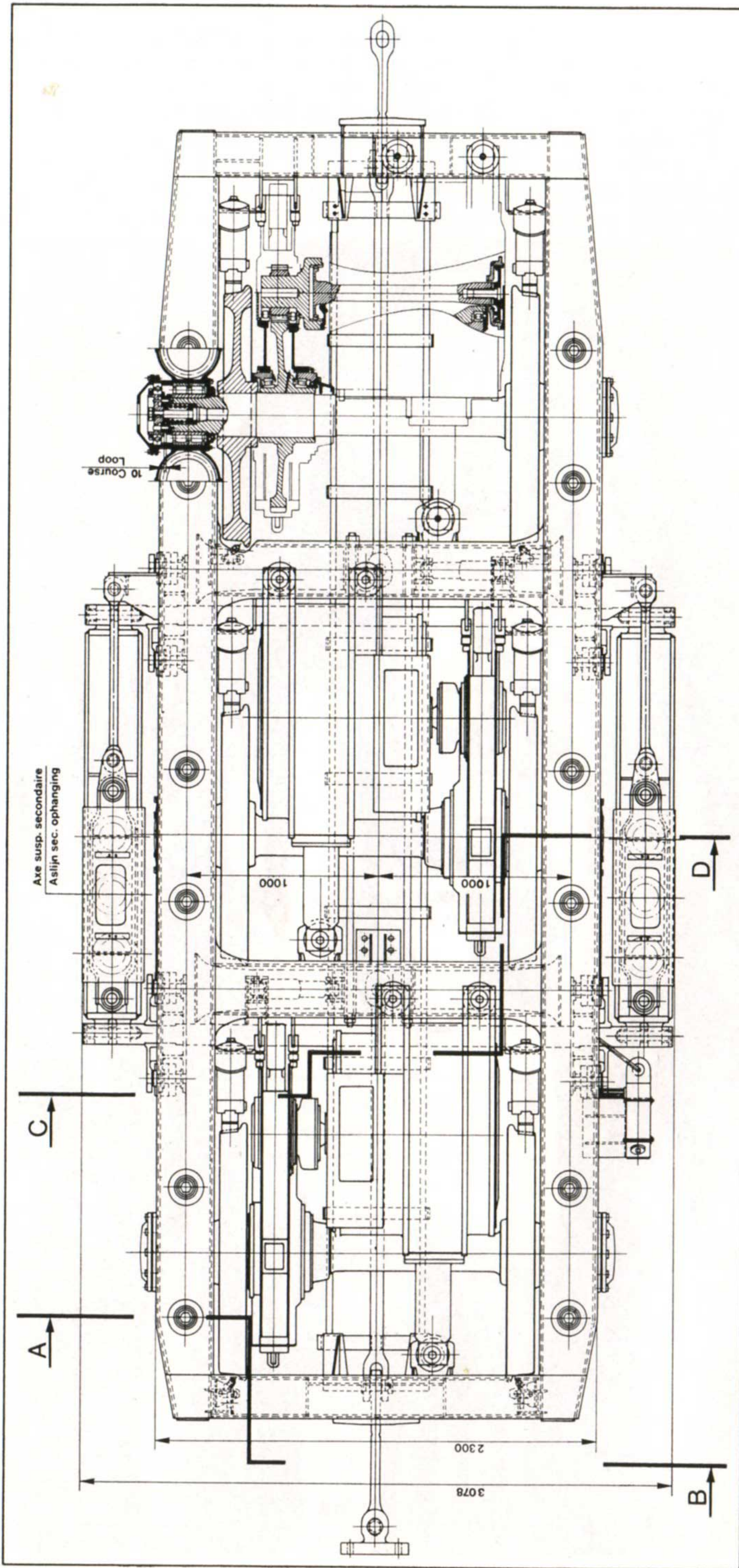


de basses fréquences, et en découplant les masses.

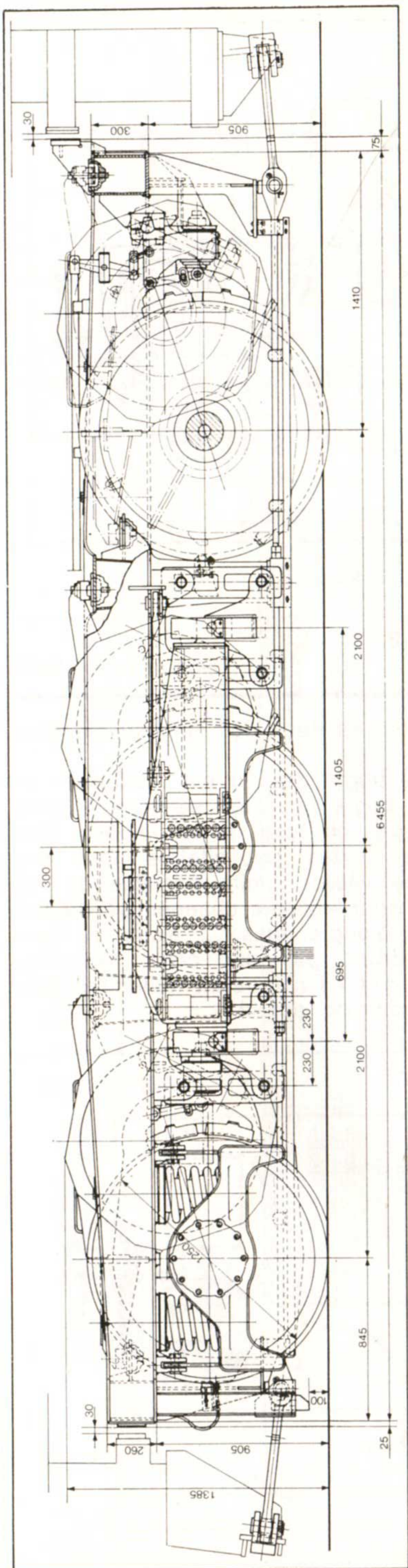
Au départ, la caisse repose sur chaque bogie par l'intermédiaire de deux appuis garnis d'un patin de glissement en Teflon, portant sur une plaque montée sur rotule. Patin et plaque sont logés dans une cuvette étanche for-

mant bain d'huile et reliée au châssis du bogie par une bielle horizontale sur silentblocs. A son tour, chaque cuvette reporte la charge sur la suspension secondaire proprement dite : trois groupes de deux ressorts hélicoïdaux concentriques, encadrés par deux amortisseurs hydrauliques Koni. La flexibilité est de 2,4 mm/t bogie.





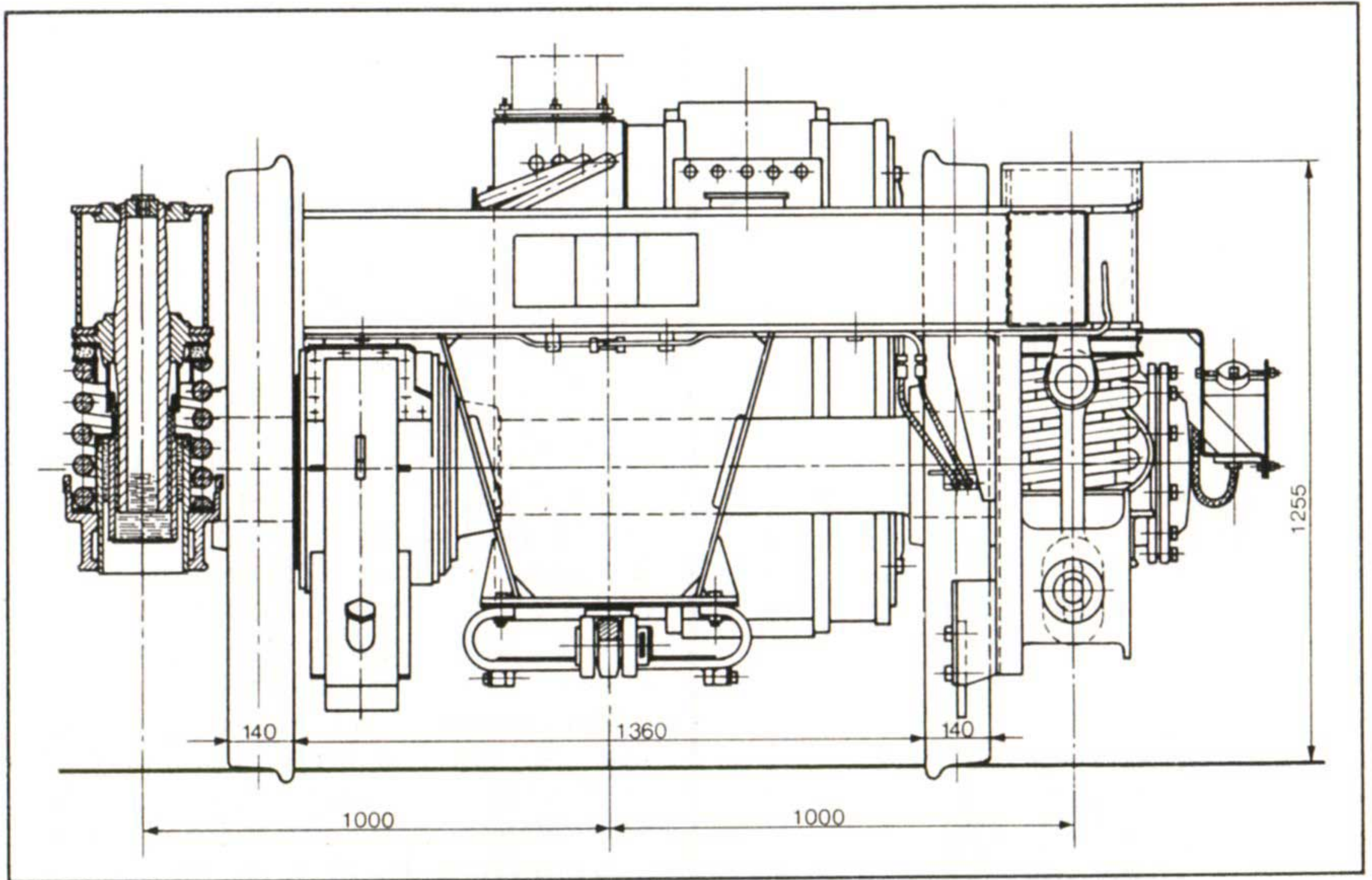
Ensemble du bogie BN-SLM. Vue en plan. Voir coupes AB et CD en page 18.



L'ensemble de la suspension (cuvette, ressorts et amortisseurs) est logé dans une poutre de charge dissymétrique, dite sommier, bien visible à l'extérieur de chaque bogie. La dissymétrie rétablit l'égalité de la charge par essieu. Enfin, les deux sommiers d'un bogie sont fixés aux extrémités de deux robustes balanciers transversaux, passant sous les longerons, et dont la forme à double col de cygne fait songer aux bogies Pennsylvania d'autrefois. L'attache sommier-balancier, rigide, est assurée par un emboîtement verrouillé par une broche de manière à former un cadre indéformable. Ce cadre est suspendu aux longerons par quatre paires de longs pendants inclinés, fixés aux balanciers. L'action d'amortissement et de rappel, obtenue par les lissiers et l'obliquité des pendants, est complétée par deux amortisseurs horizontaux Koni, du type à diagramme carré. Ces derniers opposent d'abord une forte résistance à toute amorce de mouvement de lacet, puis l'amortissent sur une demi-oscillation. Ainsi, la caisse flotte librement par rapport aux bogies, la course transversale limitée par des butées pouvant atteindre 50 mm. La seule liaison est axiale et résulte de l'action de la barre de traction.

Même avec les perfectionnements apportés en Belgique, notamment l'adjonction d'amortisseurs anti-lacet, le bogie des locomotives série 20 est bien dans la tradition SLM. Evidemment, comparée aux suspensions Flexicoil ou aux sandwichs caoutchouc-acier, si répandus aujourd'hui, la suspension SLM accuse son âge. Mais quand il fallut, vers 1969, choisir un bogie triple apte à tenir le 160 km/h en service courant, le choix était restreint... Il n'est guère plus vaste aujourd'hui.

L'apparence n'est rien, l'essentiel est que ce soit un bon bogie. Il avait donné lieu à des craintes avant la mise en service, tellement il prend à contrepied le dogme de la concentration des masses. Les premiers parcours ont suffi à convaincre les inconditionnels du 1/a; la tenue de voie des 20 est encore meilleure que celle des 23, pourtant célèbres à ce point de vue. C'est la plus confortable locomotive à six essieux moteurs que nous connaissions.



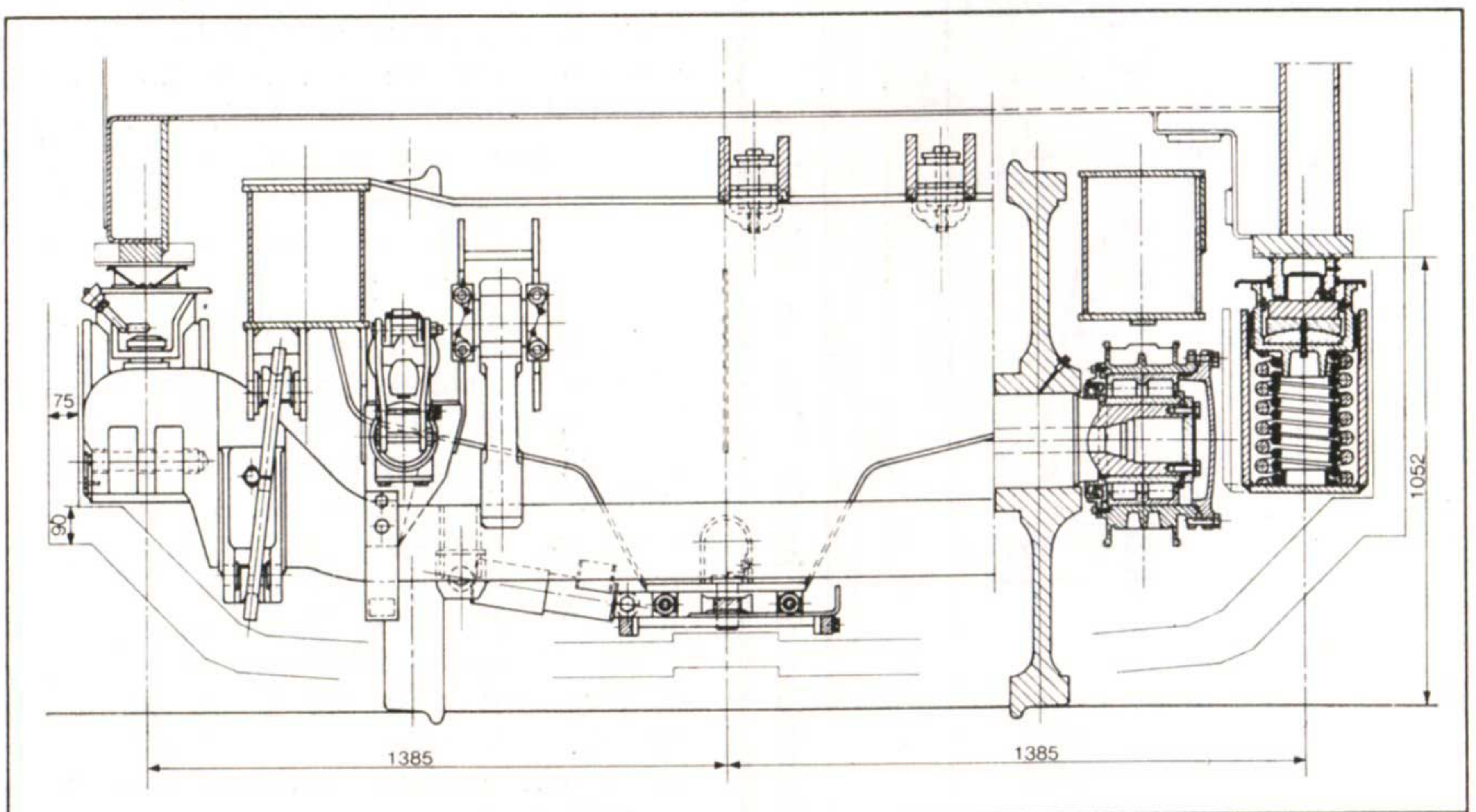
**Ensemble du bogie. Vue en bout, coupe AB.  
En bas de page, coupe CD.**

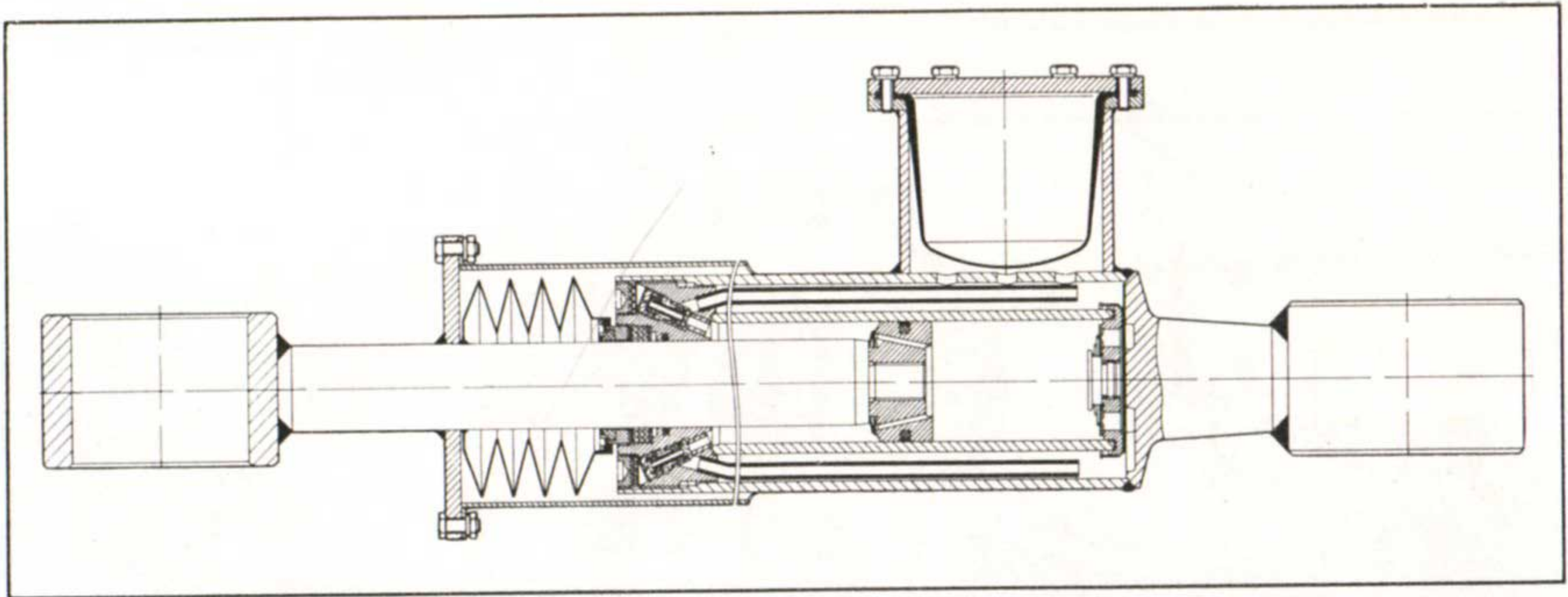
Documents SNCB.

Bien sûr, les jambes d'un observateur debout dans une cabine de conduite ne sont pas un critère très scientifique... Après quelques mois de service, on a donc procédé à des mesures en ligne, les essais s'effectuant jusqu'à 170 km/h sur la ligne 96, entre Tubize et Jurbise. Sans entrer dans les détails, on peut dire que les essais ont confirmé que les accélérations transversales sont très modérées et que les efforts latéraux restent net-

tement en deçà des limites prescrites.

Le bogie des 20 est réellement un bon bogie pour les services à assurer par ce type de locomotive. Certains textes publicitaires font état d'une vitesse limite possible de 225 km/h par « simple changement du rapport d'engrenages »... Nous ne nous étendrons pas sur cette hypothèse dont l'utilité n'apparaît nullement dans le contexte actuel.



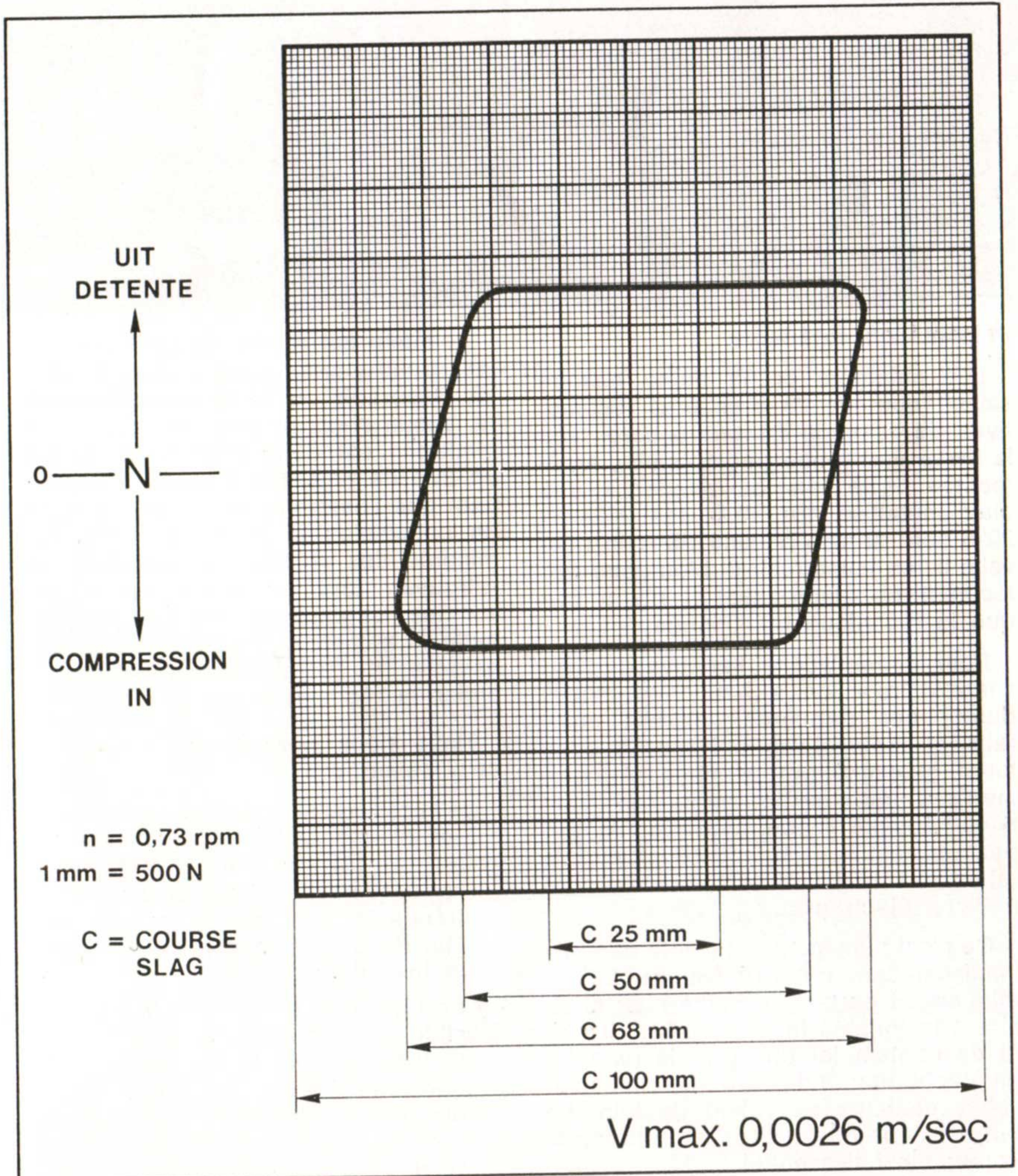


Coupe de l'amortisseur anti-lacet Koni à diagramme « carré ».

Document Koni.

Ci-dessous : diagramme effort-course de l'amortisseur Koni.

Dessin de Phil Dambly.





### Présentation extérieure

Les amateurs de la petite histoire savent que les 23 premières locomotives de la série 20 ont encore reçu la livrée vert foncé traditionnelle, agrémentée cette fois de bandeaux gris clair métallisé. En 1978, les 2024 et 2025 sont sorties d'usine dans la nouvelle livrée jaune clair et bleu acier des locomotives électriques; il n'y a pas que la technique qui change.

Pour remplacer l'ennuyeux vert « ferroviaire », on a beaucoup innové durant ces dernières années: autorails et locomotives polycourant, voitures standard européennes et automotrices quadruples; nous en passons. Aucune livrée nouvelle n'a cependant soulevé autant de commentaires que le jaune et bleu des locomotives électriques.

Ce n'est nullement notre rôle de nous immiscer dans cette polémique. Scientifiquement parlant, le jaune clair choisi est la tonalité la plus visible; il suffit de contempler une grande gare ou un dépôt pour admettre que les nouvelles couleurs se voient de loin. Le but est donc atteint et la sécurité améliorée; c'est l'essentiel.

Le reste est affaire de goût personnel, donc parfaitement subjectif. Motifs décoratifs ou teinte complémentaire, aucun choix ne pourrait faire l'unanimité; il est donc superflu d'émettre un avis de plus. Nous pensons cependant que l'harmonie doit s'insérer dans un ensemble: le train. La teinte dominante des voitures devrait donc se retrouver, tout au moins en partie, sur les locomotives. D'autre part, limiter le nombre des variantes est souhaitable, ne serait-ce que pour simplifier la tâche des ateliers.

Nous nous permettrons néanmoins deux remarques:

- d'abord, qu'avec les nouvelles teintes claires et les émaux modernes au brillant durable, la crasse se remarque vite. Des lavages plus fréquents sont donc souhaitables. Qui donc a dit que la propreté est le luxe du pauvre?
- ensuite, que la tonalité la plus visible perd toute vertu sitôt la nuit tombée. Ne faudrait-il pas envisager pour l'avenir les trois fanaux disposés en triangle? Les références ne manquent pas chez nos voisins.

## PARTIE ELECTRIQUE

La partie électrique présente trois particularités :

- moteurs à excitation séparée, mais à « image série »;
- appareillage de traction à hacheurs à thyristors;
- auxiliaires alimentés en triphasé.

### Le moteur ACEC type LE 772 G

Le moteur série monophasé à champ de commutation déphasé, le moteur direct, arrive au terme de sa belle histoire. Le moteur triphasé asynchrone introduit enfin un paramètre nouveau, la variation de fréquence, mais n'est encore qu'une hypothèse favorable. Pour le moment, le moteur de traction par excellence est toujours le moteur série à courant continu, n'importe le courant pris à la caténaire.

Depuis la dernière guerre, les progrès les plus spectaculaires ont été du domaine de l'appareillage. Rhéostats soufflés, démarrage automatique et vitesse imposée, graduateurs, transducteurs, redresseurs de tous types et diodes commandées ont permis de tirer toujours davantage des moteurs en reculant les limites d'utilisation pratique, mais le moteur en lui-même a peu évolué. Certes, il y a eu des progrès considérables dans le calcul, l'usinage, la soudure, les isolants surtout, mais du point de vue de la conception, du rendement et de la souplesse, un bon moteur série d'il y a quarante ans ne diffère pas tellement de ce qui se fait aujourd'hui. On avait sans doute déjà atteint un plafond, ou presque. Les bénéficiaires des techniques modernes, en fait de moteur, ont été la masse, la fiabilité et les frais d'entretien.

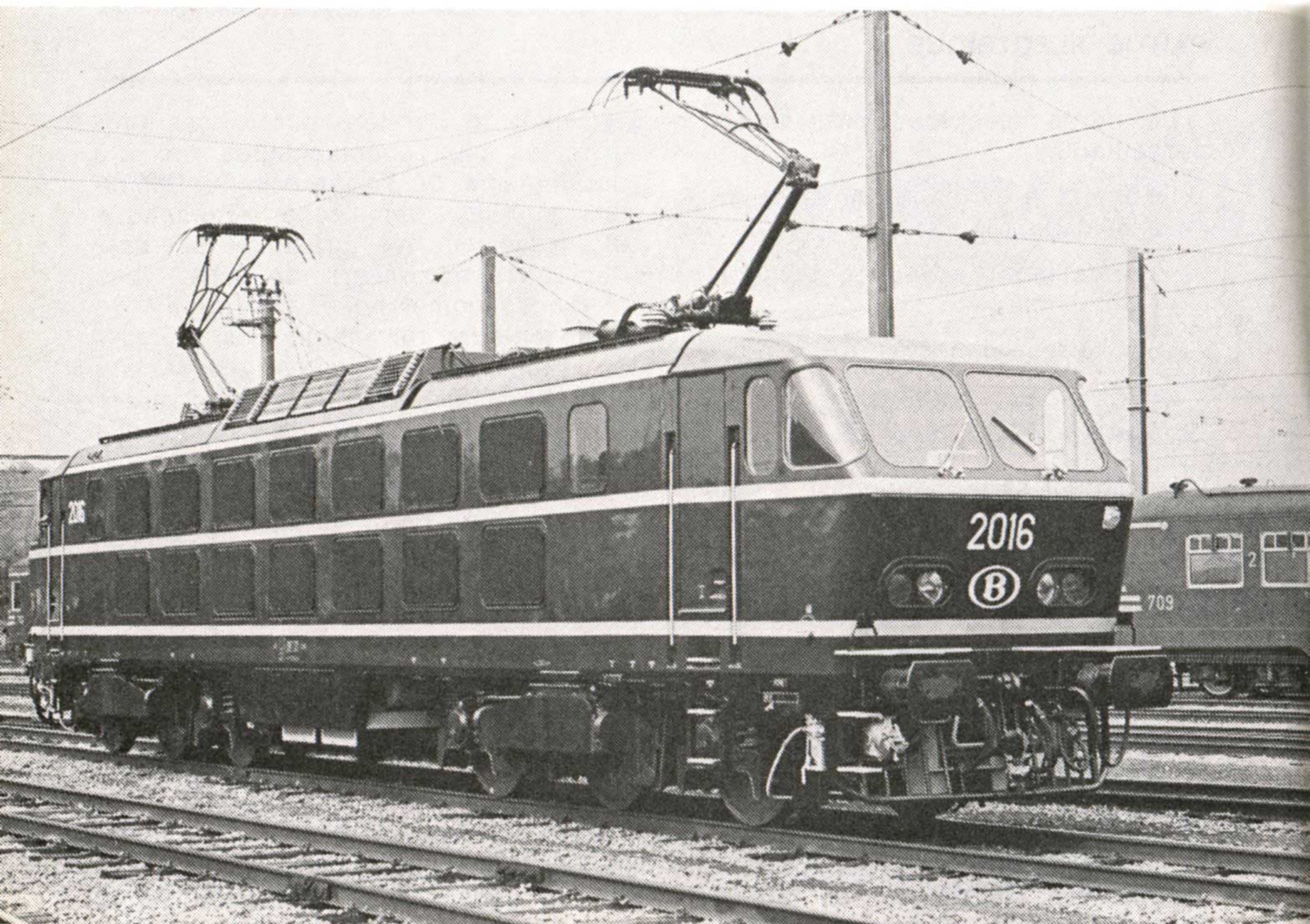
**Page précédente : la 2024, portant la nouvelle livrée jaune et bleu acier des locomotives électriques, en tête d'un train de vacances à destination de la Suisse. Mirwart, septembre 1978.**

Photo E. Van Hoeck.

**Ci-dessous : arrivée d'un train Milan-Ostende à Bruxelles-Midi, assuré par la 2019. Mars 1978.**

Photo Y. Steenebruggen.





**La 2016, première unité de la deuxième tranche, photographiée au dépôt de Ronet en septembre 1977. Alors que les quinze unités de la première tranche sont munies de tampons de 650 mm du type « voyageurs », les dix suivantes ont été dotées de tampons de 620 mm, du type « wagon », à grande capacité d'absorption (la tige de ces tampons renforcés devient manchon et enveloppe le faux tampon).**

Photo E. Van Hoeck.

Etudié dès 1969 pour la version polycourant, le moteur ACEC LE 772 G devait être alimenté non seulement en continu haché, mais aussi en monophasé redressé. Le projet initial prévoyait en effet des hacheurs dont thyristors et diodes se combinaient en ponts mixtes sous une caténaire monophasée; c'est la technique maintenant utilisée par les TGV français. Le moteur étudié à l'époque fut intégralement conservé pour la version monocourant.

Le moteur LE 772 G est à excitation séparée, isolé à l'induit pour 3 kV en ligne, mais bobiné pour 950 V, à six pôles principaux et six pôles auxiliaires de commutation, non compensé et à ventilation forcée. Il possède six lignes de balais, à deux balais par ligne. Entièrement suspendu,

il a des pôles et une carcasse feuilletés. Enfin, il est isolé entièrement en classe F avec post-imprégnation globale.

De construction très classique, ce moteur présente une particularité essentielle : l'excitation séparée. Le courant de traction, c'est-à-dire le courant principal ou d'induit, ne passe pas par les bobinages inducteurs des pôles. L'excitation est réalisée à l'aide d'un courant continu, ou plus exactement d'un triphasé redressé par un pont tout thyristors. L'électronique de pilotage assure entre les courants d'induit et d'inducteur un rapport de proportionnalité équivalent à celui que l'on obtient dans le couplage série classique, d'où l'expression « image série ». On peut imputer à ce concept des avantages mineurs qu'il est superflu de détailler ici.



L'excitation séparée avait une justification. Dès l'origine des études, alors qu'il n'était encore question que de polycourant, la SNCB voulait déjà que ses grosses CC ne soient pas seulement des locomotives pour TEE, mais bien des engins mixtes. Par conséquent, il fallait pouvoir remorquer des charges aussi élevées que possible et, surtout, pouvoir démarrer avec elles, critère essentiel en service marchandises. Il se fait qu'avec des hacheurs de courant, les intensités prises au démarrage par les moteurs ne sont plus limitées par le rhéostat (voir l'exemple des 18), mais par la capacité même du hacheur et par les possibilités de captage. Or, on sait qu'avec un hacheur, l'intensité prise au démarrage est minime au départ. On peut donc utiliser les possibilités de surcharge des moteurs sans autre restriction que les normes constructives. Le corollaire est que toutes les mesures doivent être prises pour utiliser cette possibilité de surcharge en pratique. Il faut, par conséquent, améliorer le coefficient d'adhérence, en d'autres mots, relever le seuil de patinage.

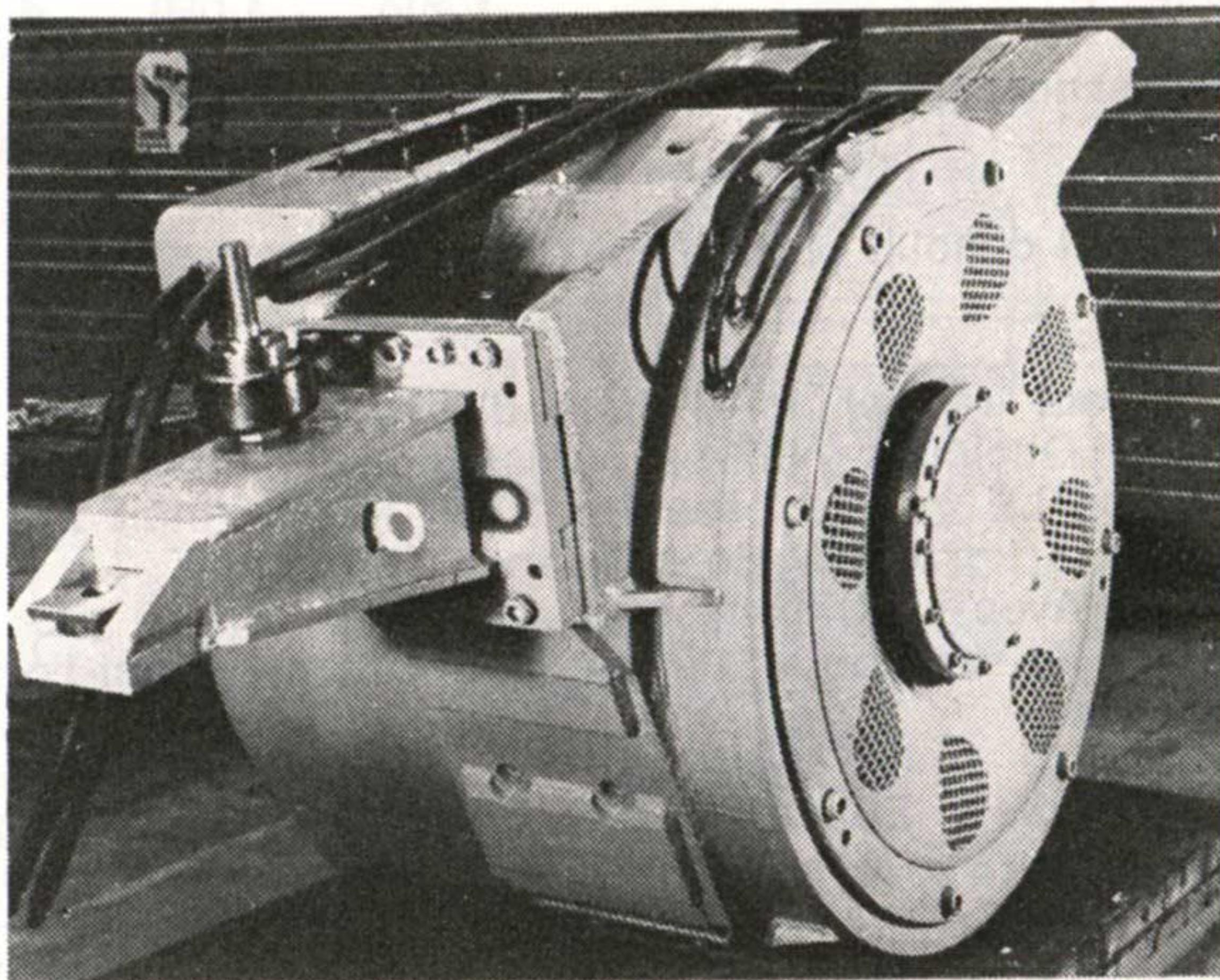
Il se fait qu'avec l'excitation séparée, la moindre amorce de patinage (événement imprévisible, donc non programmé) vient rompre l'image série. La courbe caractéristique effort-vitesse devient alors quasi verticale au diagramme, provoquant une sorte d'auto-enrayage. Il peut y avoir glissement temporaire et perte partielle d'adhérence, mais un vrai patinage

suivi d'emballlement n'est pratiquement plus à redouter. Les essais ont d'ailleurs prouvé qu'il en était bien ainsi. Nous y reviendrons plus loin.

★

Que le moteur LE 772 G ne soit pas compensé n'a rien de surprenant; c'est presque une tradition à la fois aux ACEC et à la SNCB. L'intérêt de l'enroulement de compensation de la réaction longitudinale d'induit est indiscuté, nonobstant la complication et le surcroît de prix qu'il entraîne, mais rares sont les moteurs compensés de locomotives modernes qui dépassent les 70 % de réduction du champ. La Belgique a toujours aimé ses moteurs simples, si pas rustiques, qui ne causent aucun souci sur le plan commutation; elle n'a pas de raison d'en changer. Mais ceci n'est nullement une critique de ce qui se fait ailleurs.

Dans l'optique belge, on peut dire de la ventilation forcée qu'elle va de soi pour tout moteur astreint à des démarrages pénibles (fortes charges et longues rampes). En tractionnant à intensité et couple quasi constants proches des maxima, vitesse et puissance ne croissant que lentement, l'évacuation efficace des calories est un impératif dès le premier tour de roues; elle aussi peut conditionner la charge limite. L'autoventilation se comprend parfaitement, mais avec une sérieuse réserve de puissance, des accélérations de courte durée, en un mot, pour un moteur utilisé normale-



**Le moteur de traction  
ACEC type LE 772 G.**  
Photo ACEC.

ment près de son régime de rotation maximum : automotrices et engins de vitesse sur lignes de faible relief (à moins de disposer de la biréduction). Mais la locomotive mixte, donc à marchandises, a d'autres exigences; l'inertie thermique n'est pas tout, même avec de gros moteurs.

L'isolation classe F avec imprégnation globale aux résines Epoxy « Nomicacec » assure à la fois une très bonne évacuation des calories et une étanchéité remarquable. Son aptitude au vieillissement est prometteuse. S'il fallait construire un tel moteur maintenant, on passerait probablement aux isolants classe H aux résines Silicone sans solvant, ce qui garantirait un relèvement de la température limite et partant, un gain de puissance de l'ordre de 6 à 7 %. Mais ces isolants n'étaient pas utilisables industriellement quand on fabriquait les moteurs de la future série 20.

Il faut ajouter que ce moteur est « carré », non par sa forme géométri-

que, mais parce que les chiffres des volts et des ampères sont sensiblement égaux (950 V et 945/990 A). Une loi expérimentale démontre que tout organe électrique répondant à ce critère offre le rendement optimum, et c'est l'ambition des électriciens d'y parvenir. Dans le cas présent, la tension en ligne, le couplage, la puissance unitaire favorisaient le constructeur, mais ce ne sera pas toujours possible.

Enfin, c'est un moteur moderne d'où l'on a éliminé toute matière inactive. Il y a beaucoup moins de fer dans un rotor qu'autrefois, d'où un allègement et un arbre d'induit évidé de forme « bouteille », très utile par ailleurs pour la transmission. Chaque moteur est fixé au châssis du bogie en trois points, avec interposition d'un intercalaire élastique, l'assemblage étant assuré par un robuste boulon. Le tableau suivant résume les performances de ce moteur (il s'agit des valeurs définitives après essais) :

#### REGIMES DE DEFINITION DU MOTEUR ACEC LE 772 G

		Continu	Uniho- raire	Grande vitesse	Maximum
Tension :	V	950	950	950	950
Courant d'induit :	A	945	990	990	1 245
Courant inducteur :	A	176	186	60	-
Champ inducteur :	%	100	100	30	100
Vitesse :	t/min	1 080	1 070	2 170	
Puissance sur l'arbre :	kW	855	903	870	
	ch	1 162	1 228	1 183	
Courant d'induit en freinage :	A				870

Il faut relever ici l'effort d'allègement. Quelques chiffres suffisent : le moteur LE 772 G pèse nu 3 530 kg, soit 4,13 kg au kW de puissance continue. Avec la transmission complète, la masse est de 4 600 kg, soit 5,38 kg/kW.

Le moteur ES 541 des locomotives quadricourant série 16 pèse 3 400 kg sans accessoires et 4 150 kg avec engrenages et carter pour 655 kW de

puissance continue. On trouve donc 5,19 ou 6,34 kg/kW. Pour l'époque, c'était un moteur poussé.

Et si l'on se tourne vers les automotrices, on voit que le moteur AE 121 N standardisé depuis la tranche 1966 pèse 2 530 kg pour 171 kW de puissance continue, soit 14,79 kg/kW, avec, il est vrai, une suspension par le nez et pour des exigences bien différentes.

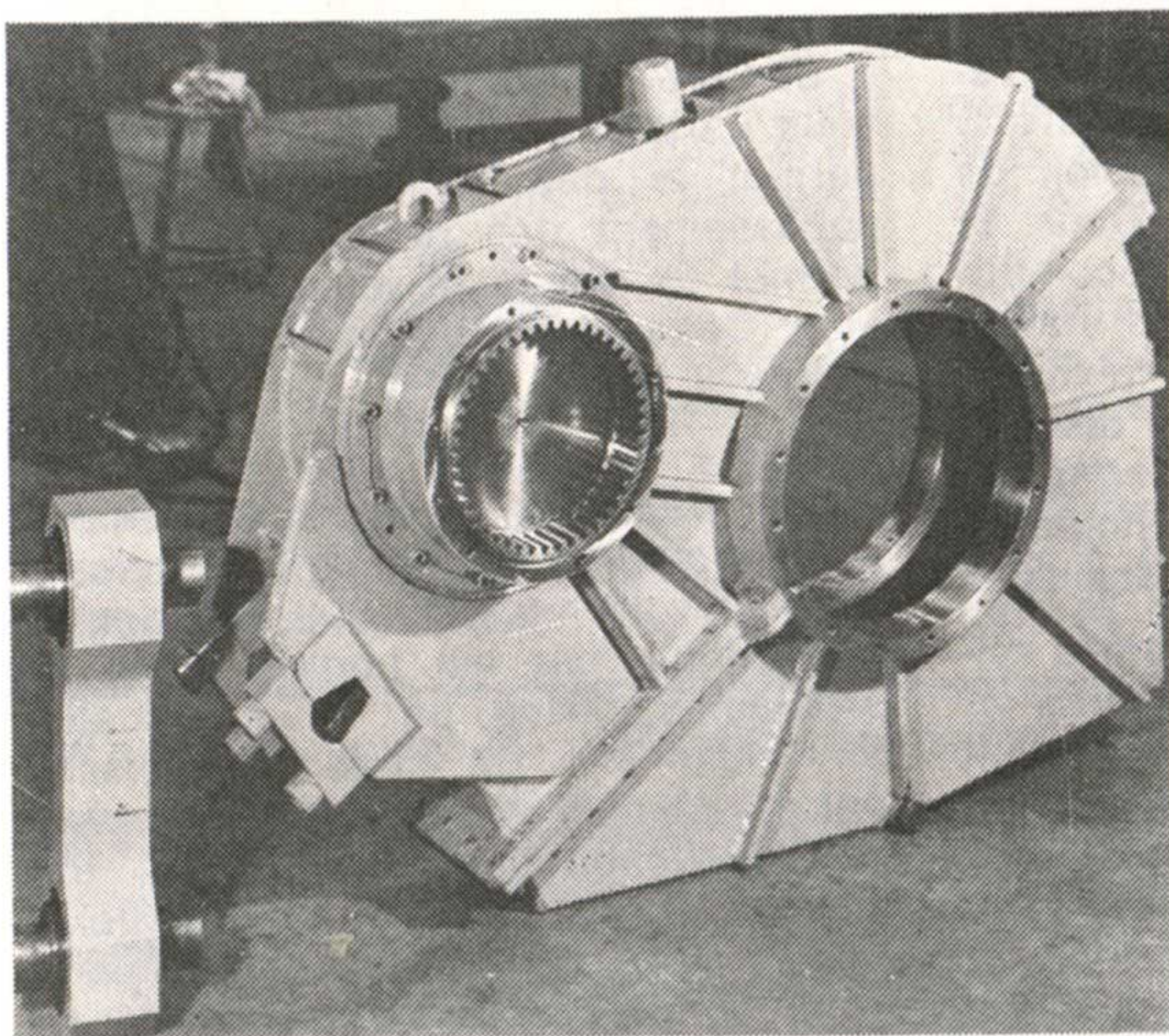
Quant au coefficient de souplesse du moteur LE 772 G, c'est-à-dire le rapport entre la vitesse au champ maximum et la vitesse à champ minimum pour un même courant absorbé, il dépasse légèrement 2, valeur classique pour tous les moteurs des locomotives SNCB depuis le type 120 (actuelle série 28), multicourant exceptées.

### La transmission ACEC type G

Puisque la plupart des transmissions utilisées portent des noms bien connus dans le monde de l'électrotechnique, il était normal que notre constructeur national ait souhaité utiliser

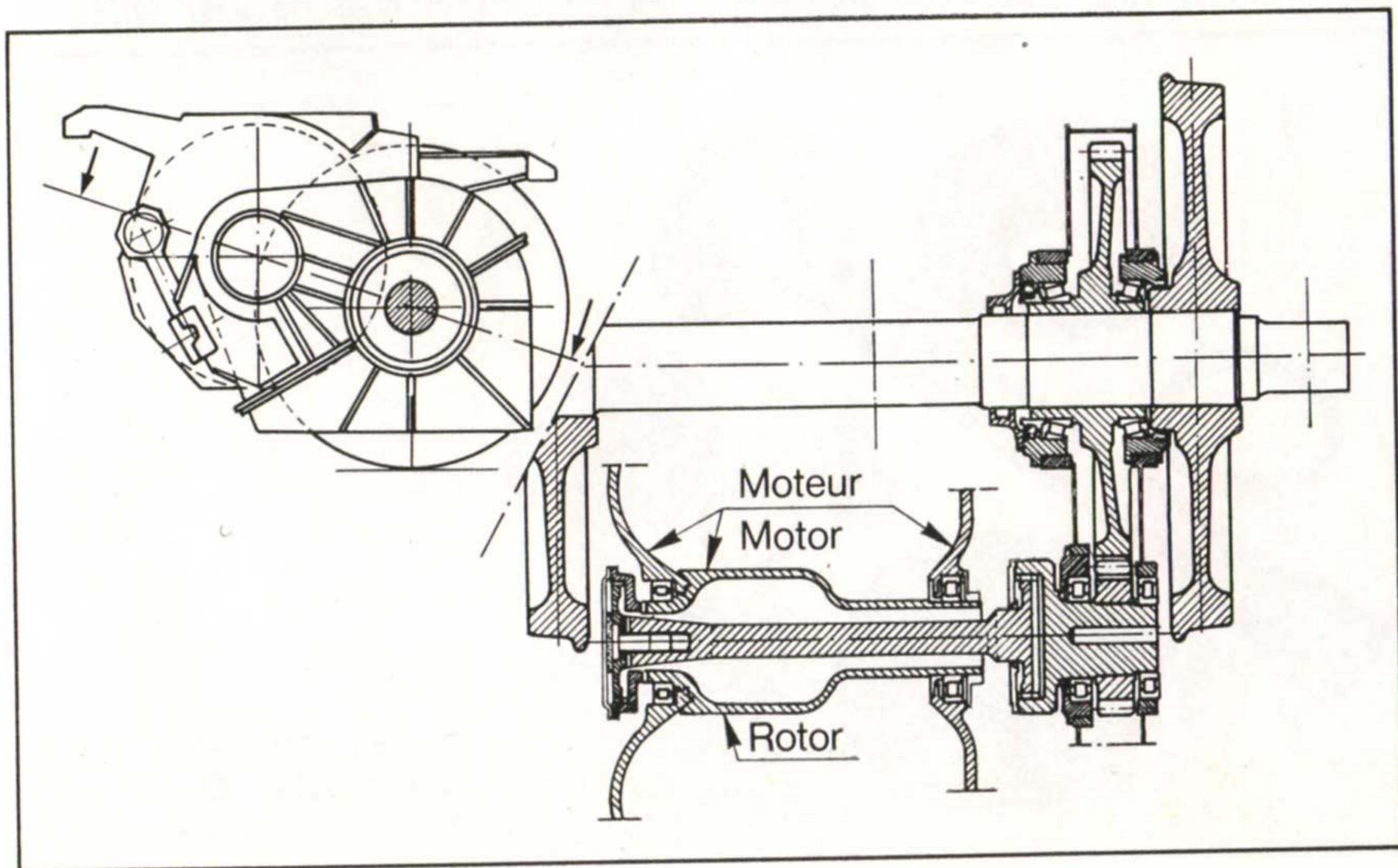
une transmission qui lui soit propre, d'autant plus que cette transmission est très intéressante.

Elle appartient à la seconde génération des transmissions, celle née après la dernière guerre et qui vise à ne pas restreindre le débattement normal de la suspension, donc sans arbre creux. Engrenage d'essieu, pignon et carter sont suspendus par le nez, ou plutôt semi-suspendus. Une bielle à articulations élastiques reporte les réactions sur le châssis du bogie. Le démontage de l'essieu et le centrage sont donc particulièrement aisés.



**Carter et bielle de réaction de la transmission G.**  
Photo ACEC.

**Ci-dessous : schéma de la transmission G.**  
Document SNCB.





**Les éléments de la transmission G. De la très belle mécanique de précision.** Photo ACEC.

La transmission est en fait une variante de l'arbre à cardans. La SNCB avait déjà connu une transmission de ce genre sur le type 121. Dans la transmission BBC dont ces locomotives étaient munies, les cardans étaient remplacés par des disques flexibles. Mais leur diamètre rendait ces disques encombrants et ne leur permettait qu'un jeu axial très limité, incompatible avec un bogie à trois essieux.

La transmission G fut longtemps mise à l'épreuve sur la locomotive n° 124.001, dès 1958. L'arbre d'induit creux et le pignon moteur sont l'un et l'autre munis d'une couronne présentant un embrèvement à denture intérieure. La liaison flexible est assurée par un arbre traversant librement l'induit et terminé par deux plateaux

à denture extérieure bombée, le tout sous carters étanches. Le bombement permet le débattement angulaire; le coulisement des dentures emboîtées permet de suivre le jeu axial de l'essieu. Cette transmission pèse, complète, 1 070 kg.

Les avantages de la transmission G sont apparents : faible encombrement, simplicité de montage, jeu axial important requis par les bogies C. Si les problèmes posés par la lubrification et l'étanchéité de cette transmission ont été résolus depuis longtemps, nous lui reprocherions toutefois (à titre strictement personnel) l'absence d'élasticité en torsion pour absorber un à-coup de fonctionnement. C'est un détail qu'il serait aisé de corriger.



**Pièces détachées de la transmission G.** Photo ACEC.

## Les hacheurs de courant

Comme tous les réseaux électrifiés en continu, la SNCB était consciente des faiblesses des appareillages existants :

- les pertes ohmiques dans les résistances à chaque démarrage (et on démarre beaucoup en Belgique);
- les difficultés d'entretien et de réglage des appareillages électromécaniques. Contacteurs, servomoteurs, renvois sont autant de sources d'usure et de risques de dérangement;
- le réglage discontinu, cran par cran, avec ses pointes d'effort génératrices d'amorces de patinage, patinage d'autant plus à craindre avec des résistances en série. On ne pouvait atténuer le risque qu'en multipliant les crans et les couplages, donc en compliquant encore les équipements.

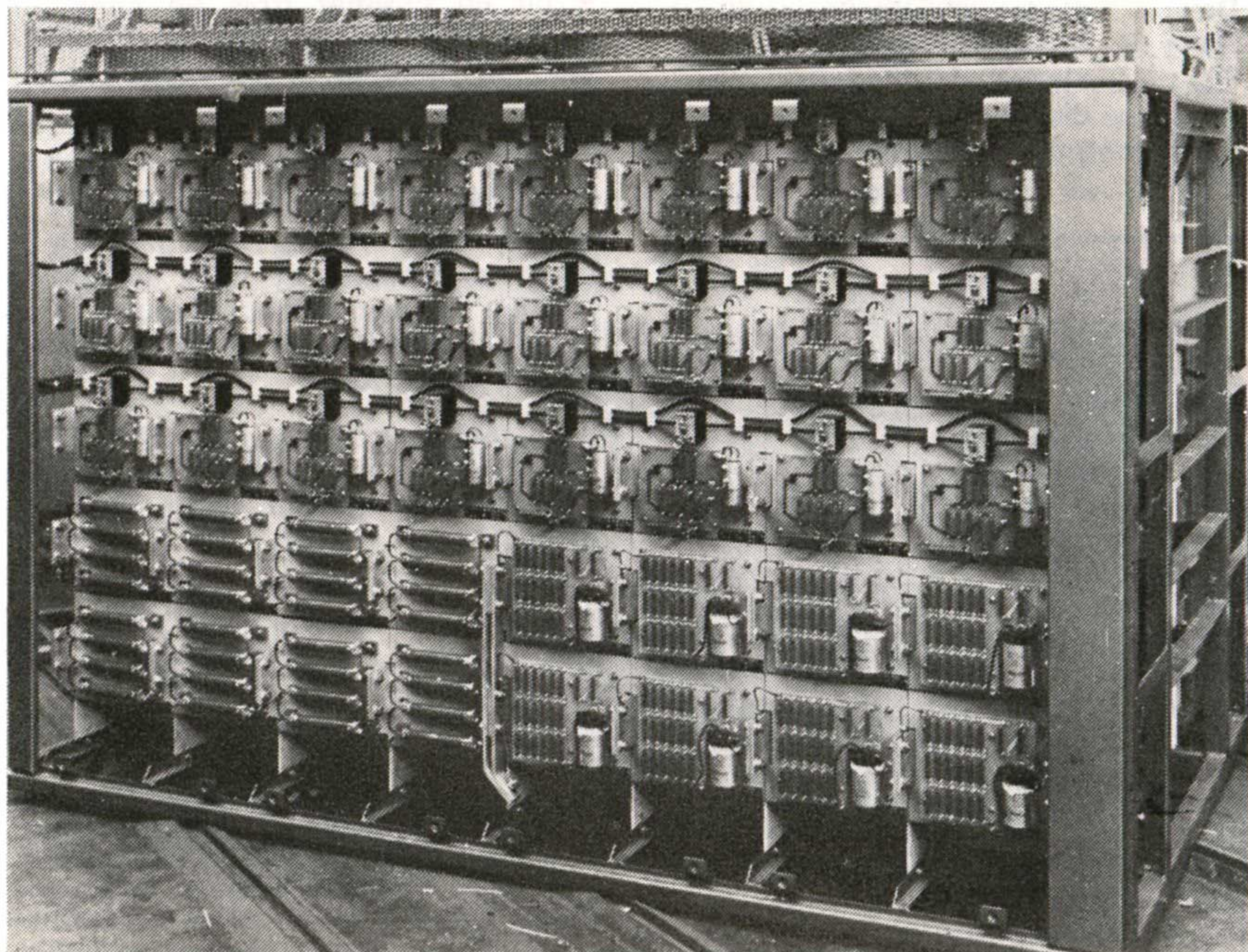
Et chacun d'espérer une régulation nouvelle du courant de traction. Une régulation qui ne prélèverait à la caténaire que l'énergie réellement transformée en travail. Une régulation au réglage continu, souple, régulier. Et

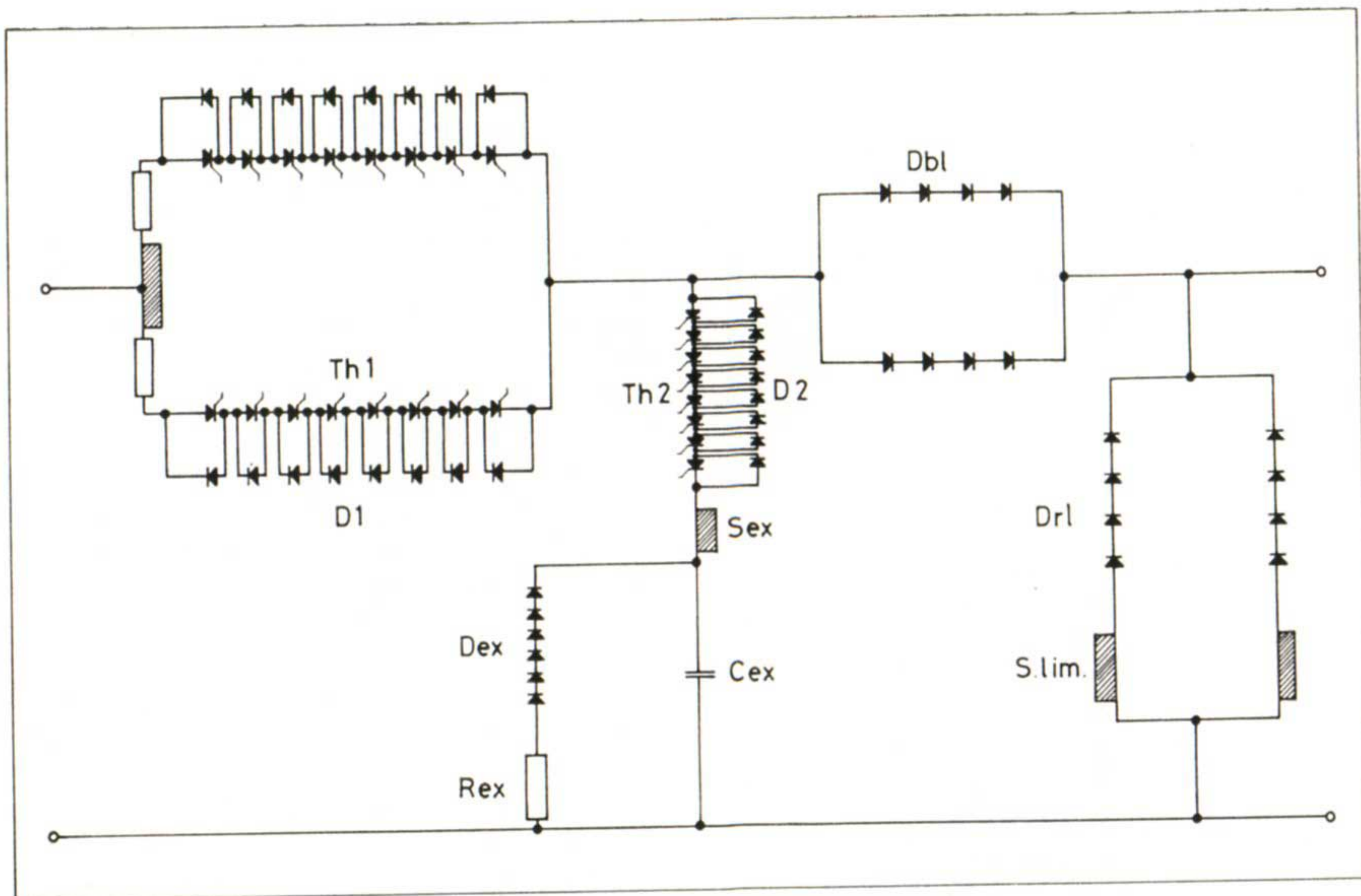
enfin des appareils statiques, donc indé réglables et sans usure. Le hacheur à thyristors allait donner la réponse, des années après que le monophasé eût déjà mis à profit les particularités des semi-conducteurs. Il est vrai que le problème en continu n'était pas d'allumer, mais d'éteindre. Il faudra attendre l'apparition, puis la croissance des thyristors rapides pour passer aux applications pratiques.

Les recherches en laboratoire débutèrent en 1965, puis se poursuivirent au banc avec un prototype. Finalement, en 1968, l'automotrice n° 228.177 sortait de transformation équipée temporairement d'un hacheur prototype ACEC alimentant les quatre moteurs de traction (au total, 735 kW). On utilisait des thyristors rapides de 1 200 V, 180 A, temps d'inversion 25  $\mu$  sec. En cours d'expérimentation, une seule modification de quelque importance fut requise; la conception était saine. Depuis lors, la SNCB n'a plus commandé que des automotrices à thyristors, avec des hacheurs quasiment identiques à ceux de l'engin d'essai. Et durant la mise au point finale du ha-

Vue du bloc hacheurs, côté semi-conducteurs.

Photo ACEC.





## HACHEUR.

- Th 1 :** thyristors principaux.  
**D 1 :** diodes des thyristors.  
**Th 2 :** thyristors d'extinction.  
**D 2 :** diodes des thyristors d'extinction.  
**Sex :** self d'extinction.  
**Cex :** condensateur d'extinction.  
**Dex :** diodes d'extinction.  
**Rex :** résistance d'extinction.  
**Dbl :** diodes de blocage.  
**Drl :** diodes de roue libre.  
**S. lim. :** selfs de limitations.

Dessin de Ph. Laureys.

cheur prototype, on terminait la conception de l'appareillage des CC quadricourant.

Les thyristors disponibles à l'époque avaient fait concevoir un appareillage à six hacheurs entrelacés par groupe de deux, chaque groupe alimentant les inducts de deux moteurs en série sous 900 V par induit au maximum, car il fallait envisager le 1,5 kV des NS. On voit que dès l'origine, les grandes options avaient été définies à peu de choses près : puissance, moteur carré, tension d'induit, excitation séparée... Quatre ans plus tard, l'électronique avait évolué et des thyristors plus puissants étaient disponibles. Plus question d'unifier les cellules des

automotrices et des locomotives, il fallait épurer et comprimer les prix.

Donc, les locomotives série 20 n'ont plus que deux hacheurs, extrapolés de ceux des automotrices, mais le schéma est toujours celui du prototype de 1969. Quant aux moteurs, on a pu en grouper trois en série sur un hacheur au bénéfice de la simplicité, du pilotage et du rapport cyclique.

★

Sur les locomotives série 20, on trouve, dans l'ordre : le disjoncteur, le filtre commun et deux unités de traction correspondant chacune à un bogie : hacheur, self de lissage, trois inducts en série.

Le fonctionnement du hacheur fera l'objet d'une note ultérieure. Disons que chaque hacheur d'une 20 comporte :

- deux branches en parallèle comprenant chacune huit thyristors principaux en série, type T 502 A/14 (500 A moyen, 1 400 V, 60  $\mu$  sec). Un fusible ultra-rapide protège chaque branche;
- une diode 115 A, 1 200 V, montée en antiparallèle sur chaque thyristor principal;
- un transformateur d'équirépartition du courant entre les deux branches.

La cellule d'extinction est formée de :

- une chaîne de huit thyristors d'extinction en série, type T 402/12 (400 A moyen, 1 200 V,  $75 \mu$  sec). Une diode 220 A, 1 200 V, est montée en antiparallèle sur chaque thyristor;
- la self d'extinction, la capacité, la résistance d'amortissement du courant résiduel et ses diodes (six en série de 210 A, 3 000 V);
- suivant le hacheur proprement dit, deux branches en parallèle comportant chacune quatre diodes en série (600 A, 2 200 V), qui empêchent tout retour accidentel de courant au hacheur;
- deux branches en parallèle comportant chacune quatre diodes en série (600 A, 2 200 V) et qui forment l'ensemble de déversement, dit aussi de roue libre, avec sur chaque branche une self de limitation du  $di/dt$ ;
- la self de lissage et les trois inductifs en série. La self limite le taux d'ondulation du courant d'induit à 30 % sous 118 Hz.

Les deux hacheurs ne sont pas entrelacés sur une charge commune, mais leur fonctionnement sur un rythme identique est décalé d'une demi-période. La fréquence de base est de 118 Hz plus ou moins 2 %. Elle est réduite à 69 Hz durant le démarrage et jusqu'au moment où l'on atteint un

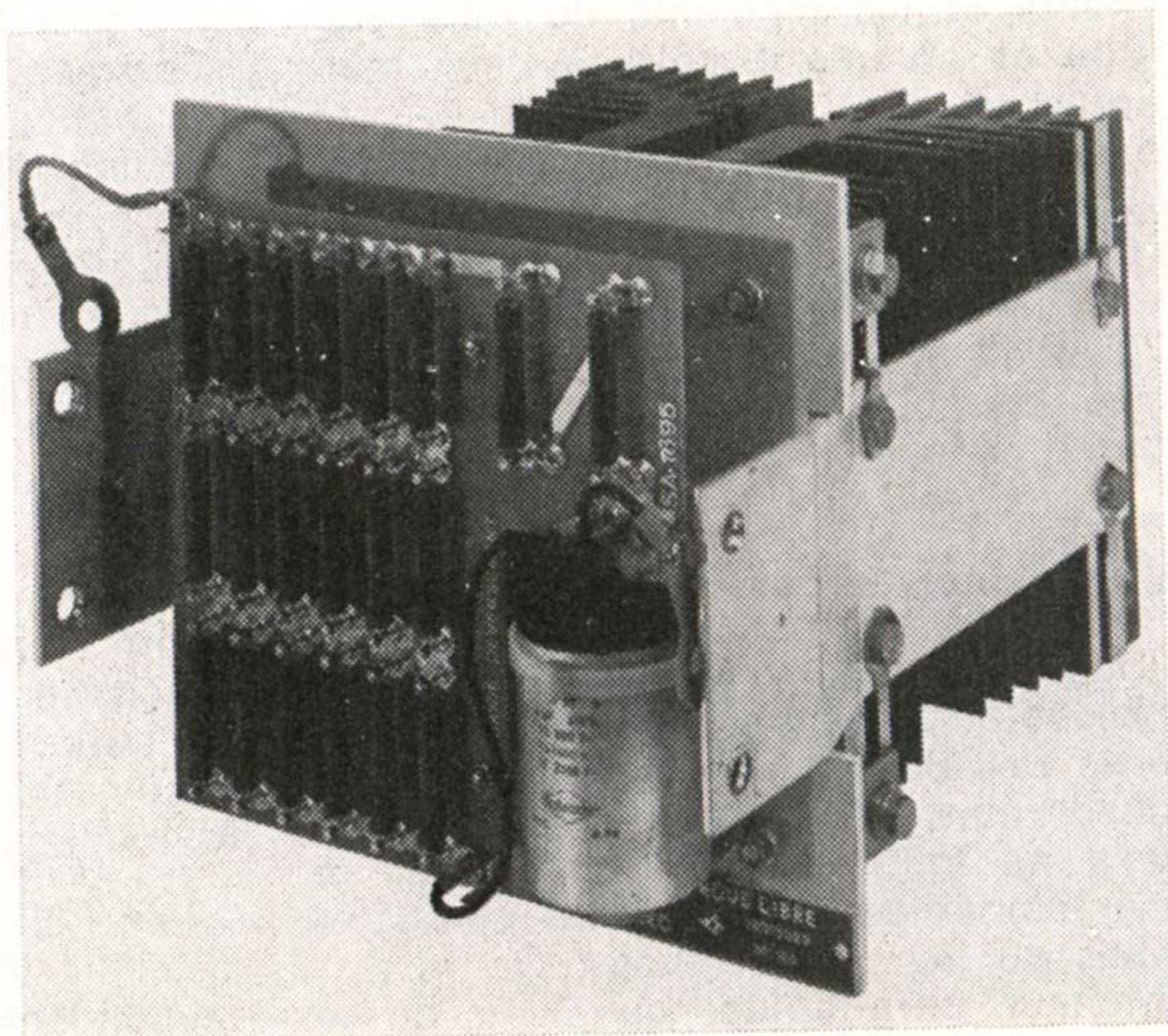
rapport cyclique de 0,08. La fréquence apparente aux bornes du filtre est donc normalement de 236 ou 138 Hz avec les deux hacheurs en service. La butée maximale est de 0,95. Deux sectionneurs permettent d'éliminer les moteurs par groupe de trois inductifs, conjointement avec le hacheur correspondant. Une position permet cependant d'alimenter les six inductifs en série par l'un ou l'autre hacheur, la vitesse étant alors réduite. Cette position est obligatoire en cas de double traction.

Il s'agit d'une installation maintenant classique à la SNCB. Le lecteur remarquera combien les thyristors ont grandi en quelques années. D'autre part, il faut noter la multiplication des cellules branchées en série. C'est la rançon du 3 kV : l'isolement doit correspondre à  $2,5 U + 2$  kV selon les normes, soit près de 10 000 V.

### Le filtre d'entrée

Le thyristor est un générateur d'harmoniques, c'est pourquoi il ne s'introduit que progressivement sur les réseaux préexistants où il fallait tenir compte d'installations parfois anciennes, notamment du point de vue des circuits de signalisation.

Il est superflu de décrire en détail le filtre équipant les locomotives série 20. Il est comparable à ceux des automotrices, au dimensionnement près. C'est un ensemble de conden-



Vue d'un module thyristor de hacheur.

Photo ACEC.

sateurs, de résistances et de selfs dont le rôle est triple :

- 1) participer au fonctionnement du circuit d'extinction;
- 2) réduire les surtensions à l'entrée des hacheurs, notamment en cas de coupure du courant de traction ou de surtension rapide à la caténaire;
- 3) réduire autant que possible l'ensemble des harmoniques émis et surtout les composantes 50 Hz pour ne pas perturber les circuits de voie et influencer les relais de signalisation.

En bref, le filtre comporte essentiellement une cellule principale (self et capacité), complétée par des organes annexes : circuit d'amortissement, circuit résonnant, etc., faits de selfs, de condensateurs et de résistances, le tout pesant environ 2 700 kg. Il faut y ajouter la résistance de charge du filtre. En effet, si le filtre déchargé était subitement alimenté par la caténaire en fermant le disjoncteur, il s'en suivrait un déclenchement des sous-stations, l'accroissement du courant en fonction du temps (le fameux  $di/dt$ ) dépassant le réglage des détecteurs de courts-circuits.

Les capacités du filtre d'entrée se déchargent en permanence via une résistance, ce qui demande environ 60 sec. En cas d'ouverture du disjoncteur, une décharge accélérée (moins de 20 sec) est assurée via le chauffage des cabines de conduite. Les hacheurs et les éléments du filtre sont groupés en une armoire à deux compartiments (à l'exception de la self principale). Cette armoire pèse 4 900 kg et chaque compartiment est pourvu de quatre ventilateurs. Les deux selfs de lissage, pesant chacune 820 kg, et la self principale du filtre d'entrée, pesant 1 300 kg, sont refroidies par deux ventilateurs séparés.

### **Le disjoncteur ultra-rapide, dit DUR**

Bien entendu, les 20 sont dotées d'un disjoncteur, comme toutes les locomotives SNCB et même les automotrices quadruples. C'est tellement classique qu'il ne faudrait normalement pas le mentionner, pas plus que les pantographes ou les essuie-glaces. Or, le disjoncteur ultra-rapide, ou DUR, de la

série 20 présente une particularité. Il protège l'ensemble des circuits, est à commande électropneumatique et à soufflage magnétique de l'arc, son courant nominal est de 2 000 A et sa puissance de coupure de 27 kA. Enfin, il possède une bobine de déclenchement parcourue par le courant total du circuit, plus une bobine de maintien alimentée par la batterie. Le déclenchement se fait, soit par surcharge générale, soit par coupure du courant de maintien sous l'action d'un des relais de protection ou par la volonté du conducteur. Tout cela est classique, ainsi que le temps de déclenchement de 1/100 sec... Mais ce temps est trop long pour assurer la protection de l'électronique.

On a donc ajouté ici une bobine dite « de calibrage », normalement inactive. Un condensateur maintenu chargé en permanence lui est raccordé via un thyristor. En cas de fusion d'un fusible de protection du hacheur ou de surintensité dans les circuits moteurs, une impulsion sur la grille du thyristor suffit à provoquer la décharge dans la bobine dont le flux brutal provoque l'ouverture du DUR. Le temps de réponse est alors de 0,001 sec.

### **Le frein rhéostatique**

Même sur les lignes qui ne sont pas « de montagne », on s'efforce depuis quelques années de réduire le freinage classique à friction pour économiser les blocs de frein et, surtout, pour épargner les roues qui sont déjà suffisamment sollicitées. Le freinage sur les moteurs est alors tout indiqué en traction électrique. Il y a la récupération, mais, pour un engin puissant, elle dépend trop de la tension à la caténaire; les sous-stations en continu ne sont pas conçues pour renvoyer du triphasé côté haute tension.

Le frein rhéostatique est moins économique, puisqu'il ne récupère pas d'énergie, mais sa fiabilité est supérieure. Elle l'est d'autant plus ici que l'excitation séparée des inducteurs est toujours disponible et qu'il ne faut imaginer aucune astuce pour amorcer le freinage et le régler.

Les 20 sont donc pourvues d'un frein rhéostatique : deux rhéostats correspondant chacun à trois induits. Cha-



que rhéostat comporte huit blocs de résistance identiques faits de grilles en acier inoxydable. Le système de refroidissement est classique : pour chaque rhéostat, deux moteurs-ventilateurs à courant continu basse tension (75 V, 120 A, 4 600 t/min), branchés entre une portion du rhéostat et la terre. La ventilation est donc gratuite, totalement automatique et proportionnelle à la charge, donc aux calories à dissiper. Il suffit de deux contacteurs électropneumatiques pour réaliser le couplage en freinage; l'appareillage de pilotage fait le reste.

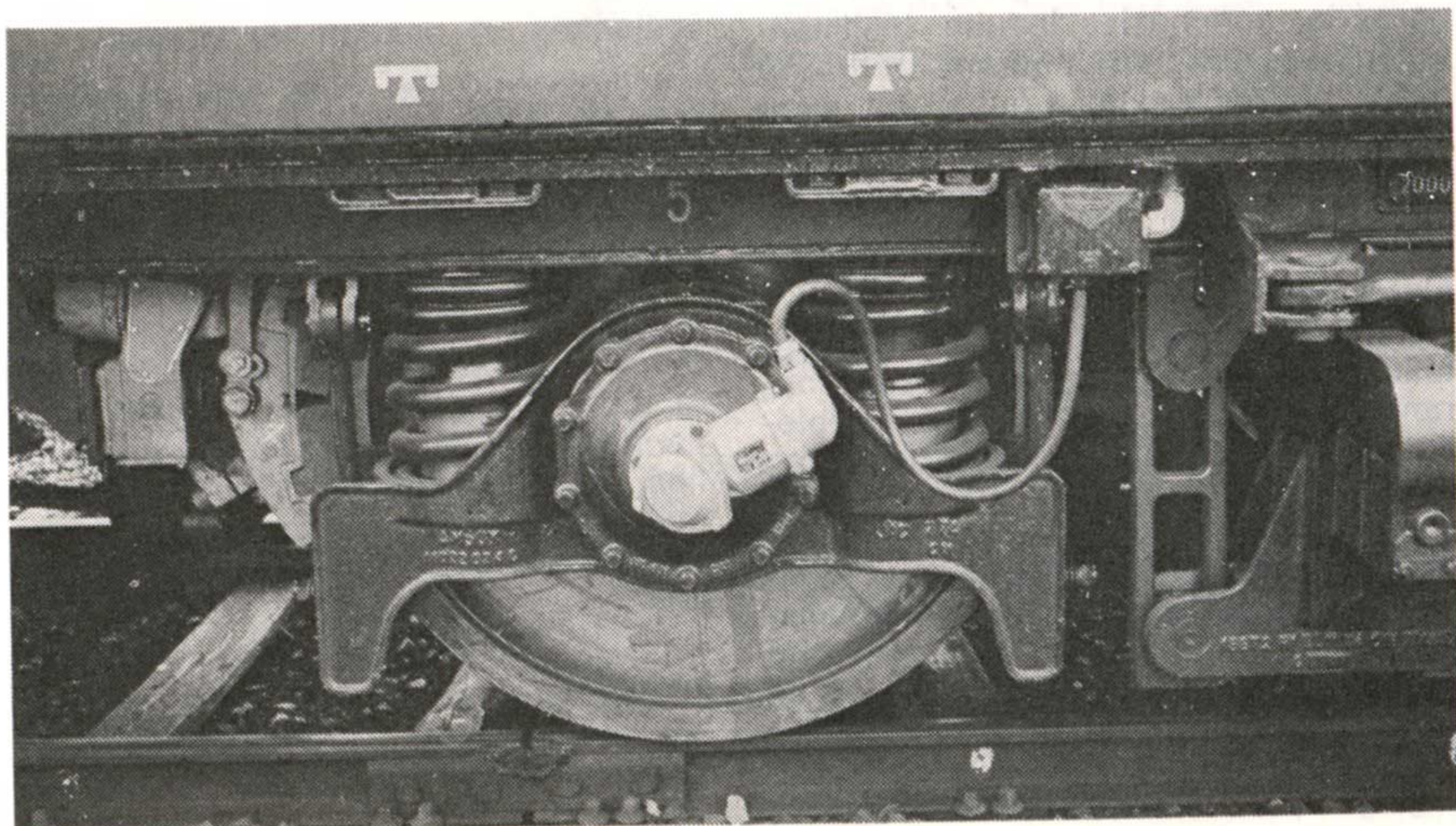
La ventilation s'opère de bas en haut : l'air pris dans la caisse est refoulé à l'extérieur par les lanterneaux de toiture avec un débit maximum de 18 m<sup>3</sup>/sec. Une fois le frein inutilisé, des ventelles mobiles commandées pneumatiquement ferment les orifices d'aspiration pour éviter que l'air encore chaud ne soit aspiré dans la caisse par d'autres circuits de ventilation. Ce frein développe jusqu'à 3 850 kW (5 230 ch) à la jante, avec un effort d'environ 8,7 tonnes à 160 km/h, croissant jusqu'à 17 tonnes entre 82 et 40 km/h pour chuter alors rapidement.

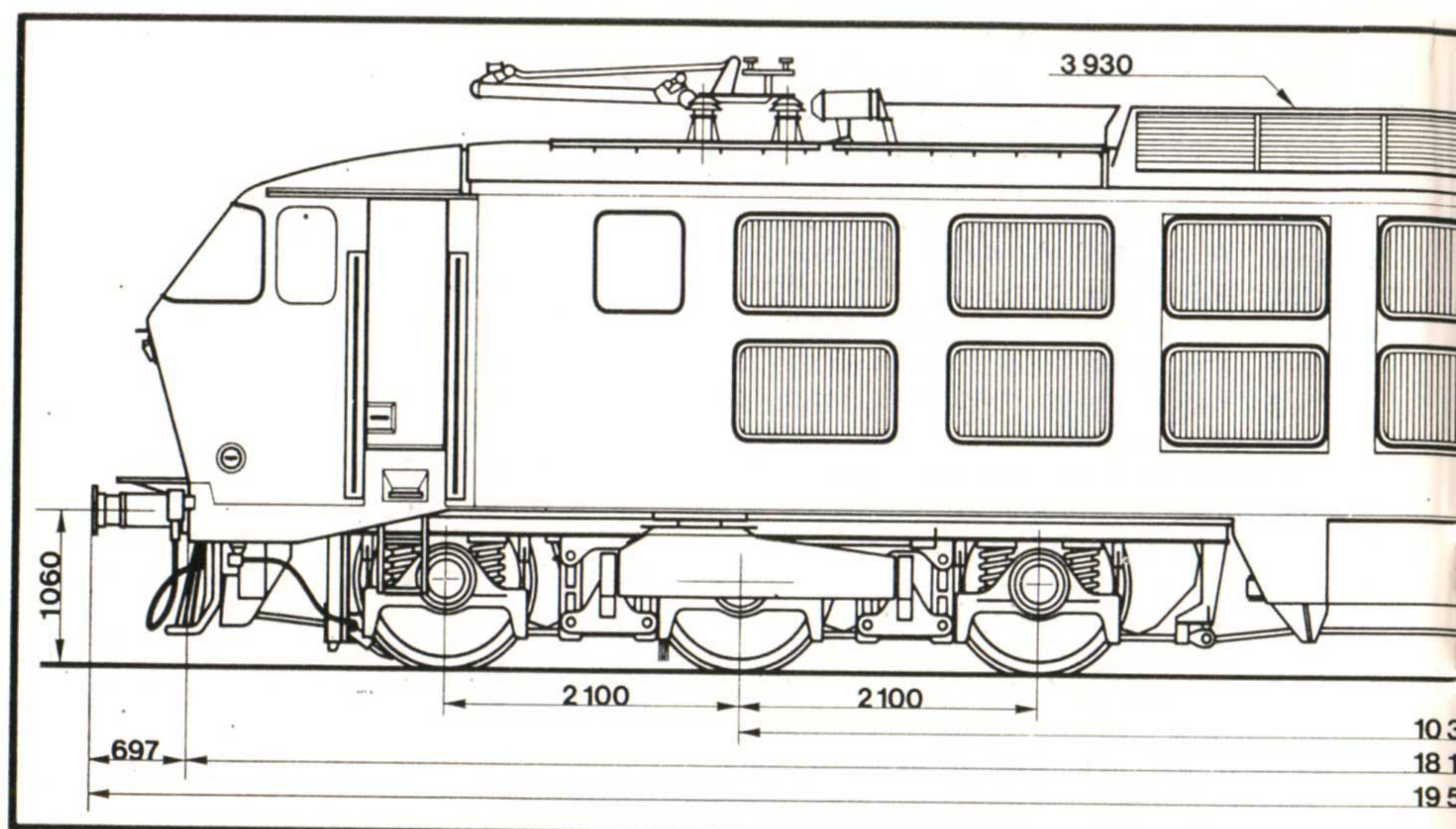
Suivant une technique maintenant classique, les freins sont conjugués. Ou bien le conducteur utilise le seul frein rhéostatique et règle l'effort à

l'aide du volant du manipulateur (c'est le frein de retenue sur pentes), ou bien il actionne le robinet FV 4 du frein automatique Oerlikon. Dans ce cas, la dépression dans la conduite provoque le freinage du train et de la locomotive sur laquelle se fait alors la sélection suivante : un transducteur mesure la dépression et son courant de consigne influence un appareillage électronique de freinage Oerlikon. Après mesure et traitement, le frein rhéostatique sera mis automatiquement en action, dans la mesure où il est disponible, et le freinage pneumatique sur la machine sera neutralisé de manière à ne fournir que le complément d'effort, soit aux très hautes ou aux basses vitesses, et ce jusqu'à l'arrêt.

Le frein pneumatique possède les régimes habituels « voyageurs-marchandises » et « haute pression », ainsi qu'une position de freinage « antipatinage » commandée par un bouton-poussoir. Cette dernière position servira surtout à nettoyer la table de roulement des roues, l'antipatinage proprement dit disposant d'autres moyens. En cas de défaillance du frein rhéostatique, le frein pneumatique suffit à assurer toutes les fonctions. Nous ajouterons que ce frein pneumatique n'est pas largement dimensionné, caractéristique quasi constante des locomotives récentes.

**Vue de la « génératrice Teloc » montée sur le troisième essieu du bogie.**  
Photo Y. Steenebruggen.





Le « Control-switch » a été prévu ici comme sur tous les engins de traction de la SNCB. Son action est triple :

- empêcher de démarrer si la conduite générale du frein automatique est vide;
- empêcher de démarrer avec les freins serrés;
- couper le courant de traction en cas de freinage d'urgence.

### L'alimentation des inducteurs

Les bobinages inducteurs des moteurs sont couplés par groupe de trois en série, comme les induits. L'alimentation se fait en courant redressé avec, pour chaque groupe, un pont complet à thyristors. Le pont complet a été choisi de préférence au pont mixte (thyristors et diodes) parce que le temps de réponse au blocage est plus réduit, également pour réduire les harmoniques du courant d'alimentation triphasé. La coupure du courant d'excitation, assurée par le blocage des thyristors, est complétée en cas de défaut (un flash, par exemple) par un contacteur électromagnétique normalement fermé. Quant à la régulation, elle est assurée par la logique de commande conjointement à celle du hacheur correspondant : un rapport de proportionnalité au courant d'induit est maintenu durant toute la période de réglage par la tension au hacheur,

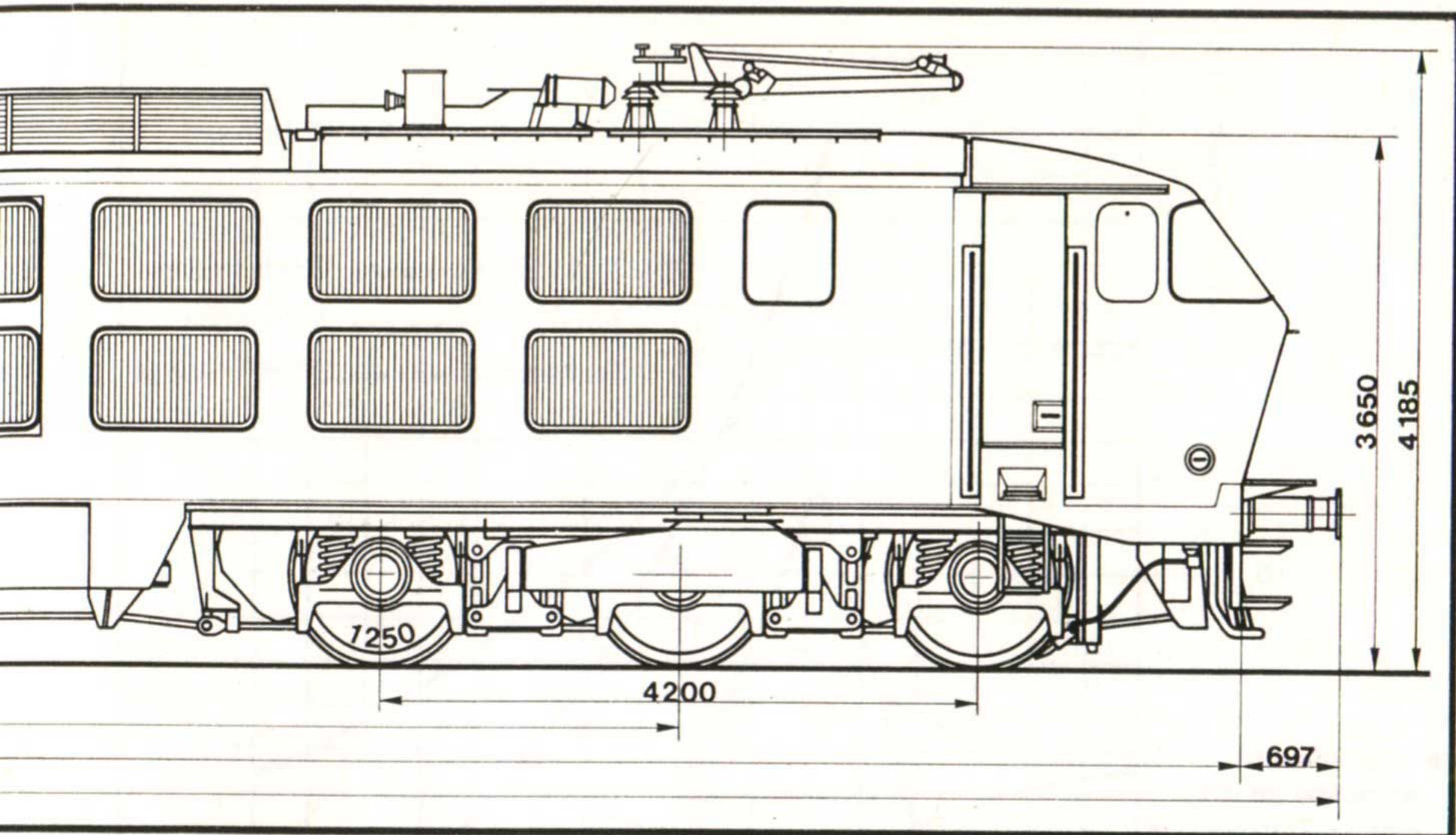
réalisant ainsi « l'image série ». Une fois les moteurs alimentés à pleine tension, la logique de commande réalise, si besoin en est, l'affaiblissement du champ inducteur en fonction de la consigne de vitesse donnée par le conducteur.

Une modification est en cours. On sait qu'il est possible d'alimenter les six induits en série à partir d'un seul hacheur, donc en conservant l'effort à vitesse réduite. La même possibilité va être appliquée à l'alimentation des inducteurs pour des raisons de sécurité en ligne.

### Indicateur et capteur de vitesse

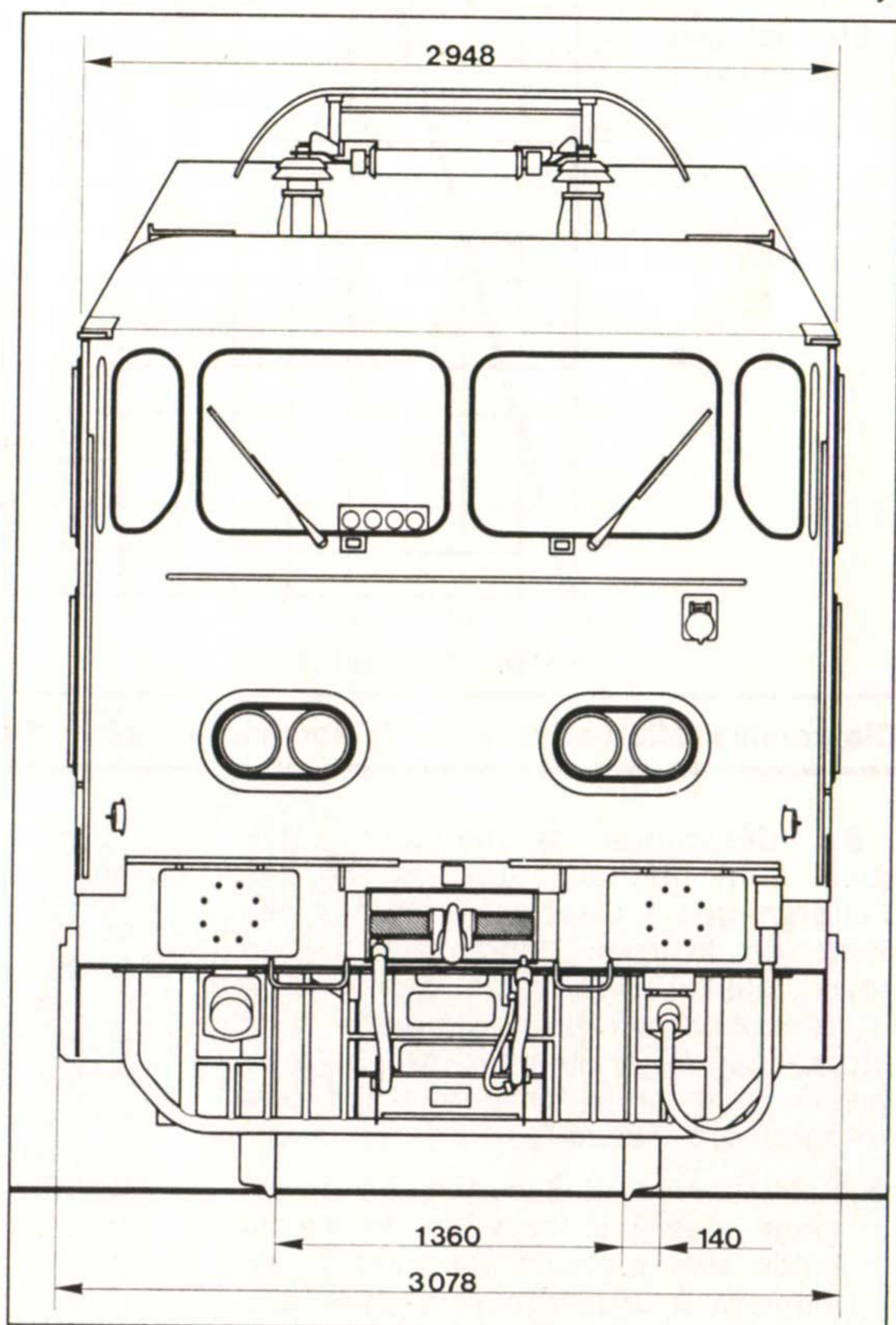
L'indicateur est d'un type classique fourni, comme pour tous les engins moteurs belges, par Hasler. Un groupe monté sur une fusée d'essieu transforme un courant continu en triphasé à fréquence variable qui alimente les moteurs synchrones de deux indicateurs de vitesse en cabine (Teloc A 50) et d'un enregistreur RT 13 logé dans l'armoire-vestiaire. Ces appareils sont liés au dispositif de veille automatique « Memor » et rythment le fonctionnement des graisseurs de boudins.

Le capteur n'a rien de commun avec l'indicateur de vitesse. Ce n'est pas un organe de mesure et d'affichage, mais un élément vital de la logique de commande.



Vue en élévation de la locomotive série 20 et, ci-dessous, vue de la face avant. Les dimensions sont conformes au gabarit UIC 505.

Dessins de Phil Dambly.



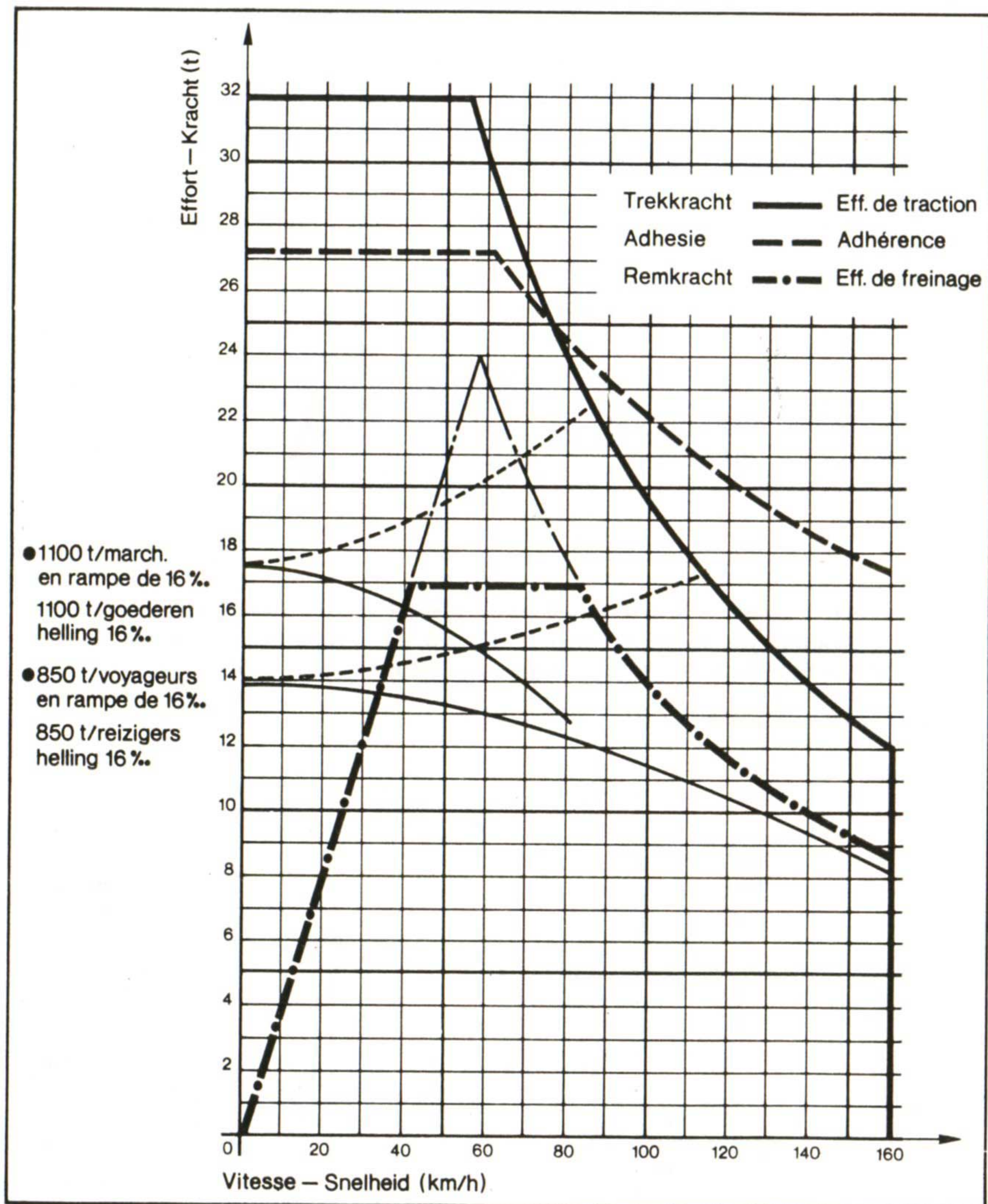


Diagramme effort-vitesse de la locomotive série 20. Dessin de Phil Dambly.

Six détecteurs magnétiques statiques sont montés sur les carters d'engrenages. Chacun compte les dents de la roue dentée qui tourne devant lui et délivre un signal dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse. Après traitement par la logique de commande, on obtient les quatre fonctions suivantes :

1) établissement des consignes de réglage des hacheurs et de l'excitation des moteurs de traction de manière à atteindre la vitesse affi-

chée par le conducteur à l'aide du manipulateur;

2) décel du patinage en traction en mesurant, soit une différence de vitesse entre essieux (seuil d'accélération :  $0,1 \text{ m/sec}^2$ ), soit l'accélération de chaque essieu pris individuellement. Cette dernière doit demeurer inférieure à l'accélération linéaire maximum de la locomotive (entre  $0,5$  et  $0,8 \text{ m/sec}^2$ ). Toute information « patinage » provoque une réduction de la consigne de

courant du groupe de moteurs où le patinage ou le broutage ont été décelés (temps de réponse inférieur à 0,5 sec);

- 3) détection de la survitesse d'un ou plusieurs moteurs. Une vitesse de 175 km/h provoque le blocage des hacheurs;
- 4) en freinage, le capteur décèle un enrayage ou une décélération trop brutale de l'un quelconque des essieux (seuil de  $-4 \text{ m/sec}^2$ ) et commande une diminution proportionnelle du freinage pneumatique.

Pour combattre le cabrage de la caisse au démarrage, il est prévu une légère désexcitation des trois moteurs du bogie avant et une certaine surexcitation des moteurs du bogie arrière. Cet effet est obtenu par la logique de commande des ponts d'alimentation des excitations.

### La recherche de l'adhérence

Le lecteur a vu que les CoCo série 20 sont une synthèse de toutes

les solutions susceptibles d'accroître l'adhérence, mise à part la liaison mécanique entre essieux : orientation des moteurs, traction basse, différenciation des efforts aux bogies, décel électronique du patinage avec asservissement de l'alimentation et, enfin, l'excitation séparée à image série des moteurs. Les résultats sont positifs et les 20 ne sont pas sujettes à « pivoter », comme disent nos conducteurs.

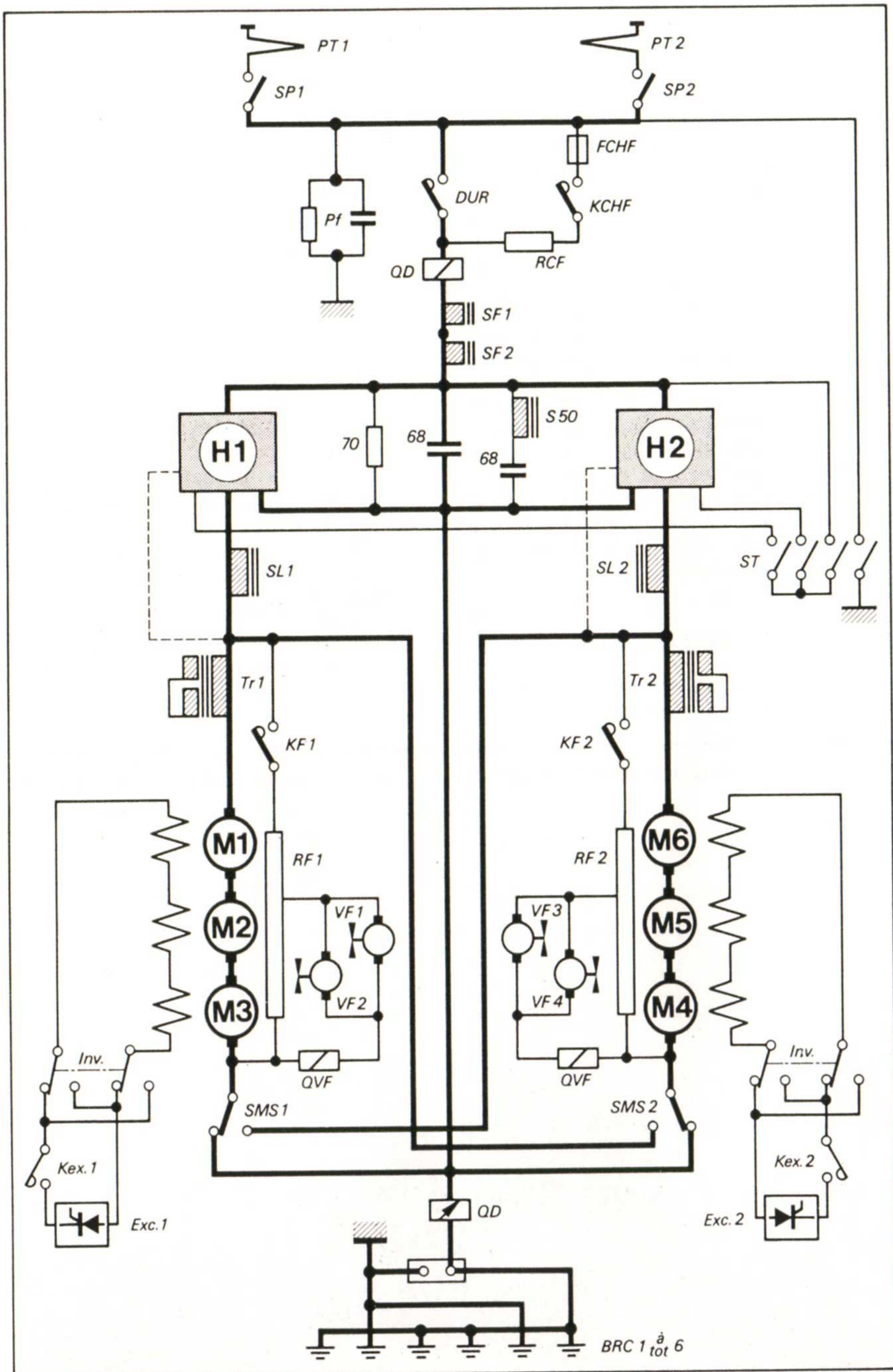
Inutile de préciser que l'excitation séparée est chose coûteuse, car très sophistiquée; deux ponts à thyristors et surtout leurs logiques de commande délicates et complexes ne sont pas donnés. Or, après avoir multiplié les précautions pour accroître l'adhérence et pour la préserver (et y avoir réussi), on s'est trouvé face à une situation imprévue : le double emploi.

Si l'excitation séparée était nouvelle, le décel électronique de patinage était connu : les 23 et les 26 l'utilisent avec succès en liaison avec l'antipatinage par shuntage d'induit. Mais dans ces locomotives à l'appareillage purement électromécanique, on ne dis-

---

**Train de marchandises remorqué par la 2016. Wavre-Sainte-Catherine, mars 1979.**  
Photo Y. Steenebruggen.





**SCHEMA DE PRINCIPE DU CIRCUIT DE TRACTION**  
(voir légendes en page suivante)

Dessin de Phil Dambly.

PT 1 et 2 :	pantographes.
SP 1 et 2 :	sectionneurs pantos.
DUR :	disjoncteur.
RCF, FCHF et KCHF :	résistance, contacteur et relais de charge du filtre.
QD :	relais différentiel trac- tion.
Pf :	parafoudre.
SF 1 et 2 :	sels du filtre d'en- trée.
S 50 :	self 50 Hz.
H 1 et 2 :	hacheurs.
SL 1 et 2 :	sels de lissage.
ST :	mise à la terre géné- rale HT.
68 :	condensateurs.
70 :	capacités.
Tr 1 et 2 :	transducteurs de me- sure.
KF 1 et 2 :	contacteurs freinage rhéostatique.
RF 1 et 2 :	rhéostats de freinage.
VF 1 à 4 :	ventilateurs résistan- ces de freinage.
QVF :	relais freinage rhéost.
SMS 1 et 2 :	commutateurs des mo- teurs de traction.
Inv. :	inverseurs sens de marche.
Kex. 1 et 2 :	contacteurs excitation des moteurs de trac- tion.
Exc. 1 et 2 :	ponts d'excitation.
BRC 1 à 6 :	balais retour de cou- rant.

pose que de l'action brusque, pour ne pas dire brutale, par tout ou rien, des contacteurs. Utilisé ici avec un appareillage électronique sans inertie, mais néanmoins progressif, le décel de patinage s'est avéré d'une efficacité telle sur les 20 que son action pour- tant commandée est concomitante avec l'effet automatique de la ruptu- re de l'image série. Il faut éliminer l'un pour apprécier l'intervention de l'autre.

En théorie, les effets diffèrent. La rupture de l'image série de l'excita- tion raidit la courbe F (V) au diagram- me, tandis que l'antipatinage décale cette courbe en arrière. En pratique, l'effet dynamique est identique au point critique : le contact roue-rail. On n'a pas juxtaposé, mais superposé l'action de deux dispositifs également efficaces pris isolément. Chacun d'eux aurait suffi. Mais il fallait une locomo- tive à thyristors pour expérimenter l'un et l'autre et prendre conscience après coup que l'on s'était donné bien du mal pour faire trop bien.

Entre deux solutions également va- lables, c'est le prix et la fiabilité qui conditionnent le choix. En termes clairs, on peut conclure que l'expé- rience de l'excitation séparée ne se- ra probablement pas répétée.

La 2024, ornée de stalactites, au dépôt de Schaerbeek le 31 décembre 1978.  
Photo Y. Steenebruggen.





**Passage de l'« Italia-Express » à Mirwart, assuré par la 2016. Juillet 1978.**

Photo E. Van Hoeck.

### **Les auxiliaires**

C'est essentiellement une question de moteurs. La SNCB ayant électrifié sur le tard, n'a pas connu les époques héroïques et les débuts difficiles. Les moteurs auxiliaires à haute tension de l'après-guerre sont fiables, mais leur géométrie tourmentée (quelques ampères pour 1,5 kV) fait qu'ils sont lourds, coûteux et peu performants. On trouve une réminiscence des craintes d'autrefois dans le fait que les locomotives à courant continu eurent longtemps deux compresseurs; le monophasé ignorait ces sujétions. Ajoutons que le courant 3 000 V imposait en outre, ou le couplage de deux moteurs en série, ou des moteurs à deux collecteurs.

Lors des études initiales de la série 20, on avait suivi une voie nouvelle : puisqu'il fallait un courant continu réglé à tension moyenne pour l'excitation des moteurs de traction, on avait décidé d'équiper la machine, non seulement des six hacheurs principaux, mais aussi de quatre hacheurs

auxiliaires. Trois d'entre eux auraient alimenté chacun les inducteurs de deux moteurs de traction. Le quatrième, débitant une tension stabilisée à 440 V, se chargeait des moteurs auxiliaires, toujours du type série à collecteur : un compresseur et les ventilateurs des moteurs de traction, ces derniers devant en principe refroidir au passage les appareillages à disposer en conséquence. La solution eut été bonne, mais coûteuse, délicate à asservir, et le gainage eut été encombrant, si pas gênant. On rechercha d'autres voies.

La solution finalement retenue est radicalement différente. Nouvelle pour la Belgique, elle s'inspire cependant de réalisations bien connues en traction diesel-électrique, de certaines locomotives italiennes et, entre autres, des rames TEE quadricourant des CFF. Une fois les principes admis, sa réalisation ne pose aucun problème, car elle fait appel à des composants largement disponibles sur le marché. Ces principes sont :



- a) puisque les éléments à ventiler sont nombreux, parfois délicats et difficiles à grouper, il faut multiplier les ventilateurs et les placer directement sur les organes à refroidir. Plus de gaines ni de pertes de charge, des circuits réduits au minimum et une répartition optimum des flux d'air;
- b) utiliser les seuls moteurs d'un prix intéressant sur le marché : les moteurs asynchrones triphasés pris dans une série industrielle, qui sont d'une fiabilité quasi absolue;
- c) choisir la fréquence de 60 Hz (classique aux USA et dans la marine), car plus économique et plus avantageuse pour l'entraînement de ventilateurs;
- d) alimenter l'ensemble via un réseau triphasé d'un type industriel classique, à partir d'un groupe unique largement dimensionné.

Les circuits auxiliaires à 3 000 V sont donc réduits à leur plus simple

expression : le circuit de chauffage du train (avec ses deux contacteurs électropneumatiques, son relais à maxima et son sectionneur de mise à la terre), le chauffage des deux cabines de conduite (par radiateurs directs et air pulsé) et les voltmètres de ligne avec le relais de potentiel.

Il n'y a qu'un seul moteur auxiliaire à 3 kV, celui du groupe moteur-alternateur (groupe MGA). C'est un moteur double avec, pour chaque demi-moteur, un induit et son collecteur, ainsi que les enroulements d'excitation série, shunt et indépendant. Les deux demi-moteurs sont normalement couplés en série sur le réseau belge, mais un commutateur permet de les coupler en parallèle sous 1,5 kV lorsqu'il faut pénétrer sur le réseau des NS jusqu'à Roosendaal. Les auxiliaires et l'excitation des moteurs sont donc toujours alimentés normalement.

Le tableau suivant indique les caractéristiques de ce moteur ACEC type 2 CT 200 :

Régime :		continu	unihoraire	maximum
Tension :	V	2 x 1 500	2 x 1 500	2 x 1 800
Intensité :	A	110	120	147
Vitesse :	t/min	1 800	1 800	1 900
Puissance :	kW	2 x 147	2 x 162	

Dès la fermeture du disjoncteur principal DUR, ce moteur démarre automatiquement avec interposition temporaire de résistances. Une fois lancé, il est stabilisé à 1 800 t/min par sa boîte de réglage alimentée à partir de l'alternateur entraîné. Cet alternateur (Van Kaick DIB 80) est du type « Brushless », donc sans balais ni bagues. L'inducteur rotorique est excité par un alternateur auxiliaire en bout d'arbre, lui-même piloté par un régulateur de tension. Puissance : 300 kVA;  $\cos \varphi$  : 0,8; tension : 380 V; entre phases : 60 Hz.

A la sortie de l'alternateur, on trouve un disjoncteur magnéto-thermique tripolaire et l'ensemble des auxiliaires alimentés en triphasé 380 V 60 Hz :

- un groupe compresseur Westinghouse 243 VC à 4 cylindres, débitant 2 500 l/min sous 8 Bar; moteur AK 180 de 22 kW à 1 155 t/min;
- six groupes moteur-ventilateur des moteurs de traction. Chaque ventilateur ACEC débite 100 m<sup>3</sup>/min sous 160 mm CE; moteur AH 112 de 8,5 kW à 3 470 t/min;
- deux groupes moteur-ventilateur identiques aux précédents, l'un pour les selfs de lissage, l'autre pour la self principale du filtre d'entrée;
- huit moteurs-ventilateurs en deux groupes de quatre, chaque groupe correspondant à un hacheur. Débit unitaire de 48 m<sup>3</sup>/min sous 40 mm CE; moteur AH 80 de 1,3 kW à 3 360 t/min.

## Bloc électronique de commande.

Photo ACEC.

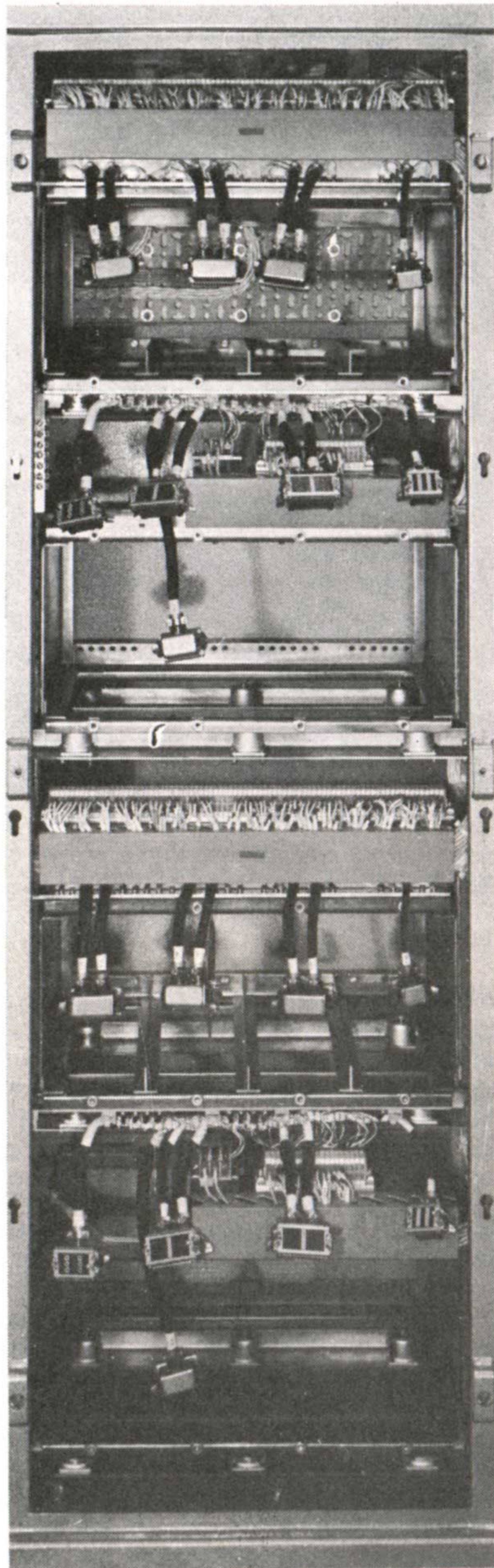
Tous les ventilateurs sont commandés par un seul interrupteur en cabine. Ils démarrent cependant en trois groupes, les contacteurs s'enclenchant avec un décalage de deux sec.

On voit que les locomotives série 20 sont des engins fortement ventilés : l'air est pris dans la caisse et est refoulé à l'extérieur à raison de 10 m<sup>3</sup>/sec pour les moteurs de traction, 4 m<sup>3</sup>/sec pour les selfs (le refoulement se fait à la base du long-pan, derrière une jupe de protection) et 18 m<sup>3</sup>/sec max. pour le rhéostat de freinage avec refoulement par le lanterneau de toiture. L'air de ventilation des hacheurs est pris et refoulé dans la caisse, mais la pression d'air est moindre qu'avec les gros ventilateurs.

Pour en terminer avec le réseau triphasé, nous signalerons qu'il alimente en outre :

- les deux ponts redresseurs assurant l'excitation des moteurs de traction (ACEC type 611 BY 12/231);
- le chargeur du condensateur de la bobine de calibrage du DUR, ainsi que le chargeur de batterie REG qui alimente une batterie SAFT type KPM 70 comportant 54 éléments « cadmium-nickel » d'une capacité de 70 Ah;
- le chauffe-plat et le frigo (thermo-box), de même que l'éclairage luminescent des appareils de mesure en cabines.

On peut s'étonner qu'un engin aussi moderne électriquement soit équipé d'un groupe moteur-alternateur de technique très traditionnelle, et dont la régulation n'est pas simple. Disons qu'il n'existait en 1973, et moins encore en 1969, aucun onduleur de puissance suffisamment important et, surtout, fiable. Mais les temps changent et rien ne dit que la solution continu-triphasé soit reconduite, d'autant plus que l'excitation séparée des moteurs de traction a perdu de son intérêt. Plusieurs solutions sont possibles et c'est, une fois de plus, le bilan économique (prix d'achat + entretien + fiabilité) qui conditionnera le choix.



Il faut malheureusement ajouter que le groupe MGA est très bruyant. Il est de fait que bien des locomotives modernes s'entendent à distance. Rendre les locomotives électriques silencieuses est l'une des tâches de l'avenir.

On dit aussi la logique de commande, ou les automatismes embarqués. Il s'agit de l'ensemble des équipements statiques chargés d'interpréter la volonté du conducteur, de la transposer en données assimilables, de se substituer au conducteur pour réaliser certaines tâches, tout en exerçant une surveillance constante et en intervenant instantanément pour éviter toute avarie.

Pour le conducteur en cabine, une seule différence : il n'y a plus de commande de secours manuelle. Le nombre de signaux et de lampes témoins a sensiblement augmenté, mais à part cela, il retrouve tout ce qui lui est familier :

- les dix interrupteurs verrouillés et les huit interrupteurs non verrouillés;
- les robinets de frein direct et du frein automatique;
- les divers cadrans indicateurs : manomètres, voltmètres, ampèremètres, indicateur de vitesse;
- enfin, un manipulateur qui ressemble comme un frère à ceux des locomotives plus anciennes.

Le manipulateur comporte les trois organes classiques :

- la manette de sens marche AV-O-AR;
- le « levier à boule » qui permet, en traction uniquement, de régler l'effort entre 4 et 32 tonnes;
- le manipulateur proprement dit, avec son petit volant.

En traction, outre le zéro, le conducteur dispose de 17 positions :

- la position « M », ou manœuvre. Elle correspond à un effort de 4 tonnes, avec la fréquence de hachage la plus basse, le rapport cyclique minimum et la réduction maximum du champ inducteur. C'est la position d'accostage et de compression des butoirs. Elle permet aussi un décollage très doux;
- les seize positions suivantes, repérées de 1 à 16, correspondent aux vitesses de 10, 20, 30... 160 km/h. Il suffit donc d'afficher la vitesse maximum désirée pour que l'appareil

reillage assure le réglage de la tension par les hacheurs, puis la réduction progressive de l'excitation; l'accélération dépendra naturellement de l'effort choisi. Il s'agit donc d'une commande à vitesse imposée, mais uniquement en progression; l'appareillage ne commande pas le ralentissement sans intervention du conducteur.

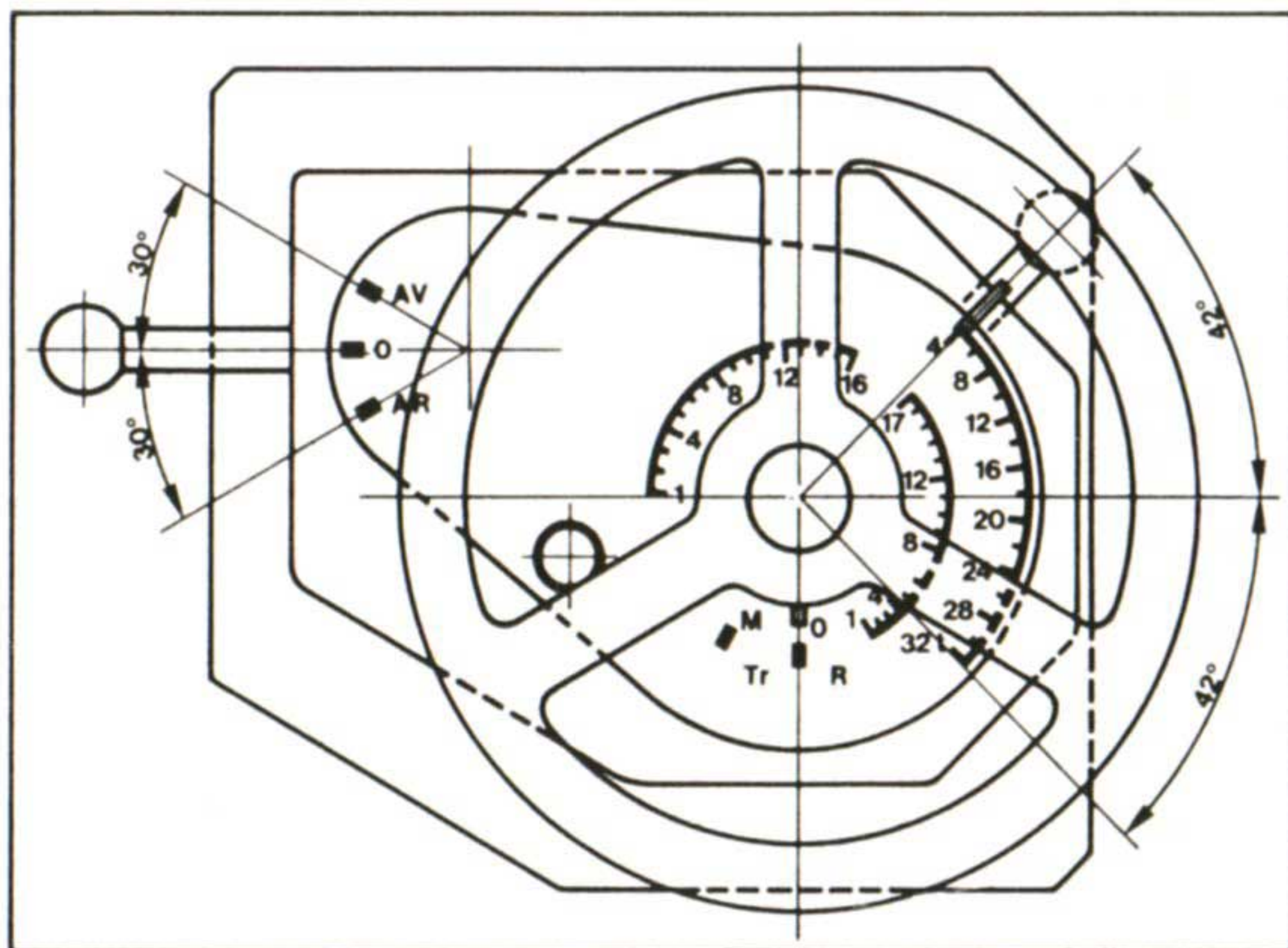
Pour ralentir, le conducteur ramène son volant à zéro, presse un bouton pour effacer une butée et règle le frein rhéostatique entre 0 et 17 tonnes en tournant le volant à gauche. Ou bien il manœuvre le robinet du frein automatique, ce qui freinera la rame remorquée et la locomotive. Mais, sur cette dernière, le frein rhéostatique fonctionnera en priorité, le frein pneumatique de la locomotive, augmenté ou réduit automatiquement, assurant une fonction complémentaire. Bien entendu, la consigne la plus élevée sera sélectionnée.



Derrière cet équipement apparent et aisément assimilable, il y a toute la partie électronique interposée entre le conducteur et les hacheurs; la détailler mènerait à un cours. En résumé, chaque hacheur comporte un bloc où l'appareillage est réparti en cinq tiroirs. La seule liaison entre blocs est le fait de l'oscillateur du hacheur 1 qui émet les signaux de synchronisation des deux hacheurs pour assurer le décalage d'une demi-période.

Le premier tiroir contient la fonction logique du hacheur. Un oscillateur génère les fréquences de 69 et 118 Hz. Un circuit asservi à un régulateur provoque les impulsions d'allumage des thyristors principaux et, sur un rythme identique, mais avec un certain décalage dans le temps, les impulsions d'allumage des thyristors d'extinction. C'est ce décalage dans le temps qui constitue la variable de réglage du hacheur : le rapport cyclique. Un second régulateur agit sur l'allumage des thyristors du pont redresseur à la fréquence fixe de 60 Hz, mais avec un angle d'ouverture réglable. Les deux régulateurs sont

**Schéma du manipulateur de la locomotive série 20.**  
Dessin de Ph. Dambly.



dépendants de la position du manipulateur en cabine et du capteur de vitesse. Ce même tiroir incorpore certaines fonctions de blocage du hacheur.

Un deuxième tiroir amplifie les faibles impulsions précédentes pour fournir les impulsions de puissance à 200 V qui allument les thyristors.

Le troisième tiroir sert à l'alimentation. Branché sur la batterie (60 à 90 V), il fournit les trois tensions stabilisées de 15, 200 et 2 x 24 V.

Le quatrième tiroir assure la protection du hacheur et des moteurs de la manière suivante :

- il décèle les thyristors avariés et le signale;
- il mesure l'intensité du courant grâce à un transducteur, avec une limite de 1 500 A en traction et 1 000 A en freinage;
- il mesure la tension à l'aide d'un diviseur de tension, avec une limite de 3 000 V par groupe de moteurs;
- il contrôle l'état des fusibles protégeant les chaînes de thyristors principaux.

Dans ces trois derniers cas, tout signal de défaut provoque l'ouverture du disjoncteur; le hacheur devra être mis hors circuit.

Il est d'autres protections qui, soit bloquent le hacheur directement dans le boîtier, soit émettent un signal de blocage interprété par la fonction logique. Il s'agit essentiellement de :

- défaut de ventilation du hacheur;

- sollicitation de courant inférieure à 250 A;
- tension à la caténaire dépassant 3,8 kV ou n'atteignant pas 2,0 kV;
- charge trop faible ou décharge insuffisante du condensateur d'extinction;
- information de survitesse des moteurs;
- mise en action du frein rhéostatique (on ne peut à la fois freiner et tractionner).

En outre, le régulateur des thyristors remplit quelques fonctions auxiliaires : limitation du courant pris à la caténaire à 1 900 A (950 x 2), compensation du cabrage de caisse qui agit sur l'excitation des moteurs, réduction du courant de traction sur signalisation de patinage. Enfin, il alimente les trois ampèremètres prévus dans chaque cabine.

Le cinquième tiroir sert à mesurer la vitesse grâce aux capteurs statiques :

- un calage ou un enrayage provoquent le desserrage du frein pneumatique;
- le décel d'une amorce de patinage provoque l'émission d'un signal vers le régulateur du hacheur, entraînant ainsi la réduction de la consigne de courant; le sablage est mis en action simultanément;
- le signal des survitesses émis par ce tiroir provoque le blocage du hacheur.

Ce cinquième tiroir assure également le réglage de l'effort du frein

rhéostatique, en liaison avec les appareils électroniques Oerlikon qui pilotent le frein pneumatique. Chacun influence l'action de l'autre par des signaux bilatéraux. Il faut préciser que le frein rhéostatique est inopérant quand un hacheur est éliminé et que toute information de freinage annule une consigne de traction.

Chaque poste de conduite dispose de quinze lampes témoins, soit pour signaler un défaut, un oubli, un patinage ou une survitesse, soit pour confirmer que la captation de vitesse est active. Il faut y ajouter quatre lampes de signalisation utilisées uniquement en double traction, ainsi que les lampes de l'équipement de veille « Memor ».

Chaque armoire basse tension possède elle-même six lampes de signalisation de défauts. Quant aux boîtiers électroniques des logiques de commande, ils disposent de leurs propres lampes de signalisation destinées aux dépannages.

Ceci pour l'essentiel, car il reste encore bien des points à signaler : l'enclenchement du disjoncteur et sa temporisation en fonction du filtre, la surveillance de chaque fonction, même anodine en apparence. Nous dirons que chaque locomotive totalise

près de cent relais divers. Ici aussi, les temps ont changé : 25 ans plus tôt, on reprochait avec véhémence aux locomotives type 120 la présence de 39 relais alors que les 101 n'en avaient que 16... Et pourtant, le progrès aidant et grâce à la miniaturisation, la fiabilité est devenue supérieure. Les méthodes de diagnostic et la signalisation des défauts rendent les interventions rapides. A part les armatures des relais et les trois transformateurs de positionnement actionnés dans chaque manipulateur, rien ne bouge dans les circuits de commande.

Par contre, deux contacteurs seulement interviennent dans les circuits de puissance en service courant : ceux du freinage rhéostatique. A titre de comparaison, une simple locomotive série 22 comporte 42 contacteurs de puissance et de shuntage. Or, un aller et retour Ostende-Welkenraedl demande aisément, dans des conditions normales, plus de 3 000 manœuvres de contacteurs... Tout commentaire affaiblirait la comparaison.

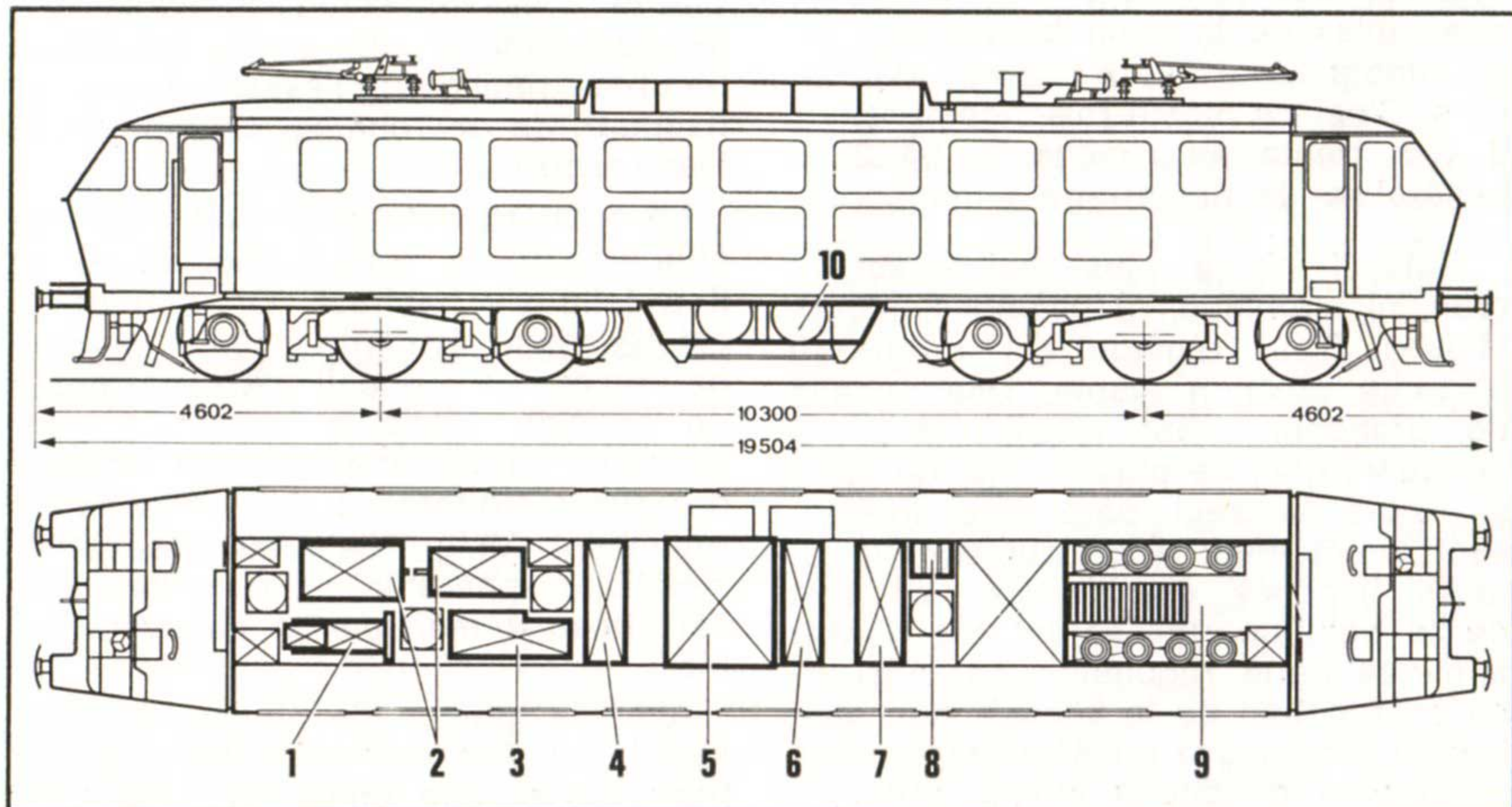
★

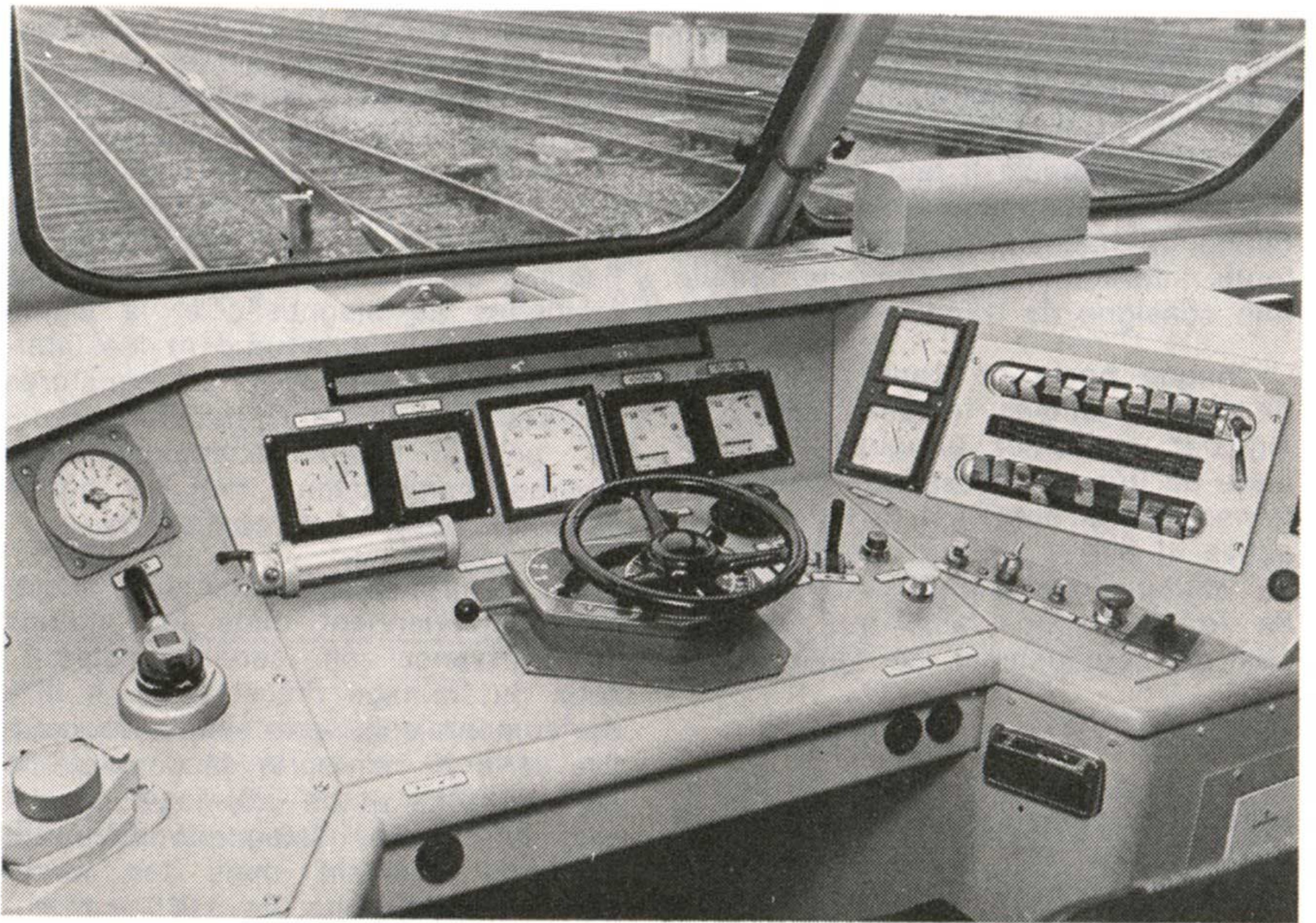
Pourtant, en dépit des automatismes embarqués, le rôle du conducteur d'une 20 est toujours primordial. Ce

#### Disposition de l'appareillage dans la salle des machines :

1. Compresseur. 2. Groupe moteur-alternateur (MGA). 3. Panneau pneumatique.
4. Armoire basse tension. 5. Bloc résistance de freinage. 6. Armoire haute tension.
7. Armoire DUR. 8. Bloc batterie. 9. Bloc hacheurs. 10. Selfs de lissage.

Document ACEC.





qu'on dénomme logique est un robot perfectionné qui ne donne comme réponses que ce qu'on lui a enseigné. La place de l'homme demeure celle du choix et de la décision, l'automatisme le déchargeant de toutes les tâches mineures dès qu'il les accomplit mieux et plus vite.

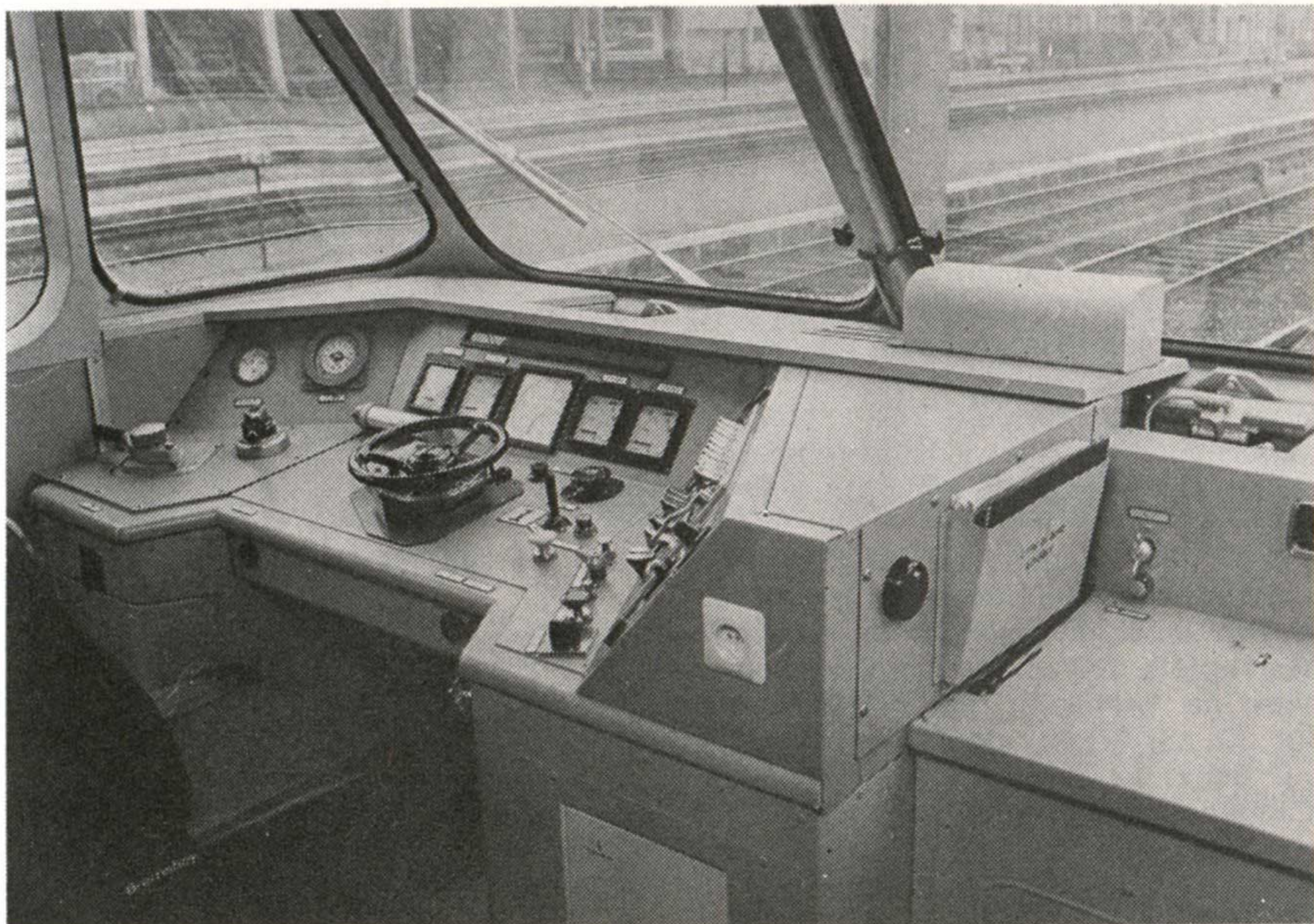
Un hacheur est une régulation d'intensité et la conduite manuelle ne pourrait se faire qu'avec une observation constante des ampèremètres. Il était donc normal de prévoir un système aux réactions plus promptes que celles de la main humaine et directement asservi aux organes de mesure. C'est ce même raisonnement qui, il y a trente ans, incita la SNCB à généraliser le démarrage automatique.

Mais il n'y a plus maintenant ni cran, ni couplage, ni positions économiques. Tout réglage est progressif et toute position stable. Une échelle de grandeur étant requise pour la conduite, quoi de plus normal de choisir alors le seul paramètre intéressant directement le conducteur : la vitesse imposée en traction. L'intérêt de la solution utilisée ici est d'avoir appliqué cette régulation de puissance en fonction de la vitesse, non seulement à la phase du démarrage, mais aussi à la marche à champ réduit.

Il n'est pas obligatoire de recourir à l'électronique pour réduire les champs inducteurs. Le hacheur se marie sans problème au réglage discontinu classique par crans de shuntage et contacteurs en cas d'abandon de l'excitation séparée. Affaiblir le champ inducteur par thyristors est une autre solution valable, largement utilisée en France, plus complète, car donnant un réglage progressif, mais sans doute plus délicate et plus coûteuse. Nous estimons quant à nous qu'il serait dommage de ne pas conserver l'unité propre à la régulation continue. Il y a cependant le prix et la fiabilité à ne pas négliger : l'essentiel est le hacheur, la marche à champ réduit l'accessoire.

Le frein rhéostatique était pour les conducteurs la grande nouveauté et il a fallu s'y habituer. Or, son utilité est tellement évidente, même en plaine, qu'on ne conçoit plus un engin de traction moderne disposant uniquement du système un peu barbare des blocs frottant sur les chemins de roulement. Malgré sa robustesse et sa simplicité apparente, un train de roues est chose à ménager le mieux possible.

Avec la logique de commande limitant la tension à 3 kV à l'entrée des hacheurs et une butée max. de 0,95,



Ci-dessus et en page précédente : vues du pupitre de commande. Le poste de conduite a été entièrement conçu sur bases ergonomiques. La sécurité et le confort du conducteur ont fait l'objet d'un soin particulier : ceinture paratélescopique intégrée à la structure, chauffage par air pulsé et rayonnement, pare-brise sandwich en verre trempé avec chauffage incorporé, etc. Photos SNCB.

on obtient bien 950 V aux bornes de chaque induit. Tant mieux pour le moteur carré. Mais on ne bénéficie plus d'une tension en ligne généreuse tout en pâtissant toujours de la chute de tension éventuelle. Si cette dernière est épisodique, passons. Si elle est périodique, aucun artifice ne peut y pallier à la longue et c'est sur l'alimentation de la ligne qu'il faut agir. On n'a pas attendu les 20 pour y songer. Ce sera différent avec une BB, car le compromis entre le rapport cyclique et le moteur carré sera inéluctable.

## CONCLUSIONS

Petit réseau aux moyens limités, la SNCB ne peut se permettre une politique systématique de prototypes, surtout pour des engins de l'importance d'une 20. On peut certes regretter de n'avoir pu expérimenter en vraie grandeur ne fût-ce qu'un demi-appareillage complet avant de lancer la construction en série, mais il aurait

fallu disposer, entre 1970 et 1973, à tout le moins d'une 15. C'était impossible dans un état de pénurie chronique. Les 20 ont beau avoir été construites à partir d'éléments éprouvés et de modules « simplement » extrapolés, elles n'en comportent pas moins un nombre impressionnant de nouveautés où les constructeurs ont donné libre cours à leur inspiration. La mise au point et les retouches ont donc demandé du temps, car elles ne pouvaient se faire que sur les engins entrant en service. Et il y a les impondérables et les défauts qui ne se révèlent qu'une fois en ligne... Ce fut long, mais la construction d'un prototype aurait entraîné au total des délais encore plus respectables.

Si la disponibilité et la fiabilité des 20 furent critiquables au début, la situation s'est cependant sensiblement améliorée durant les derniers mois. Il est certain que l'on sortira du tunnel, mais il aura fallu du temps. Il est curieux de constater que les 40100

françaises, dont sont issues les 18 belges, demandèrent, elles aussi, des années de mise au point malgré le classicisme de leur conception. Comme c'est le cas dans la vie de toute locomotive on apportera aux 20 les perfectionnements dictés par l'expérience et l'évolution technique. Un point faible subsiste et l'on s'en préoccupe : l'insonorisation des postes de conduite. Pourquoi s'en cacher ? Les 20 ont un confort de pullman, mais très ventilées, elles sont extrêmement bruyantes.

★

Au moment où les 20 entraient en service, nous avons entendu exprimer des regrets, tout platoniques d'ailleurs : elles ne prennent que 1 100 tonnes sur Namur-Arlon, alors que deux 26 ou deux 23 avec antipatinage par shuntage d'induit en prennent 1 600 et pourraient en prendre 1 700... C'est exact. Une locomotive se conçoit en fonction d'un programme et les performances découlent les unes des autres. On ne peut y changer grand'cho-

se par après, si ce n'est un rapport d'engrenages, mais avec le risque de trouver un engin déséquilibré. L'électronique n'est qu'un appareillage parmi d'autres (le plus récent et le meilleur), mais ce sont les moteurs qui donnent les performances, et 111 tonnes n'en remplacent pas 170 dans tous les cas.

Au fond, il n'y a pas de véritable locomotive mixte, mais des locomotives aussi mixtes que possible dans les limites de poids et de prix que l'on consent à admettre. Aucune astuce ne remplace les chevaux quand il s'agit de courir, ni la masse quand il faut arracher. Le contact roue-rail est toujours chose mystérieuse et le coefficient d'adhérence relève encore du domaine des variables aléatoires.

La locomotive à moteurs triphasés asynchrones ou même synchrones, alimentés sous tension et fréquence variables (locomotive sans collecteur et aux moteurs accrochés à la fréquence), est assez fréquemment présentée comme « la solution mixte » par

---

**Passage de la 2014 à Mortsel, près d'Anvers, en tête d'un train de charbon américain destiné à la cokerie Carcoke de Tertre. Novembre 1978.**

Photo E. Van Hoeck.







**La 2022 passe à Anderlecht en tête d'un train pour Ostende.**

Photo Y. Steenebruggen.

excellence. Nous n'aimons pas les affirmations péremptoires. D'abord, parce que la locomotive mixte n'existe pas; il n'y a que des compromis. Ensuite, parce que le moteur accroché à la fréquence n'évitera pas les pertes d'adhérence et la chute de l'effort, mais bien l'emballement qui n'est qu'une résultante.

Les cinq prototypes allemands à moteurs triphasés attendus cette année (série 120 de la DB) doivent donner, en version BB de 84 tonnes, des performances équivalentes à celles d'une 20 : 5 600 kW, 340 kN au démarrage, 120 kN à 160 km/h (7 600 ch, 33,35/11,77 tonnes). C'est beau, mais on pourra toujours leur reprocher un jour d'être inférieures à une CC de la série 103 en tête d'un rapide lourd ou à une BBB Re 6/6 dans les rampes du Gothard.

Personnellement, nous croyons encore que pour une locomotive mixte, quels que soient ses moteurs et son appareillage, et pour autant que les ambitions soient raisonnablement limitées quant à la puissance, la biréduction demeure une solution à ne pas négliger.

Le moteur triphasé ne sera pas une révolution, mais une nouvelle étape; le chemin de fer évolue et c'est là l'essentiel. Ajoutons que le coût n'a jamais constitué un obstacle durable à une évolution si les avantages sont évidents, mais aussi qu'une technique nouvelle ne s'affirme vraiment qu'après des essais prolongés. Il faut à la fois la sanction du service courant et le bilan économique à la tonne/km. En un mot, il faut le temps.

En attendant, il faut redire que l'on n'a pas vu trop grand avec les 20; on a vu « large », et avec raison. D'ailleurs, ce ne sont pas des engins poussés. Sous l'angle du rapport puissance/masse, il est des locomotives à 3 kV qui les dépassent et d'autres qui les dépasseront.

Par une nuit d'août, nous quittions Namur avec le 299. En tête, une 20 en état de grâce et derrière elle, 18 voitures bondées, soit près de 900 tonnes. Accélérer en rampe de 16 ‰ et passer Courrière en frôlant les 100 km/h était une expérience nouvelle pour la Belgique. On se prenait à évoquer les « Pacific » type 10, qui peinèrent si longtemps sur cette rampe servant de banc d'essai à la traction, mais aussi les 23... Au temps où ces dernières étaient encore le type 123, alors tout neuf, la charge limite eut été de 550 tonnes pour un tel train, mais quelle démonstration que la descente d'une rampe au frein à récupération, quand tout marchait bien. Un train de la série des 400 à l'époque de l'électrification naissante représentait aussi du beau travail.

Au fond, il aura fallu à la SNCB un quart de siècle après sa première locomotive électrique pour disposer d'engins démontrant pleinement les possibilités d'une traction moderne. Ce n'est pas sa faute. Elle a fait de son mieux avec ce qu'elle avait; elle exploite, mais ne commande pas. L'essentiel reste maintenant à faire : tirer le maximum d'un potentiel enfin révélé. Ce ne sera pas simple.

## CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE LA LOCOMOTIVE SERIE 20

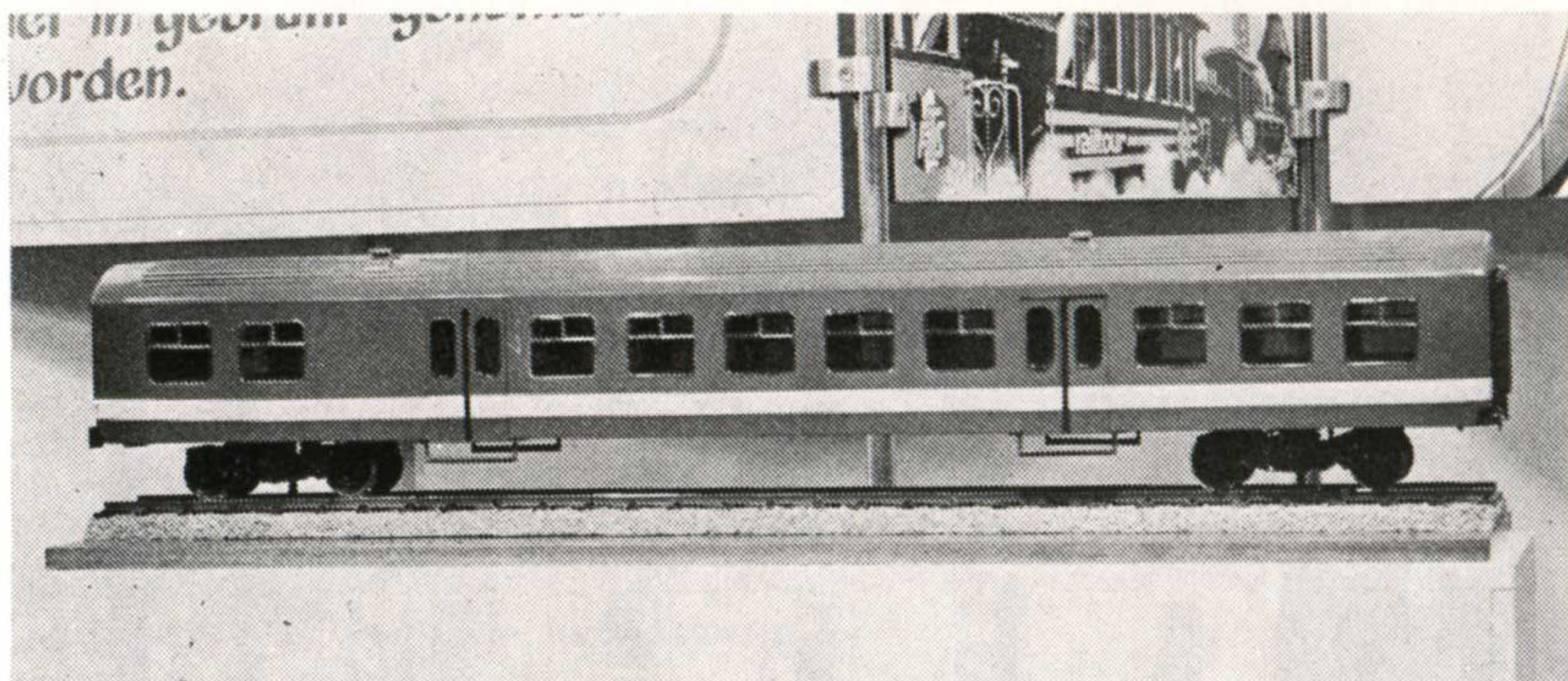
Effectif :	25
Symbole :	CoCo
Longueur hors tampons :	19,504 m
Longueur hors traverses :	18,110 m
Largeur de la caisse :	2,948 m
Hauteur toiture :	3,650 m
Hauteur totale, pantographes baissés :	4,185 m
Empattement total :	14,500 m
Empattement d'un bogie (2 x 2,100 m) :	4,200 m
Entre axes des bogies :	10,300 m
Entre axes des appuis de caisse :	10,900 m
Diamètre des roues (neuves) :	1,250 m
Rayon minimum de courbe :	100 m
Rapport de transmission :	26:80 (env. 1:3,077)

Performances relevées à la jante avec roues mi-usées (diamètre : 1,215 m) et tension en ligne de  $U \geq 3\,000$  V :

en régime	continu	unihoraire	maximum
puissance (P) : en kW :	4 950	5 280	5 040
en ch :	6 732	7 180	6 854
effort (F) : en daN :	22 555	24 026	11 769
en kg :	23 000	24 500	12 000
vitesse (V) : km/h :	79	77,2	160
effort max. au démarrage : en daN :			31 382
en kg :			32 000

Devis des masses (en kg) :	partie mécanique	partie électrique
châssis et caisse :	27 600	22 600
bogies :	2 x 16 500	2 x 13 800
total :	60 600	50 200
agrès :		200
masse de la locomotive en service :	111 000	

# LE 29<sup>e</sup> SALON INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER



Maquette d'une voiture de 2<sup>e</sup> classe du type M4 de la SNCB.

Reportage photographique de J. Larock.

Fidèle à une tradition maintenant solidement établie, l'Association royale belge des amis des chemins de fer a organisé, du 28 octobre au 12 novembre 1978, dans les locaux de la gare Centrale de Bruxelles, sa 29<sup>e</sup> exposition annuelle.

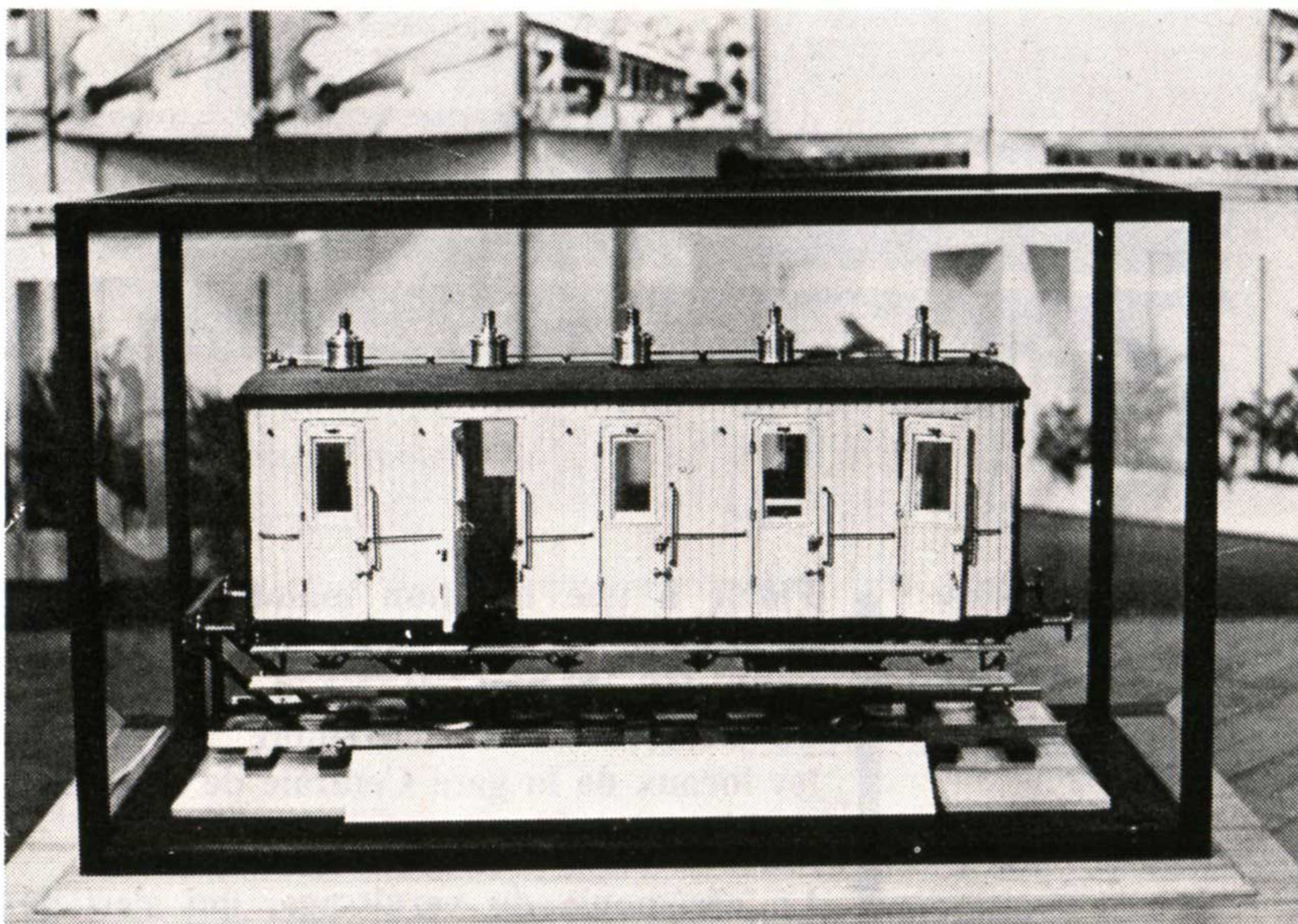
La cérémonie du vernissage, qui s'est déroulée le 28 octobre, était placée sous la présidence de Monsieur Colle, directeur de l'Informatique de la SNCB, représentant le ministre des Communications.

Une nombreuse assemblée, comprenant d'éminents représentants du ministère des Communications, des administrations exploitantes et des exposants, ainsi que de la presse, a visité avec intérêt les différents stands.

Au cours de cette visite, les invités ont eu l'occasion de prendre connaissance des plus récentes réalisations des réseaux, des constructeurs de matériel ferroviaire, des clubs d'amateurs et des fabricants de modèles réduits, tant professionnels qu'amateurs.

La SNCB présentait pour la première fois au public les maquettes des nouvelles voitures de service intérieur du type M4, dont une importante série est actuellement en construction. Le stand de la Société nationale était complété par les plus récents matériels de traction et remorqués : la locomotive électrique série 20, l'automotrice quadruple série 08, les voitures du type standard européen et différents wagons spéciaux.

Par contraste avec ce matériel très moderne, le club « De Mijlpaal », qui groupe des anciens de l'Atelier central de Malines, présentait une remarquable maquette au 1/10e de voiture en bois construite en 1890, par cet Atelier central, sur un châssis de 1872.



**Maquette au 1/10e d'une voiture en bois de 1890 des chemins de fer de l'Etat belge.**

La Deutsche Bundesbahn, dans le cadre de sa propagande touristique en faveur de la République fédérale d'Allemagne, nous montrait notamment les avantages des trains auto-couchettes qui sont équipés d'un matériel très confortable.

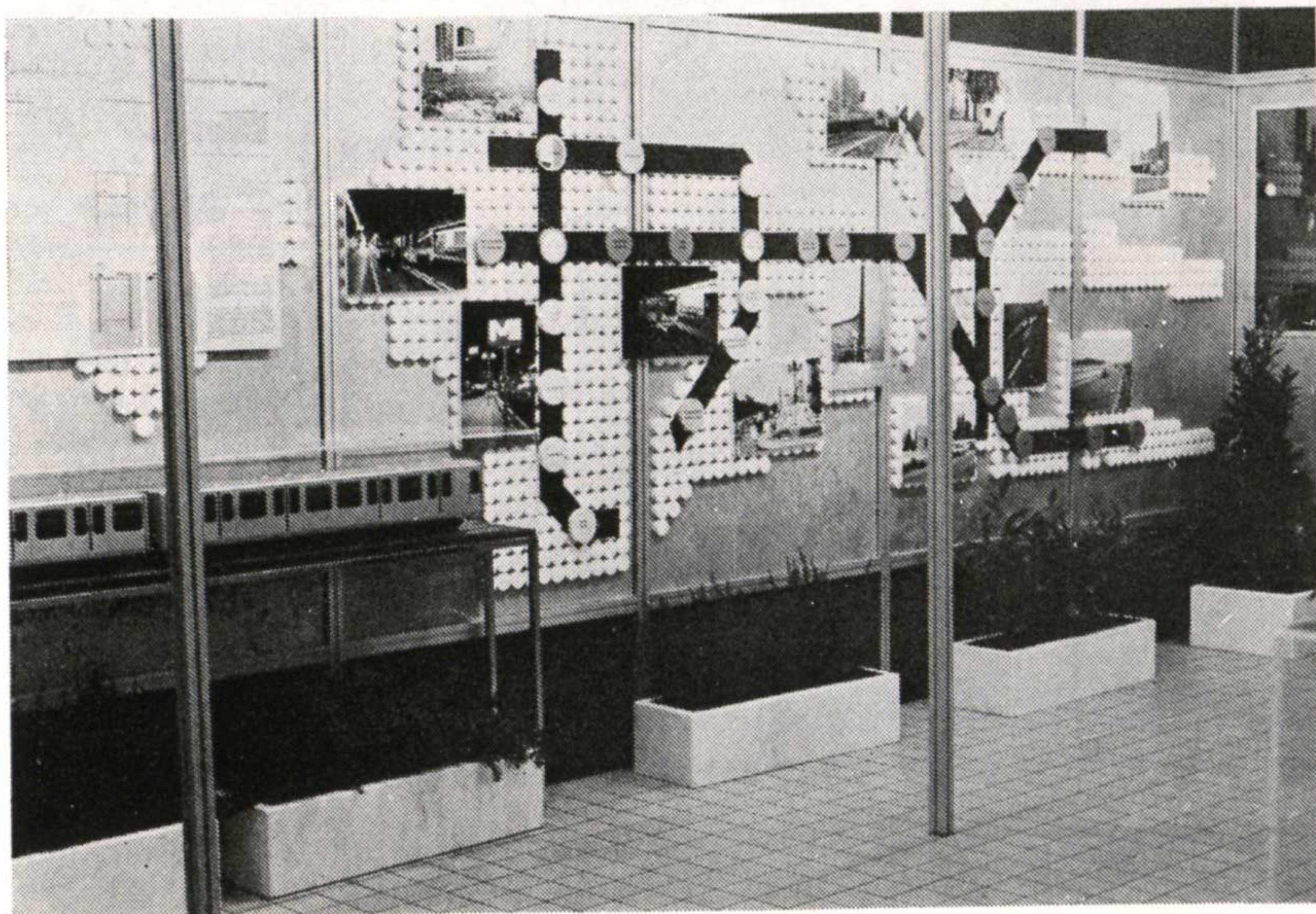
Le Service de promotion des transports urbains du ministère des Communications faisait le point des travaux d'infrastructure entrepris dans les grandes villes du pays, mais présentait aussi la nouveauté de l'année : le minibus pour handicapés mis en service par la STIB.

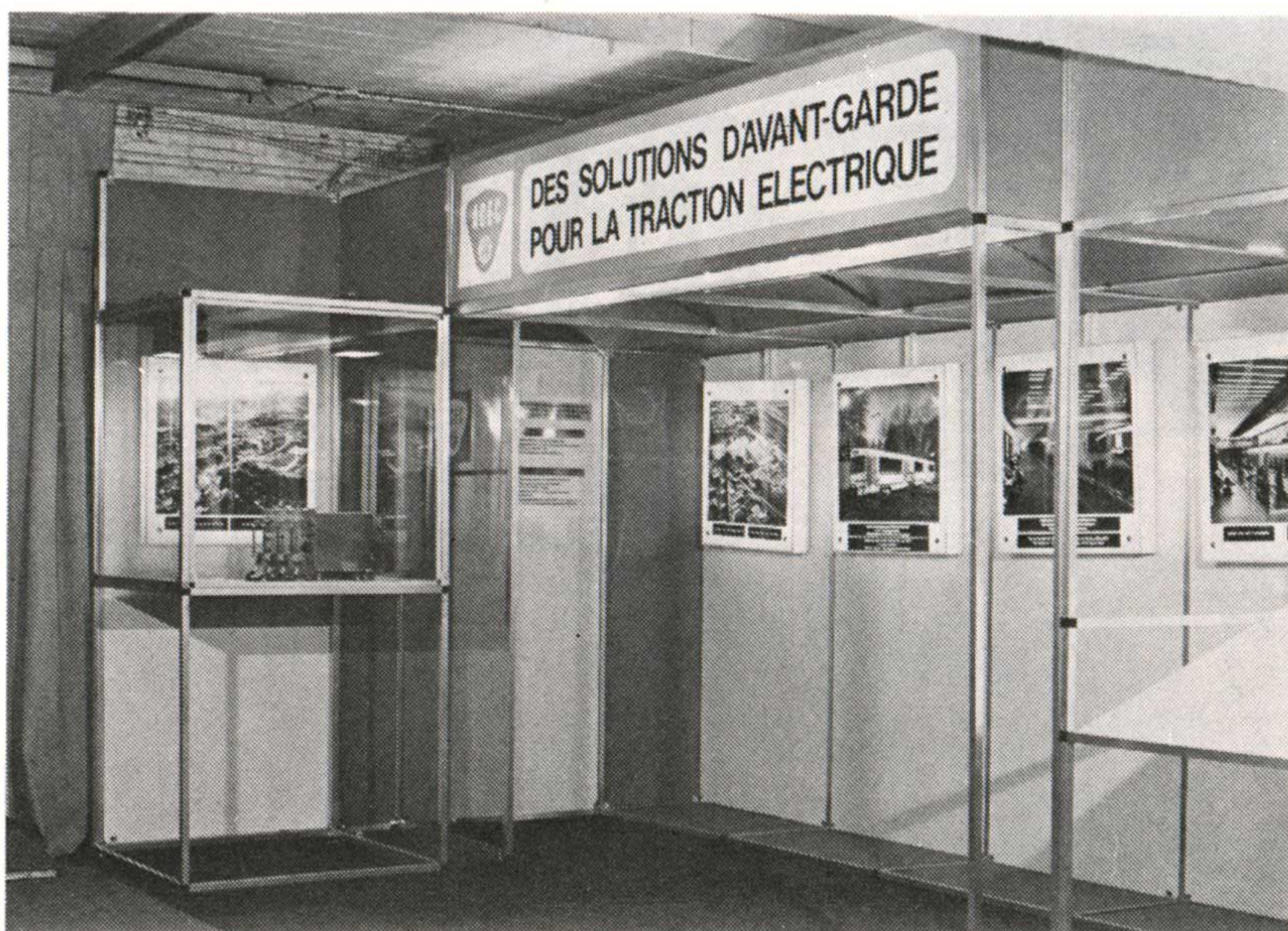
Les Ateliers de constructions électriques de Charleroi, parmi leurs productions classiques, nous présentaient particulièrement le projet de voiture de tramway articulée pour la SNCV, un équipement de commande statique pour voiture du type PCC et un convertisseur statique de 5 kW pour auxiliaires des voitures 7900 de la STIB.



**Le stand de la Deutsche Bundesbahn invitait au tourisme en RFA.**

**Présentation schématique du réseau de métro et de prémétro de Bruxelles, dans le stand du Service de promotion des transports urbains du ministère des Communications.**





**Le stand des Ateliers de constructions électriques de Charleroi.**

Les ACEC présentaient notamment la nouvelle voiture de tramway articulée destinée aux réseaux du littoral et de Charleroi de la SNCV.



Siemens, à côté de différents équipements pour le transport ferroviaire, montrait le nouveau système de transport intérieur d'usine par conteneurs SIMACOM-VT, ainsi qu'une installation très étudiée d'alerte incendie.

Dans un domaine tout différent, mais également passionnant pour l'amateur, le modélisme ferroviaire, la firme Inter Hobby exposait les dernières réalisations au 1/87e de Roco et de Bemo. Dans ce stand, nous avons remarqué la locomotive prussienne S 10<sup>1</sup> (BR 17 de la DB), la 150 C de la région Est de la SNCF, la « Crocodile » des OeBB et une magnifique automotrice ancienne des NS. A côté de ces productions de Roco, les fabrications de Bemo comprenaient du matériel à voie métrique et à voie de 0,75 m de type allemand.



**Le stand de Siemens SA.**

La maison Luc présentait les fabrications traditionnelles de Märklin en I, en HO et en Z, ainsi qu'une locomotive SNCB série 59 de Roco, transformée pour circuler sur voie Märklin.

Model Trains attirait l'attention des spécialistes par de splendides maquettes au 1/45e, de fabrication Eurotrain, des types 38<sup>10</sup>, 94, E91 et E194 de la DB.

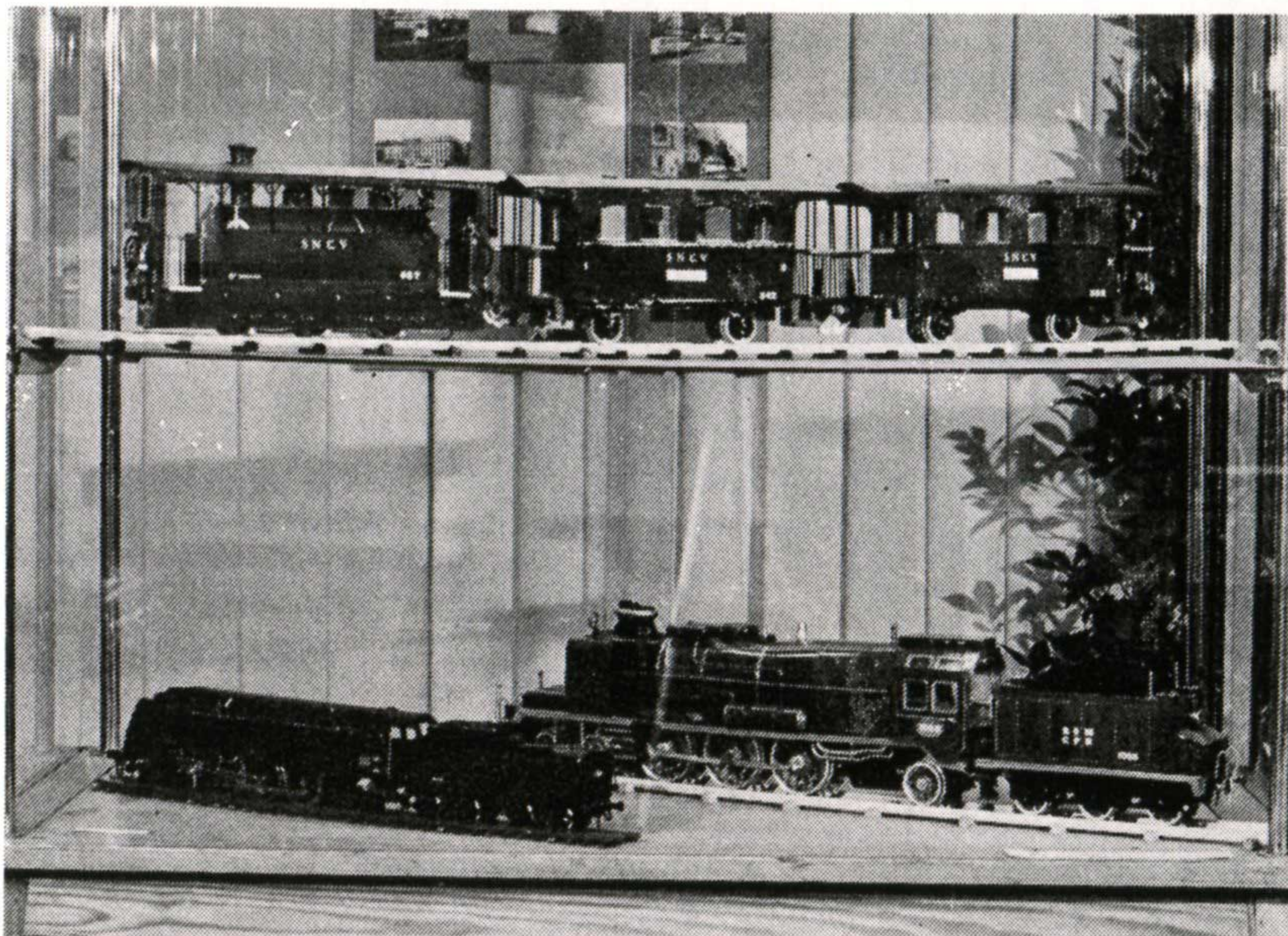
Les différents clubs d'amateurs et de chemins de fer touristiques rivalisaient d'originalité pour montrer leurs activités par des photos, des cartes postales, des maquettes ou différents objets de collection. Participaient à cette exposition : l'Amutra, l'ASVi, le GTF, le Mupdofer, le RRR, le TTA et la VeBOV. Cette présentation simultanée a permis aux membres des différents clubs de mieux se connaître et aux profanes de mieux apprécier la variété des activités et l'importance grandissante de l'attrait des transports en commun sur le public.

L'AEC, Association européenne des Cheminots, qui groupe les travailleurs du rail de nombreux pays européens, contribuait, par sa présence, au développement de la collaboration internationale et de l'esprit européen.

Enfin, l'ARBAC, organisatrice de l'exposition, soumettait à l'appréciation du public quelques réalisations de ses membres ainsi qu'un vaste choix de publications les plus variées sur les transports ferroviaires et urbains.

---

**Les membres de l'ARBAC exposaient quelques beaux modèles.**



**Cette revue  
sort des presses de l'Imprimerie**

**ARTISTIC**

**Avenue de Maire, 179  
7500 Tournai - Tél. (069) 22 32 53**

**Une firme tournaisienne  
qui vous garantit une présentation  
de classe  
en édition de catalogues,  
livres et périodiques**



## BELGIQUE

● On sait que, sous l'égide de l'UIC, six réseaux européens (DB, OeBB, SNCB, SNCF, FS et CFF) se sont associés pour étudier et acquérir, en commun, de nouvelles voitures destinées au trafic de jour à longue distance. Dans une première étape, 500 voitures ont été commandées, avec le concours d'Eurofima, à un groupement international constitué par les firmes Alstom (France), La Brugeoise et Nivelles, à présent BN Constructions Ferroviaires et Métalliques (Belgique), Fiat (Italie) et Linke-Hofmann-Busch (Allemagne fédérale), auxquelles s'est associé le constructeur autrichien Jenbacher Werke pour l'exécution du contrat. La répartition entre réseaux des 500 véhicules est la suivante : 100 respectivement pour la DB, les FS, les OeBB et la SNCF, 80 pour la SNCB et 20 pour les CFF.

Le nouveau matériel, à couloir latéral, comporte des voitures de 2e classe à onze compartiments (B11) et des voitures de 1ère classe à neuf compartiments (A9). Des bogies d'un type nouveau et l'isolation acoustique rendent ces voitures aptes à circuler à 160 km/h et, moyennant quelques adaptations, à 200 km/h. Entre autres améliorations, la climatisation et l'augmentation de l'espace individuel contribuent à l'élévation du niveau de confort.

Les 80 voitures de la SNCB, en l'occurrence, 60 unités de 2e classe et 20 de 1ère classe, sont désignées 16 C'est BN qui les a construites, en ses ateliers de Bruges (caisses et aménagement) et de Nivelles (bogies Fiat Y 0270 S). Trente-trois unités ont été livrées en 1977; le solde, soit 47 unités, a suivi en 1978. Les 16 sont utilisées sur les relations Paris-Bruxelles-Amsterdam et Ostende-Cologne.

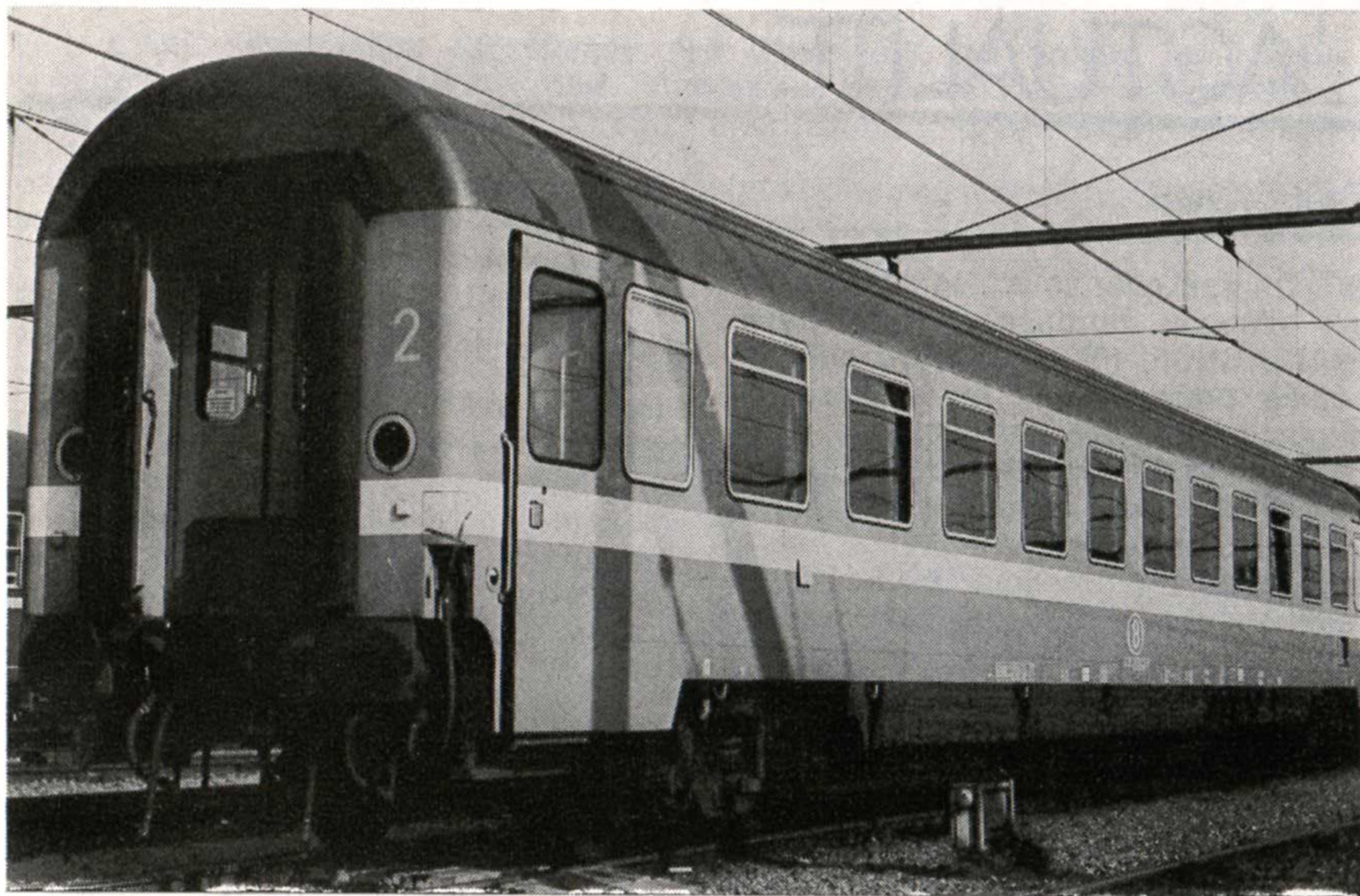
La SNCB a également commandé 35 fourgons pour service international, montés sur bogies Fiat Y 0332. Construit par BN, lui aussi, ce matériel porte la même livrée que les voitures Eurofima : orange avec bande gris pâle.

● Les premiers exemplaires des nouvelles voitures du type M4 pour service intérieur sortiront d'usine incessamment. Ces véhicules, dont les visiteurs du 29e Salon des chemins de fer ont pu voir de belles maquettes, ont été entièrement conçus par les services de la SNCB. Une première commande a été passée en 1977, portant sur 95 voitures de 2e classe et 30 de 1ère classe; une deuxième commande, passée en 1978, porte sur 150 véhicules de 2e classe; enfin, l'année en cours a vu la commande de 65 voitures de 1ère classe avec fourgon. Sont encore prévues : 20 voitures de 1ère classe, 95 voitures de 2e classe et un nombre indéterminé de voitures mixtes (2e classe, fourgon et « snack »).

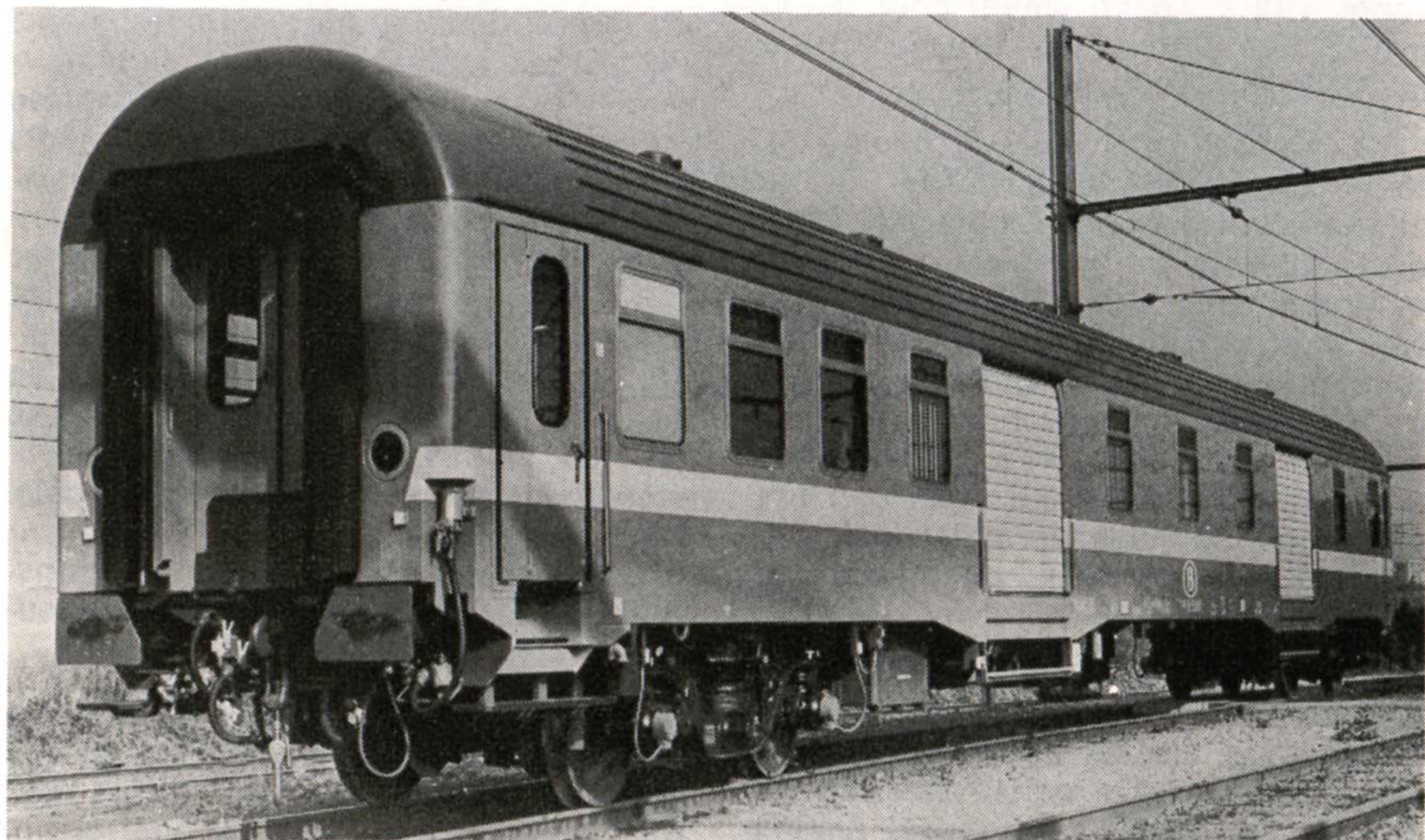
Les voitures de 1ère classe comporteront deux grands compartiments (72 places assises) et deux plates-formes d'extrémité; celles de 2e classe seront divisées en trois compartiments (104 places assises) avec deux plates-formes intermédiaires; quant aux voitures mixtes 1ère classe-fourgon, elles offriront 56 places assises. Les M4 seront dotées du chauffage à air pulsé, de bogies du type Y 32 de la SNCF et pourront circuler à la vitesse de 160 km/h. Elles porteront une livrée pourpre avec bande gris pâle. Nous reviendrons plus en détails sur cet intéressant matériel qui est construit par BN, à Bruges et à Familleureux.

● Pour le service international, la SNCB envisage l'acquisition de 40 voitures-couchettes, dont 20 seront des Bc10. Les autres se caractériseront par une extrémité aménagée en vue de la restauration.

● Les futures automotrices doubles de la SNCB, dites « break », ont fait l'objet d'une première commande de 35 exemplaires dont la livraison s'échelonnera de 1981 à fin 1982. Elles constitueront la série 03 et seront donc numérotées de 301 à 335. Une deuxième commande, déjà prévue, portera aussi sur 35 unités (nos 336 à 370). Ces automotrices, dont l'esthétisme



Voiture 16 de 2e classe de la SNCB, du type standard européen, et, ci-dessous, un nouveau fourgon pour le service international. Photos SNCB.



que sera particulièrement soignée, offriront 140 places assises en 2e classe et 32 en première. Elles seront mues par quatre moteurs totalisant 1 350 kW et pourront atteindre 160 km/h. Nouveauté à la SNCB : les 03 seront équipées d'attelages automatiques GF fournis par la firme Georg Fischer de Schaffhouse, en Suisse, et pouvant assurer intégralement toutes les connexions. On se rappellera que les rames de métro de Bruxelles sont également dotées d'attelages GF.

● En page 21 de notre précédent numéro, nous évoquons la future présentation extérieure des locomotives quadricourant de la série 18. Effectivement, la 1802 est apparue entre-temps dans cette livrée, d'ailleurs expérimentale : caisse peinte en jaune, à l'exception du toit et des garnitures « inox » des longs-pans, les parties peintes auparavant dans la teinte bleu sombre des NS l'étant dorénavant en bleu « gentiane » et non en bleu acier comme prévu initiale-

ment. Le moins qu'on puisse dire est que cette livrée ne fut pas très favorablement accueillie. La SNCB elle-même ne la jugeant pas satisfaisante, chargea, fin janvier, l'atelier de Kin-kempois de procéder à l'exécution d'une nouvelle décoration à la première occasion favorable. Les choses ne traînèrent pas et la 1802 arbore désormais la livrée suivante :

- bleu acier pour la partie supérieure du long-pan et la charpente du pare-brise;
- application du jaune RAL 1021 pour la bande décorative du long-pan et le rectangle ornant l'avant-corps;
- retour à la teinte grise pour la partie de la caisse qui avait été repeinte en jaune;
- suppression du bandeau bleu sur la traverse de tête.

● En fonction du maintien et de la modernisation de ses réseaux de tramways du littoral et de Charleroi, la Société nationale des chemins de fer vicinaux a commandé deux prototypes de voitures articulées de sa conception, du type semi-méto, dont la livraison doit avoir lieu début 1980 (nous publions une photo de la maquette de ces voitures en page 52 et

nous les décrirons en détail dans un prochain numéro). Le programme engagé par la SNCV porte sur un total de 105 voitures, soit 50 pour la côte et 55 pour Charleroi.

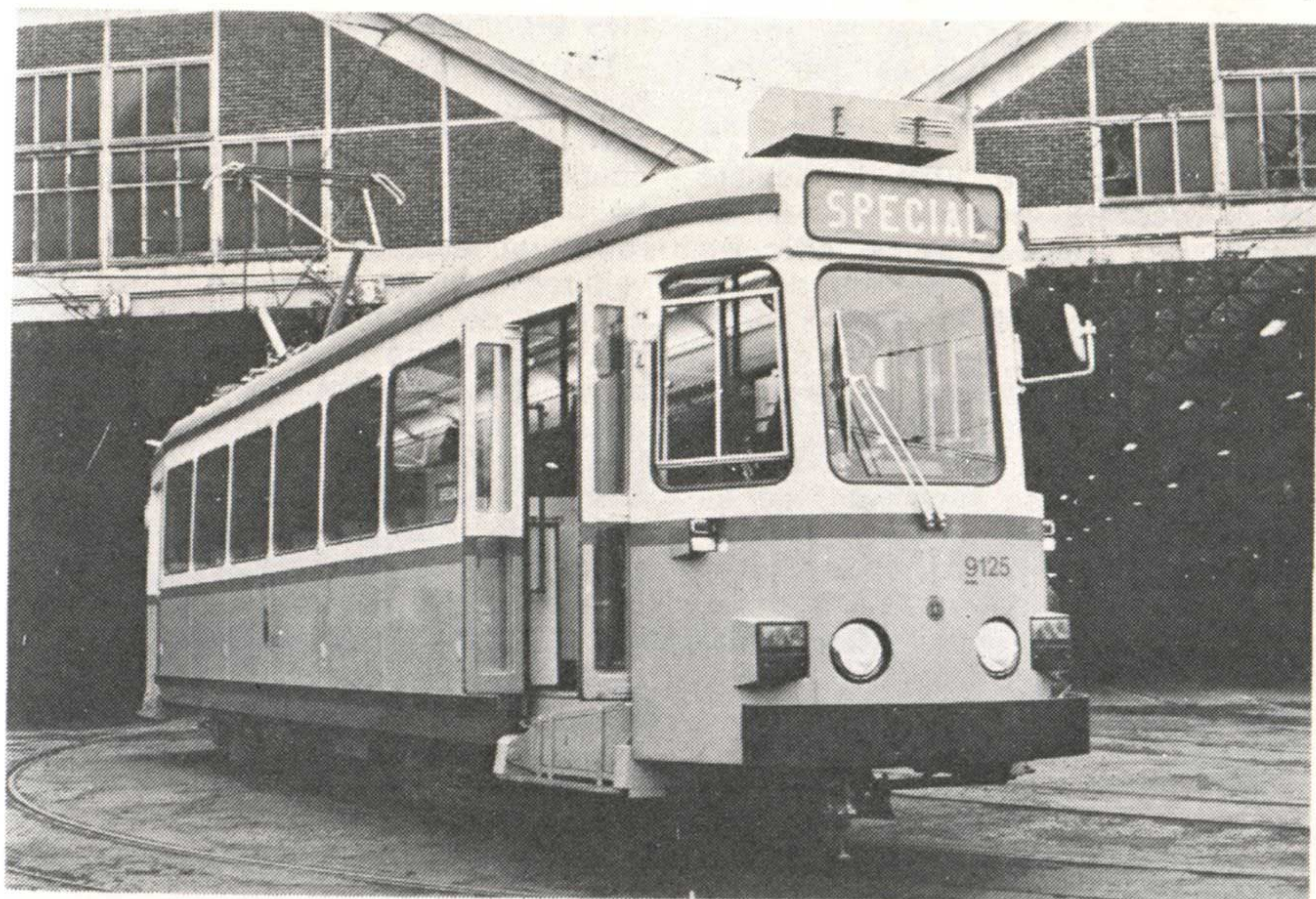
D'autre part, la modernisation de son matériel ferroviaire étant à l'ordre du jour, la SNCV a complètement transformé une motrice type S du réseau de Charleroi, la 9125. Cette transformation a essentiellement concerné la caisse et l'aménagement intérieur. A noter : les nouveaux sièges individualisés de couleur orange, les cloisons vitrées isolant les deux postes de conduite, les nouvelles fenêtres encadrées de caoutchouc, les marches d'accès adaptées aux quais hauts, le dédoublement des phares, etc. La présentation extérieure est identique à celle des autobus vicinaux : orange et crème avec bandeau et bas de caisse bleus.

● Les services de la SNCB étudient la remotorisation des trois locomotives diesel-hydrauliques série 66 (ex-type 222), construites par les ABR en 1962. Ces machines sont équipées d'un moteur MAN L 12 V 18/21 de 950 ch, fabriqué sous licence par les ACEC en leurs ateliers de Gand (anciennement SEM). La production de ce type

---

**La motrice 9125 du réseau carolorégien de la SNCV, complètement transformée.**

Photo M. Mouny.





Les locomotives série 66 vont être dotées d'un nouveau moteur (lire notre information). Locomotive n° 6603 au dépôt de Hasselt.

Photo E. Van Hoeck.

de moteur ayant été abandonnée entre-temps, les pièces de rechange sont devenues introuvables et il a fallu « cannibaliser » une des trois locomotives (la 6601). Devant cette situation, la SNCB a décidé de rééquiper les 66 de moteurs ABC du type 6 DXC, développant 750 ch. Cette opération s'effectuera à l'Atelier central de Salzinnes (Namur). Attachées au dépôt de Hasselt, les 66 assurent la traction des convois de fonte en fusion entre Seraing et Cheratte.

Nous apprenons d'autre part que les moteurs SEM équipant les locomotives de manœuvres série 85 seront progressivement remplacés par des moteurs ABC de 650 ch.

● Le 19 décembre 1978, la société BN a présenté, en ses ateliers de Bruges, la première rame articulée destinée au préméto de Rio de Janeiro. Depuis plusieurs années déjà, la grande cité brésilienne, qui s'étend sur environ 30 km de longueur et compte 9 millions d'habitants, cherchait une solution efficace aux problèmes sans cesse croissants de sa circulation. La décision de créer plusieurs lignes de préméto pour desservir la périphérie et la relier au méto central fut prise à l'issue d'une étude approfondie et sur base, notamment, de l'expérience acquise à Bruxelles par la STIB.

Le 14 avril 1977, une commande de 68 voitures articulées a été passée par la « Companhia de Metropolitanos de Rio de Janeiro » à un consortium

international composé de la société brésilienne Cobrasma, chef de file, et de BN Constructions Ferroviaires et Métalliques, ainsi que des firmes ouest-allemandes Siemens AG et BBC Mannheim. Ces deux dernières ont établi les plans de l'équipement électrique et en ont confié la fabrication à leurs filiales brésiennes, Siemens SA et Industrias Electricas Brown Boveri SA. Sur les 68 véhicules prévus, 60 seront construits sous licence BN par Cobrasma, dans ses nouveaux ateliers de Sumare (faubourg de Sao Paulo), tandis que BN doit fournir deux rames prototypes et six de présérie.

Les véhicules sont du type unidirectionnel, en acier. Pour obtenir un train bidirectionnel, il y a lieu d'accoupler deux rames dos à dos. Un train peut être constitué de quatre rames accouplées au maximum. Ces voitures peuvent s'inscrire dans des courbes de 25 m de rayon et gravir des rampes de 6 ‰. Elles peuvent aussi être équipées de marches rétractables rendant l'accès possible tant à partir de la rue que des quais des stations. L'accès au véhicule est assuré de chaque côté par quatre portes à double battant. Les sièges en polyester armé, extrêmement robustes, sont répartis par rangées de deux et d'un seul.

Chaque rame est montée sur trois bogies, lesquels ont été conçus et sont fabriqués par Francorail-MTE, au Creusot. Les bogies d'extrémité portent un moteur de traction de 200 kW entraînant les deux essieux; le bogie médian,

sous l'articulation, n'est que porteur. Les moteurs sont de conception Siemens, tandis que l'appareillage de contrôle est une réalisation BBC. Chaque essieu est pourvu d'un frein à

disque Knorr et d'un frein magnétique. Enfin, les suspensions primaire et secondaire sont à base de caoutchouc. Les caractéristiques principales de ce véhicule sont les suivantes :

— voie :	1,600 m;
— tension d'alimentation :	750 V continu;
— longueur totale :	25,476 m;
— largeur de la caisse :	2,678 m;
— hauteur au toit :	3,400 m;
— hauteur du plancher :	0,950 m;
— diamètre des roues :	0,680 m;
— empattement bogie moteur :	1,900 m;
— empattement bogie porteur :	1,800 m;
— puissance totale :	400 kW;
— vitesse maximale :	80 km/h;
— tare :	37 t;
— nombre de places assises :	58;
— nombre de places debout :	193;
— nombre de places maximal :	316

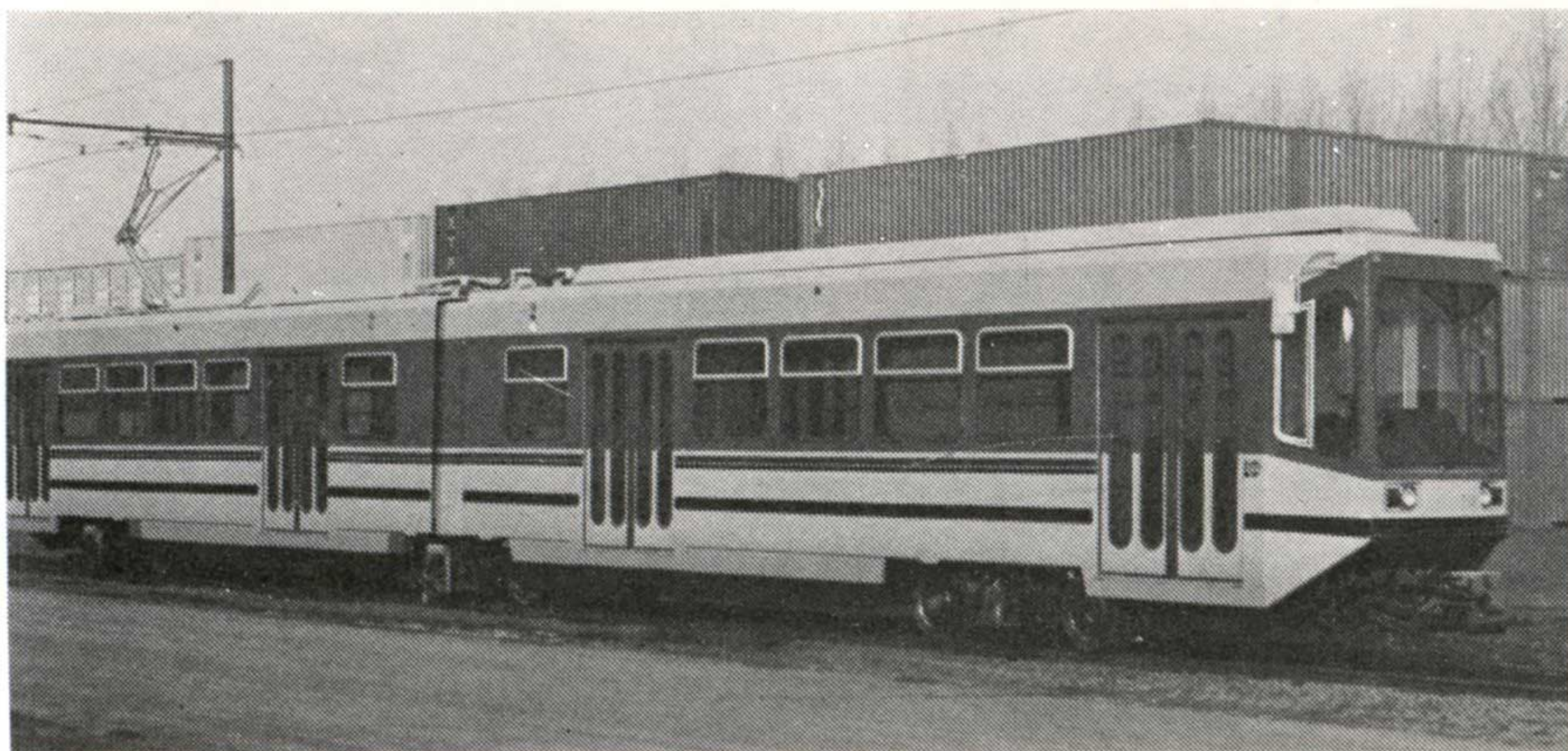
● BN a obtenu de la « Haagsche Tramwegmaatschappij » (Société des tramways de La Haye, aux Pays-Bas), deux commandes successives portant respectivement sur 20 et 10 voitures de semi-méto à deux articulations et quatre bogies. Ces commandes ont été enregistrées après une longue étude et en dépit d'une vive concurrence étrangère. Les voitures seront numérotées de 3001 à 3030 et leur livraison prendra cours fin 1980. Les articulations sont de type BN, de même que les bogies bimoteurs assurant une adhérence totale. Les moteurs de traction seront fournis par les ACEC, tandis que l'appareillage de contrôle sera livré par la firme néerlandaise Smit/Holec. Long de 28,500 m et large de

2,350 m, le véhicule offrira 77 places assises et 113 places debout.

● C'est le 31 mai dernier que M. Chabert, ministre des Communications, a envoyé la lettre approuvant la livraison à la SNCB de 30 locomotives électriques du type BoBo. Celles-ci constitueront la série 27 et seront mises en service de 1981 à fin 1982. Locomotive mixte développant une puissance continue de 4 150 kW, soit 5 640 ch, la 27 sera capable de remorquer douze voitures à 160 km/h en rampe de 4 ‰ ou un train de marchandises de 800 tonnes en rampe de 16 ‰. Les ACEC fourniront les moteurs de traction et l'équipement électrique. Les bogies, de conception BN, seront

**La première rame destinée au préméto de Rio de Janeiro.**

Photo BN.



dotés d'une suspension primaire SLM, d'une suspension secondaire de type Flexicoil, et auront 3 m d'empattement. La longueur totale de la 27 atteindra 18,650 m, soit seulement 854 mm de moins que celle de la 20. Grâce à l'utilisation d'alliages légers et d'acier inoxydable, la masse totale ne dépassera pas 84 t. La locomotive comportera deux hacheurs à thyristors alimentant chacun deux moteurs de traction à excitation série. Un frein rhéostatique très puissant a été prévu.

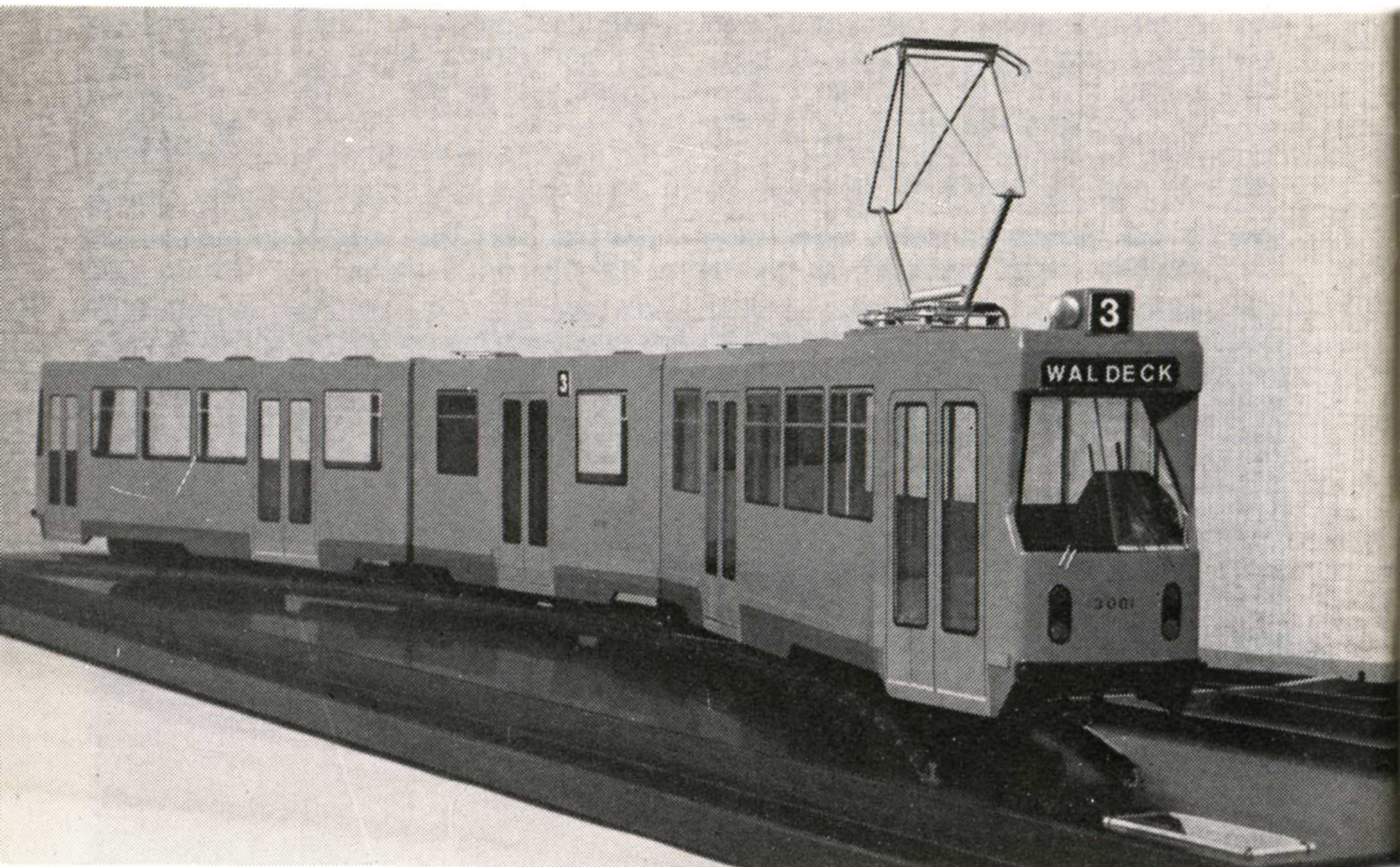
● Si les locomotives des séries 52, 53 et 54 sont indiscutablement d'excellentes machines, on peut leur reprocher un nombre de décibels élevé dans les cabines de conduite. C'est pourquoi les services de la SNCB ont étudié une meilleure insonorisation de ces cabines et, tant qu'à faire, la transformation complète des avant-corps dans le but d'améliorer la sécurité et la visibilité. Il fut ensuite décidé, à titre d'essai, d'apporter ces transformations aux locomotives 5306 et 5309 lors de leur passage en grande révision. La 5306, entrée à cette fin à l'Atelier central de Salzinnes le 19 décembre 1977, en sortit le 19 février dernier, presque méconnaissable.

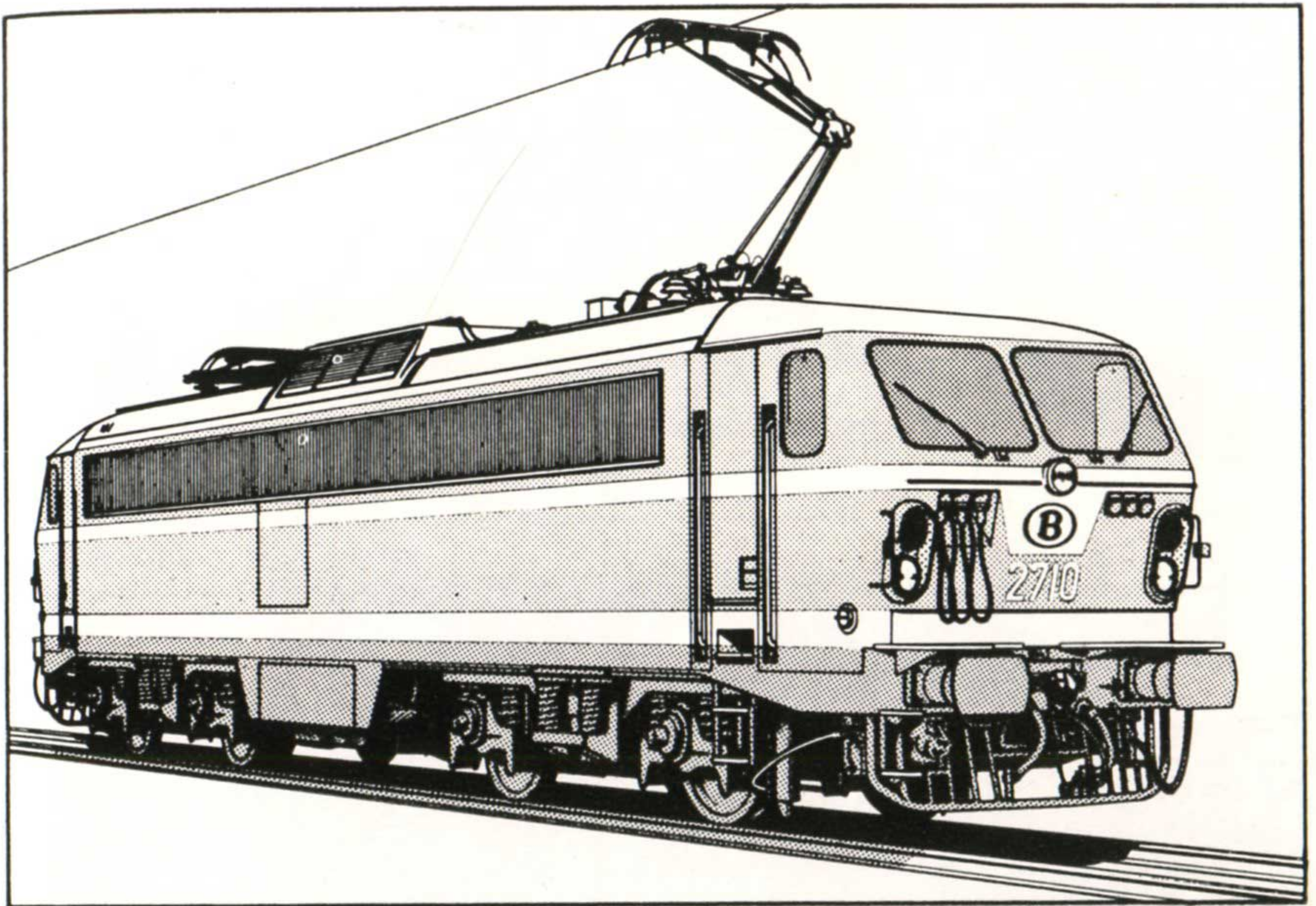
Les nouvelles cabines de conduite, dites « flottantes », sont totalement isolées de la salle des machines et du châssis, auxquels elles sont fixées par l'intermédiaire de silentbloks composés de lamelles de caoutchouc et d'acier. Les nez de protection caractéristiques ont dû être redessinés et les portes d'accès extérieures donnent maintenant sur la salle des machines et non plus sur les cabines de conduite. En ce qui concerne la sécurité, les parties frontales ont été renforcées et un dispositif d'absorption des chocs en cas de télescopage a été installé sous le plancher des cabines.

De plus, les pupitres de commande ayant été surélevés, la protection des conducteurs s'en trouve encore accrue, de même que la visibilité offerte. Ces nouveaux pupitres sont passés de droite à gauche, conformément à la règle désormais en vigueur à la SNCB, et sont du même modèle que ceux des locomotives série 55. Du côté de la partie électrique, l'ensemble des six moteurs de traction a été divisé en deux groupes de manière à ce que la locomotive puisse fonctionner à puissance réduite en cas d'avarie nécessitant l'isolement des

**Maquette de la future voiture du semi-méto de La Haye.**

Photo BN.





Ce dessin donne une idée de l'allure qu'aura la nouvelle locomotive série 27 de la SNCB. Nous le publions sous réserve de modifications de détails, notamment en ce qui concerne l'avant-corps (disposition des doubles phares, etc.). On notera la présence d'un troisième phare et de coupleurs permettant la conduite en unité double. Les persiennes seront en acier inoxydable.

Dessin de Phil Dambly.

moteurs d'un même groupe. Si ces transformations s'avèrent satisfaisantes, toutes les 52, 53 et 54 seront traitées de la sorte.

Quand elle se répandit, la nouvelle de modifications altérant sensiblement l'esthétique de ces belles machines suscita un certain désappointement. Toutefois, si l'on regrette la disparition des nez d'inspiration General Motors, il faut bien admettre que la locomotive « new look » ne manque pas d'allure (la nouvelle décoration y étant aussi pour quelque chose).

## ITALIE

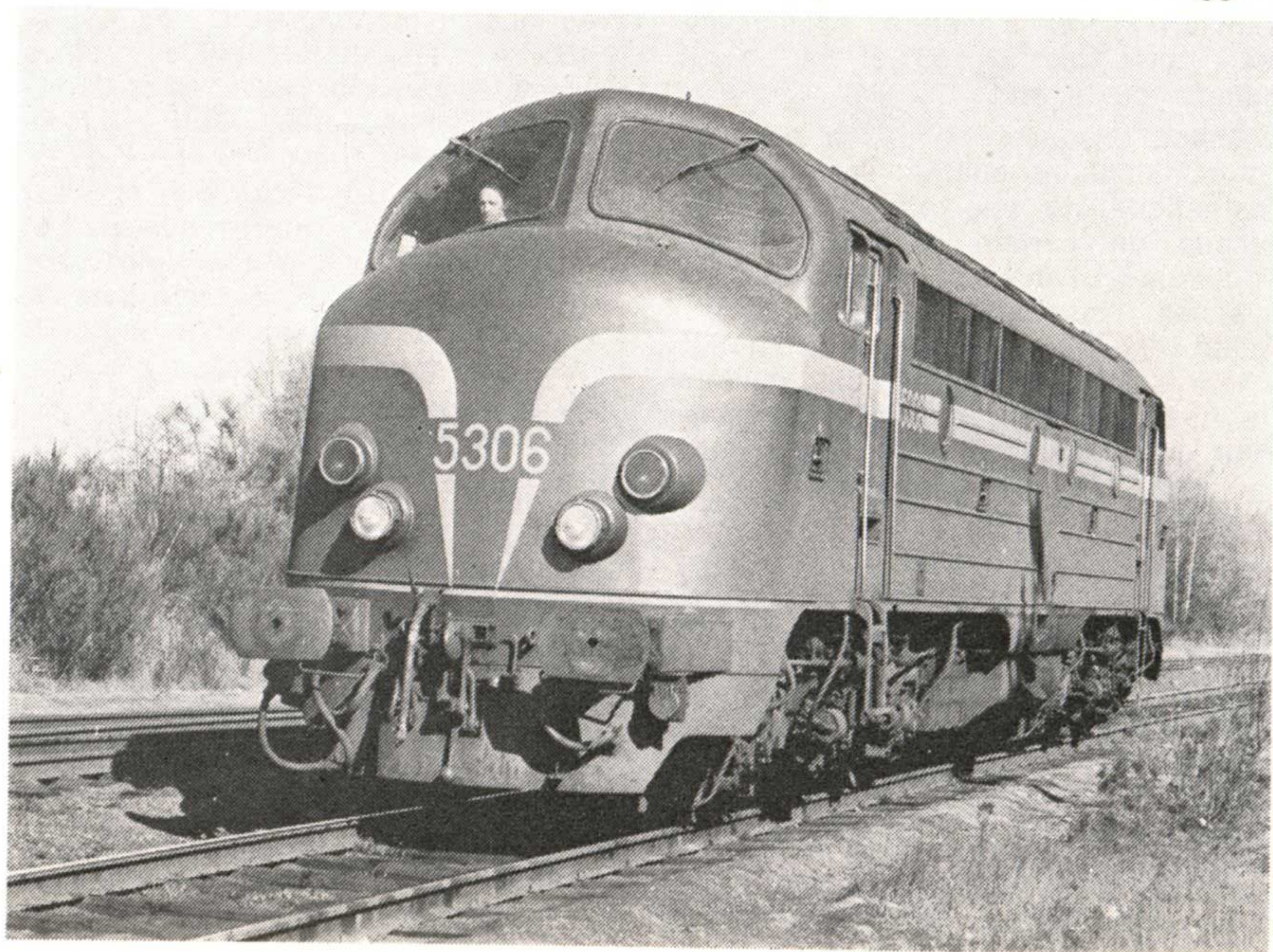
● A la suite de l'expérience acquise avec la locomotive E 444.005 équipée d'un hacheur Brown Boveri, les FS ont commandé une présérie de cinq unités du nouveau groupe E 633. La première d'entre elles est sortie d'usine au début d'avril.

Ces locomotives à caisse rigide pèsent 102 tonnes au total et ont une puissance unihoraire de 4 900 kW, soit

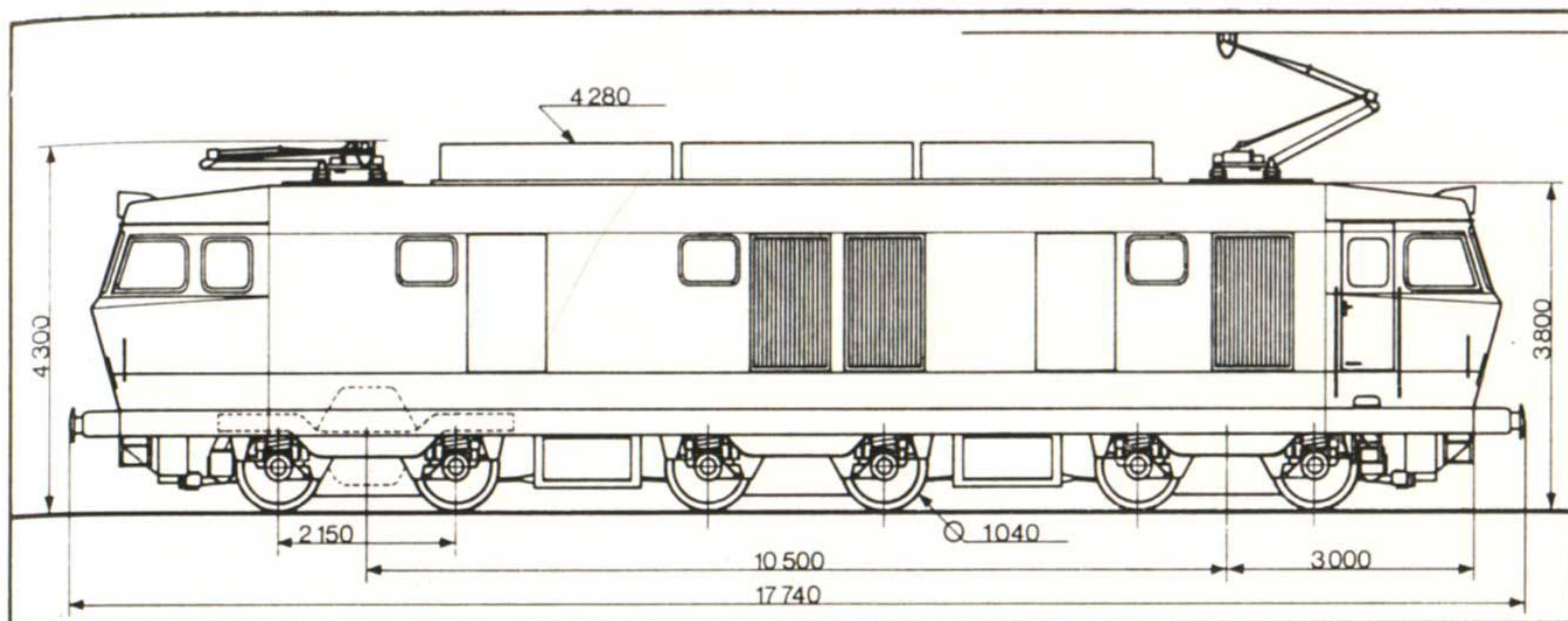
6 610 ch. Elles sont du type BBB, avec bogies monomoteurs très courts (2,150 m d'empattement). Ces bogies utilisent la traction basse et sont dotés de la biréduction. Les rapports de transmission prévus sont de 27:64 pour une vitesse maximale de 130 km/h en régime « marchandises » et de 33:64 pour une vitesse maximale de 160 km/h en régime « voyageurs ». La solution comportant trois bogies B plutôt que deux bogies C a été considérée plus judicieuse pour des locomotives appelées à circuler sur des lignes sinueuses. Par ailleurs, en adoptant une caisse unique, les FS ont délaissé la formule qui a longtemps prévalu chez eux, à savoir les caisses articulées à rotules centrales (groupes E 636 de 1940, E 646/645 de 1957, E 656 de 1975). Les moteurs de traction T 850 sont définis sous 2 000 V seulement, mais isolés 3 000 V, de manière à conserver la puissance en cas de baisse de tension à la caténaire. Chacun d'entre eux est alimenté en série par un hacheur. L'intensité du courant d'induit est de 670 A en



Ces deux photos montrent la locomotive n° 5306 après et avant la transformation des cabines de conduite et des avant-corps. Photos Y. Steenebruggen.







La nouvelle E 633 des FS.

Dessin de Phil Dambly.

régime continu et de 760 A en régime unihoraire.

Les locomotives E 633 sont construites par Fiat Ferroviaria di Savigliano, à Turin, pour la partie mécanique, et par Tecnomasio Italiano Brown Boveri (TIBB), à Vittuone, pour l'équipement électrique. Ce sont les premières unités d'une nouvelle génération d'engins prévus pour renouveler un parc de locomotives électriques dont un tiers a plus de 40 ans. Les FS envisagent effectivement les types suivants :

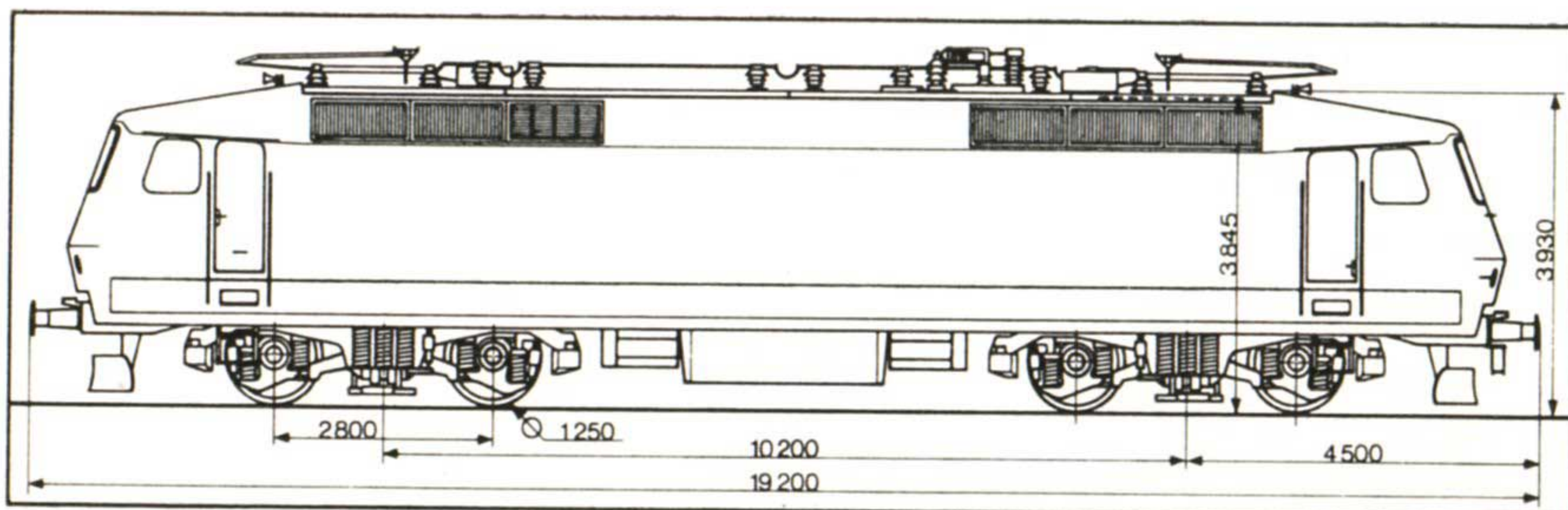
- une BB de 78 tonnes, 3 000 kW (4 075 ch), 140 km/h, pour assurer des trains de voyageurs locaux comprenant des « navettes légères »;
- une BBBB de 135 tonnes, 5 500 kW (7 500 ch), 110 km/h, pour la traction de trains de marchandises très lourds;
- une BoBo de 84 tonnes, 6 000 kW (8 150 ch), 250 km/h, destinée aux services Intercity, notamment sur la « Direttissima » Rome-Florence.

## ALLEMAGNE (RFA)

● La DB, qui avait commandé cinq prototypes de locomotives à moteurs triphasés alimentés à fréquence variable par des convertisseurs statiques, vient de prendre livraison du premier exemplaire, sorti des usines Krauss-Maffei le 14 mai. Ces beaux engins, du type BoBo, constituent la série 120 de la DB et sont construits par Krauss-Maffei, Krupp et Thyssen Henschel alliés pour la partie mécanique, tandis que BBC Mannheim fabrique la partie électrique.

Si les applications industrielles du moteur triphasé, ou moteur asynchrone, ne se comptent plus, il n'en est pas de même en ce qui concerne son application à des locomotives. A part des machines expérimentales réalisées en Allemagne et en Hongrie, nous ne pouvons guère mentionner que les vingt CC 14000 monotriphasé de la SNCF, équipées par Oerlikon. Cela peut s'expliquer par le fait que, d'une part, la variation de la fréquence d'alimentation exige l'emploi de groupes tournants lourds et encombrants, et que, d'autre part, la tenue des induits des moteurs de traction n'est pas toujours parfaite. L'apparition des thyristors allait permettre de trouver une solution à ce problème. Durant ces dernières années, BBC Mannheim a étudié une formule qui consiste à utiliser des convertisseurs entièrement statiques pour alimenter des moteurs asynchrones en courant triphasé de fréquence variable à partir du courant monophasé capté à la caténaire, préalablement transformé en courant continu.

La locomotive série 120 qui résulte de cette formule est une machine monotriphasé comportant un étage de transformation en courant continu et des onduleurs délivrant le courant triphasé. Cela permet de disposer d'un couple élevé, tant au démarrage qu'aux grandes vitesses. L'étendue de la variation de fréquence autorise toute une gamme de vitesses, allant jusqu'à 160 km/h. La locomotive est ainsi apte à remorquer des trains de marchandises lourds aussi bien que des « Schnellzüge ». L'effort de traction maximal, de 340 kN, représente un coefficient d'adhérence de 0,4 ! A 160 km/h, l'ef-



La nouvelle locomotive série 120 de la DB.

Dessin de Phil Dambly.

fort de traction est de 120 kN. La puissance sur les arbres des moteurs totalise 5 600 kW, soit 7 600 ch. La masse de la locomotive en service est de l'ordre de 84 tonnes. On notera que 34 tonnes seulement ont été prévues pour la partie mécanique, laquelle a dû subir des allégements sensibles. C'est ainsi que l'on a fait un assez large usage d'aluminium.

## PAYS-BAS

● La « Nieuwegeinlijn », une nouvelle ligne de tramways rapides qui sera exploitée par les NS, est actuellement en construction entre Utrecht et Nieuwegein, nouvelle cité érigée dans la proche banlieue de cet important centre commercial et industriel en pleine expansion.

Dès l'ouverture des chantiers, s'est posée la question du matériel roulant. L'option était simple : soit acquérir du matériel éprouvé, soit adopter un nouveau type de véhicule. Un appel d'offres pour une trentaine de motrices fut lancé, auquel répondirent sept constructeurs européens (quatre allemands, un belge, un anglais et un suisse). Entre-temps, une première étude avait été menée par la firme allemande Düwag, en raison de sa longue expérience en matière de construction de tramways. Cependant, comme le futur matériel devait répondre à des exigences particulières (essentiellement un temps de parcours très limité, un grand nombre de places assises et un maximum de places debout), la direction des NS a opté pour une solution rationnelle. Abandonnant le tramway conventionnel, elle a commandé 27 exemplaires d'un nouveau type de voiture articulée à la Schweizerische Industrie Gesellschaft (SIG)

de Neuhausen am Rheinfall, avec option sur trois ou cinq véhicules supplémentaires livrables jusqu'en 1985. La première voiture sera réceptionnée au début de 1981.

Les moteurs de traction seront fabriqués par BBC, à Baden, mais l'appareillage électrique sera livré par la firme Smit/Holec de Slikerveer (Rotterdam), qui en assurera en outre l'installation. L'industrie néerlandaise interviendra ainsi à concurrence de 40 % dans la construction de ces véhicules, qui représentent un marché de 40 millions de florins.

Les voitures du « Sneltram Utrecht-Nieuwegein » reposeront sur trois bogies à deux essieux et seront bidirectionnelles. Elles offriront 80 places assises, mais ce nombre pourra être porté à 98 par l'abaissement de strapontins. Quant aux places debout, elles seront au nombre de 160. Grâce à une largeur de caisse de 2,65 m, les sièges seront disposés par paires de part et d'autre du couloir central. La longueur d'une rame, hors attelages automatiques, sera de 29 m. L'accès des voyageurs sera facilité par une marche située à 23 cm du niveau des rails. Les six portes coulissantes, larges de 1,30 m, seront munies d'un système de fermeture semblable à celui des automotrices série 08 de la SNCB. Le nouveau tram pourra circuler à 80 km/h et sera doté d'un dispositif de freinage électronique dérivé de celui qui équipe les automotrices IC-III (rames Intercity des NS, série 4000). Il s'agit du système CTL à logique transistorisée (Core Transistor Logic). S'y ajouteront des systèmes de freinage magnétique et à disque. Enfin, les cabines de conduite seront pourvues d'un micro relié à huit diffuseurs intérieurs.

**LES EDITIONS BLANCHART & CIE**  
vous proposent le calendrier

# Loco 80

Douze photographies de matériel moteur belge et luxembourgeois (ancien et moderne), dont quatre en couleurs, illustrant, dans l'ordre :

- locomotive « Atlantic » type 12 de 1939 (couleurs)
- locomotive n° 52 du Nord Belge
- locomotive « Mikado » type 5
- locomotive « Decapod » n° 5404 des CFL
- train de voyageurs remorqué par une locomotive diesel-électrique série 51 (couleurs)
- locomotive « Bourbonnais » type 41
- locomotives « Decapod » type 36 en double traction (photo reproduite ci-dessous)
- autorail double série Z 200 des CFL (couleurs)
- locomotive « Columbia » type 12 de 1888
- locomotive « Baltic » n° 382 du Nord Belge
- locomotives « Consolidation » type 29 en double traction
- locomotives électriques série 22 (couleurs)

Format 42 x 29,5 cm. Commentaires en quatre langues : français, néerlandais, anglais et allemand.

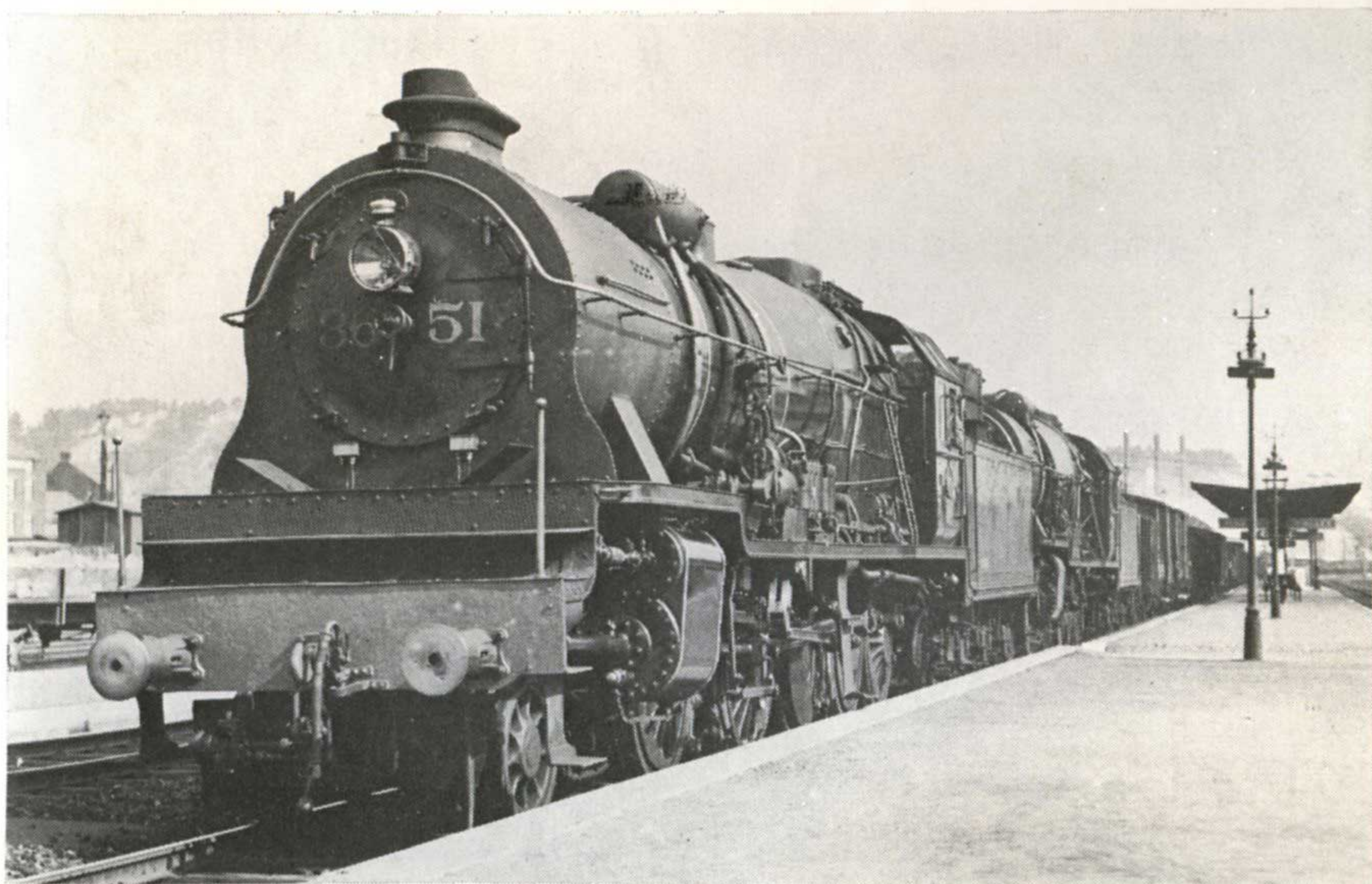
Papier couché blanc. Emballage carton.

Prix : 300 FB. En souscription jusqu'au 31 octobre : 250 FB.

En vente à partir du 1er octobre dans les clubs ferroviaires et les magasins spécialisés.

En vente à l'ARBAC, uniquement par versement au CCP 000-0281272-69 de l'ARBAC, 1000 Bruxelles.

Indiquez lisiblement votre nom et votre adresse complète (rue, n°, localité, code postal).





## **CONSTRUCTIONS FERROVIAIRES ET METALLIQUES**

précédemment : La Brugeoise et Nivelles

Société Anonyme

**SPECIALISTE  
DU TRANSPORT EN COMMUN SUR RAIL**

**CHEMIN DE FER - TRAMWAYS  
PRE et SEMI-METRO - METRO**

**en BELGIQUE et à l'ETRANGER**

**place l'HOMME  
au centre de ses études et réalisations**

**pour assurer dans vos déplacements :**

**vosre SECURITE**

**vosre CONFORT**

**vosre QUIETUDE**