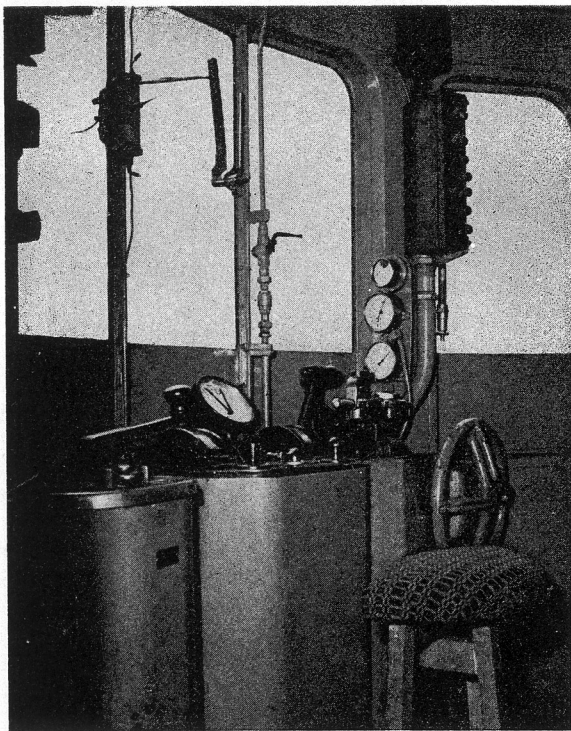


de traction électrique à la S.N.C.B.

par **F. BAEYENS**

Ingénieur en chef
à la Direction du Matériel
et des Achats de la S.N.C.B.



Poste de conduite de l'automotrice série (1935).



ES mois derniers, au cours de l'examen devant la Chambre et le Sénat, du budget des Communications, Monsieur le Ministre P.W. Segers a déclaré que, amorcée en 1935 sur la ligne Bruxelles-Anvers, l'électrification du réseau de la S.N.C.B. se poursuit. (+)

Cent soixante quinze kilomètres de lignes à double voie sont déjà en service ; les travaux sont en cours ou décidés sur un ensemble de 615 km., ce qui portera le total des lignes électrifiées à 790 km. au début de 1956, soit 16 % du réseau.

Ces lignes assurent 40 % du trafic brut total de marchandises, et 50 % du trafic voyageurs.

Ce programme doit se réaliser en plusieurs étapes que nous rappelons ci-dessous :

- 1954 : Bruxelles-Gand
Denderleeuw-Alost
Gand-Ostende
Bruxelles-Louvain
Bruges-Blankenberghe et Knokke ;
- 1955 : Louvain-Liège (avec Voroux-Kinkempois)
Louvain-Malines
Bruxelles-Namur
Louvain-Ottignies ;
- 1956 : Namur-Arlon-Athus.

Le matériel roulant à acquérir pour ces lignes comprend 79 automotrices doubles (120 km/h), 38 automotrices doubles (140 km/h), 133 locomotives électriques.

(+) Si les avantages de la traction électrique n'ont été mis à la disposition des voyageurs que depuis 18 ans et quelques mois, il faut cependant noter que les premières automotrices faisaient déjà leurs parcours d'essai en décembre 1934 et que, pour les services techniques appelés à s'occuper de ce nouveau mode de traction, à préparer l'initiation du personnel, etc., 1933 était l'année cruciale...

Les 117 automotrices et 50 des locomotives sont commandées et en cours de construction ; nous avons eu l'occasion d'entretenir les lecteurs de cette revue des caractéristiques de ce matériel (cf « Trains », n° 13 - mars 1953).



Poste de conduite de l'automotrice prototype (1946).

Nous avons cru intéressant — et c'est ce qui fera l'objet du présent article — de jeter un coup d'œil dans le passé, et d'examiner l'évolution du matériel de traction électrique utilisé à la S.N.C.B. depuis 1935.

Bruxelles et Anvers sont reliés par une quadruple voie.

Jusqu'en 1935, deux voies dites « voies rapides » étaient réservées au trafic direct, les deux autres voies (voies lentes) étant réservées aux trains omnibus et au trafic marchandises.

Le 23 avril 1935, on substitua au trafic vapeur des voies rapides, un service cadencé et à grande fréquence, assuré par automotrices électriques (un train toutes les 10 minutes en période de pointe, suivant le graphique de la figure 1).

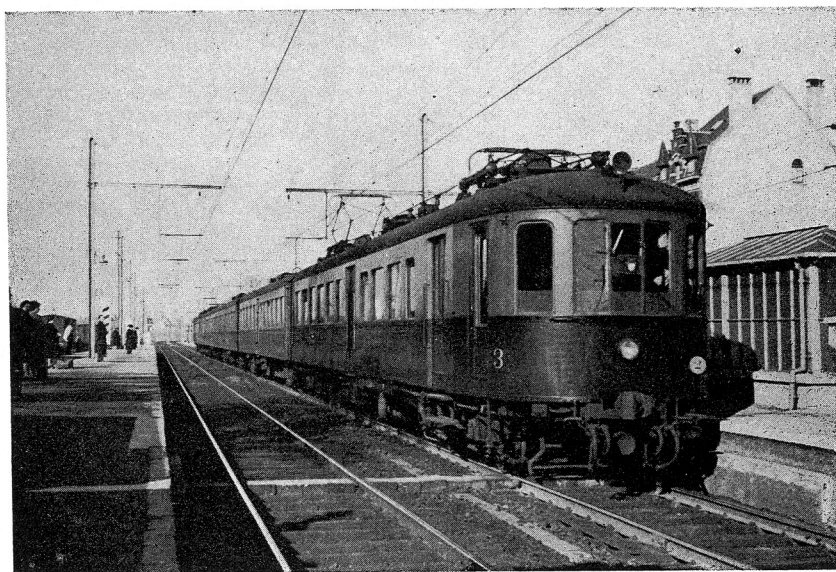
Ce fut, faut-il le rappeler, un franc succès, et la souplesse du système adopté se révéla d'une manière indiscutable lorsque, la même année déjà, le jour des funérailles de S.M. la Reine Astrid, 203 trains furent mis en ligne entre la Capitale et la Métropole.

Les douze automotrices quadruples, dont la fourniture avait commencé en décembre 1934, répondaient aux caractéristiques suivantes :

- Composition : 4 véhicules (2 motrices encadrant 2 remorques) ;
- Longueur totale : 90,360 m. ;
- Poids total à vide : 242 t. (adhérent 146 t.) ;
- Poids total en charge : 274 t. (adhérent 162 tonnes) ;
- Capacité :
places assises deuxième classe : 116 ;
places assises troisième classe : 242 ;
places debout : 55 ;
- Vitesse maximum : 120 km./heure.

Fin 1952, ces 12 automotrices avaient effectué chacune un parcours d'environ 2,4 millions de km. (60 fois le tour de la terre !).

Les deux véhicules extrêmes de ces automotrices quadruples possèdent chacun un équipement de traction (avec ses auxiliaires) indépendant ; leur commande simultanée à partir d'un des postes de conduite de l'automotrice est réalisée par des fils de



Automotrice quadruple type 1935.

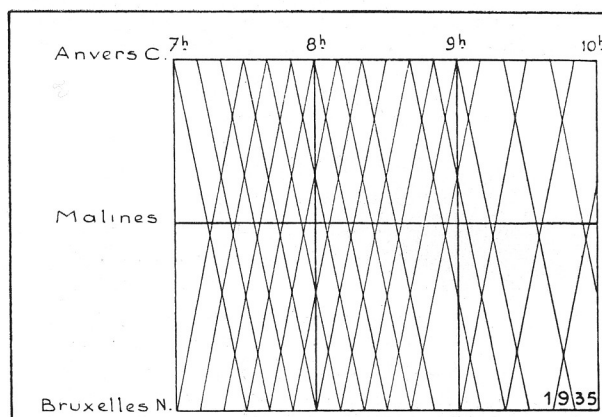
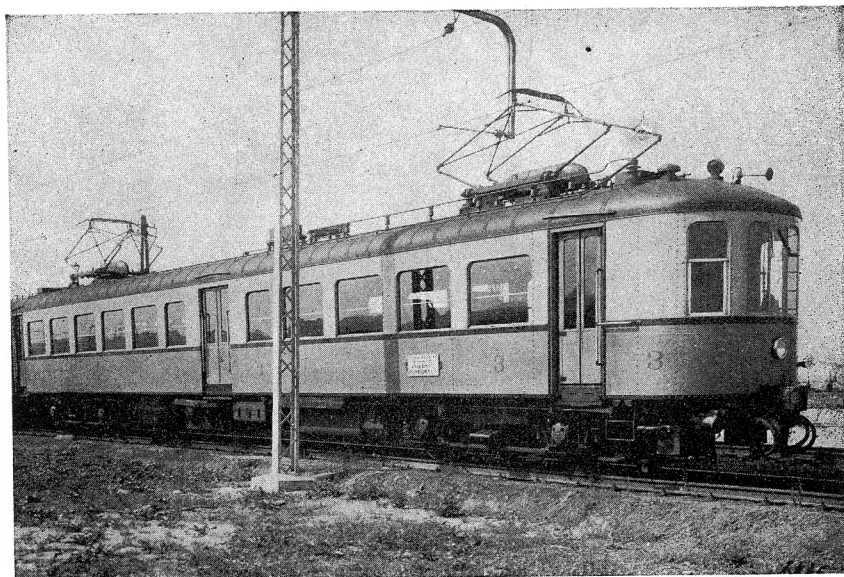


Figure 1.



Une des motrices d'une automotrice quadruple 1935. On distingue entre les deux bogies, et sous le châssis de la caisse : la batterie d'accumulateurs, le coffre de chauffage et les trois coffres d'appareillage (contacteurs, etc...).

« train-control » qui existent tout le long de l'automotrice.

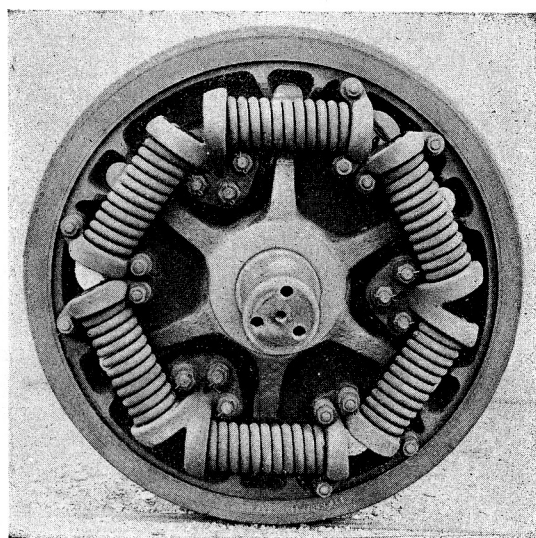
En gros, chaque équipement est constitué par deux pantographes, un interrupteur principal, 4 moteurs de traction de 265 ch. (puissance unihoraire) avec leurs résistances de démarrage, leurs contacteurs d'élimination de résistances, les contacteurs de couplage et de shuntage, l'inverseur et l'éliminateur des moteurs de traction, le groupe moteur-compresseur, et enfin les organes de contrôle et de commande correspondants.

Le poids d'une motrice en charge est de 81 t.

Les moteurs de traction sont entièrement suspendus sur les bogies, l'entraînement des essieux se faisant par engrenages rigides et transmission à arbre creux avec ressorts, suivant le système Sècheron.

Les bogies sont du type monobloc, en acier coulé.

Tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique, ce matériel, entièrement construit en Belgique, fait honneur à notre industrie natio-



Roue avec ressort de transmission Sècheron.

nale, qui réalisait alors, pour la première fois, des véhicules et des équipements de ce type.

Deux systèmes de démarrage étaient mis en compétition. Le premier, construit par les A.C.E.C., suivant des licences Sècheron, faisait usage de contacteurs électropneumatiques individuels dont les électrovalves étaient commandées par un servo-controller entraîné par moteur pneumatique à pistons différentiels ; l'autre, construit par la S.E.M., suivant des licences de la General Electric Cy (U.S.A.), faisait usage de contacteurs à commande par arbre à cames, celui-ci étant mu par un servomoteur pneumatique (pneumatic controller, ou P.C. des américains).

Dans chacun des deux systèmes, il était possible d'obtenir le couplage série et série-parallèle des 4 moteurs (réunis en permanence par deux en série), et les inducteurs de ceux-ci pouvaient être shuntés à 45 % dans le dernier couplage.

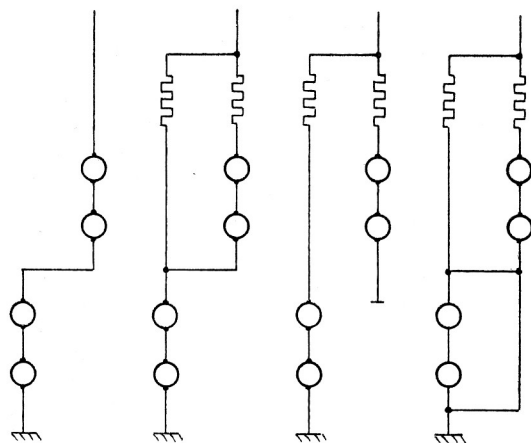


Figure 2.

Le démarrage complet se fait en 13 crans, la transition se faisant par la méthode de la coupure (fig. 2) ou par la méthode du shunt (fig. 3) selon le constructeur.

Les caractéristiques énoncées ci-dessus permettent de définir des facteurs qui peuvent servir de critère.

Ces facteurs ont cependant été définis pour une moitié d'automotrice quadruple, afin de faciliter la comparaison avec les automotrices à deux voitures dont il sera question plus loin.

Ce sont :

- le poids en charge : 137 t.
- le poids par voyageur : 585 kg.
- le poids par essieu, en charge : 20,250 t.
- le % de places debout : 33.
- le % de places en 2^{me} classe : 13.
- la puissance spécifique en charge : 7,76 ch./t.

Si, au début de l'électrification de Bruxelles-Anvers, environ un tiers seulement des trains faisaient arrêt à Malines, voulant satisfaire aux désirs de la clientèle rapidement accrue dû décider rapidement à imposer cet arrêt à tous les trains et à prendre en considération l'étude de l'électrification du trafic semi-direct et omnibus.

En octobre 1939, au début de la période trouble qui devait conduire à la guerre, c'était chose faite, grâce à la mise en service de 8 automotrices doubles et de 16 remorques ; ces dernières étaient destinées à renforcer une partie des automotrices quadruples de manière à leur donner une composition de 6 voitures.

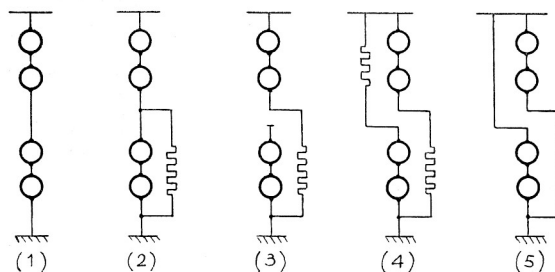
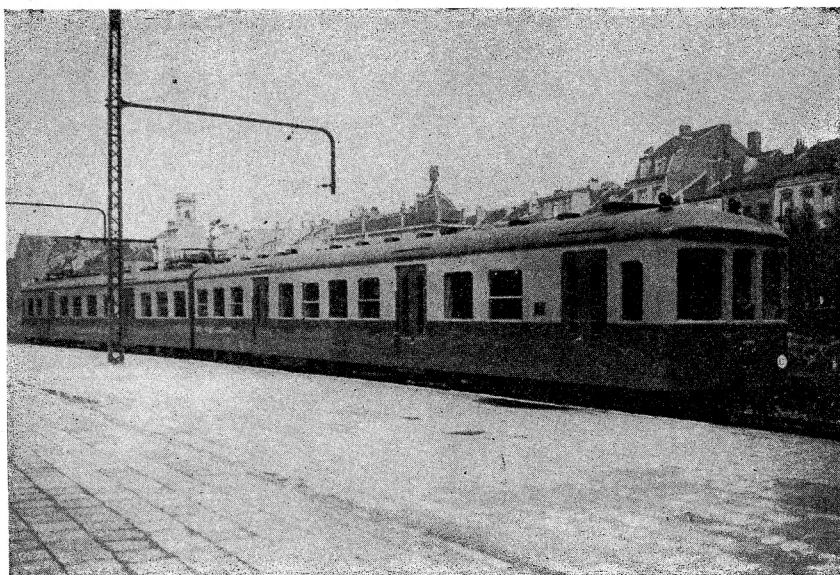


Figure 3.



Automotrice double série 1939 en gare de Bruxelles-Nord (avant les travaux de relèvement de la gare).

Ces automotrices doubles, également construites en Belgique avaient, fin 1952, parcouru chacune 1,7 millions de km., et répondent aux caractéristiques ci-dessous :

- longueur totale : 43,040 m.;
- poids total à vide : 110 t. (adhérent 68 t.);
- poids total en charge : 128 t. (adhérent 76 t.);
- capacité :
 - places assises 2^e classe : 30;
 - places assises 3^e classe : 113;
 - places debout : 100;
- vitesse maximum : 120 km/h.

L'équipement électrique était encore une fois construit par les deux grandes firmes belges, le système adopté étant celui développé par les A.C. E.C. en 1935 (contacteurs électropneumatiques individuels).

Ces automotrices ont servi de base aux études du matériel pour les électrifications futures.

L'automotrice a en effet l'immense avantage de permettre des accouplements et découplements faciles d'unités, et il est aisément possible de proportionner la capacité des trains (tant au point de vue nombre de véhicules, qu'au point de vue nombre d'équipements moteurs) aux besoins de l'exploitation.

L'étude des services à assurer sur les autres lignes à électrifier avait montré que, tout comme pour le service omnibus sur la ligne d'Anvers (du moins avant-guerre !), l'unité de base à choisir était l'automotrice double.

Entretemps certains défauts du matériel Bruxelles-Anvers s'étaient révélés, et notamment la suspension relativement dure des motrices avec leurs moteurs à transmission élastique.

Dans ce système, le moteur est fixé rigidement au châssis de bogie. Son pignon engrène avec une couronne dentée fixée sur un arbre creux supporté par des paliers solitaires du moteur.

Trois points des flasques de cet arbre creux sont reliés aux centres de roues par des ressorts hélicoïdaux ; l'essieu qui relie les roues traverse l'arbre creux.

Les ressorts de la transmission travaillent donc « en parallèle » avec les ressorts de suspension du bogie.

La suspension du véhicule constitue de ce fait un compromis.

En augmentant la flexibilité de la suspension du véhicule, on améliore le confort, mais la sollicitation des ressorts de la transmission devient plus sévère, et il en résulte des bris plus fréquents, qui entraînent l'immobilisation du véhicule et provoquent des dépenses importantes.

Pour le matériel 1939, les Ateliers Métallurgiques de Nivelles, constructeurs d'une partie du matériel de 1939, et mis au courant des inconvénients constatés, avaient développé une solution élégante, mais compliquée et lourde.

Le bogie comporte deux châssis reposant sur les mêmes boîtes d'essieu : l'un d'eux, avec des ressorts raides, ne porte que les moteurs (la vie des ressorts de transmission est ainsi sauvegardée !); l'autre, du type classique Pennsylvanien, à ressorts hélicoïdaux, assure une bonne suspension du véhicule.

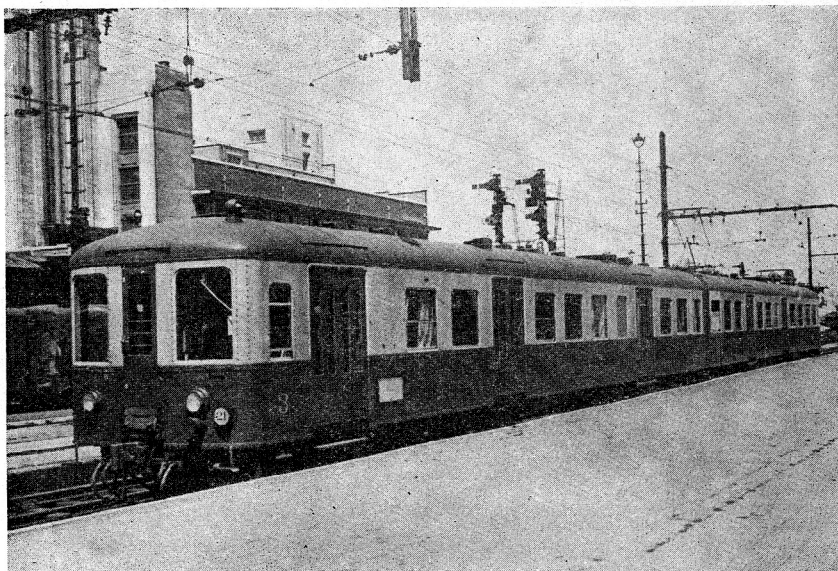
Il fut également décidé d'abandonner le chauffage par air pulsé, appliqué sur le matériel 1935, au profit d'une solution plus simple : chauffage direct par radiateurs.

Le chauffage par air constitue en soi une technique parfaite, assurant un confort convenable. Pour du matériel destiné à n'effectuer que des parcours limités (et à fortiori pour du matériel omnibus à arrêts rapprochés), il est cher et présente des inconvénients.

Comme la source productrice de chaleur ne se trouve pas dans le compartiment, le voyageur n'éprouve pas cette sensation de bien-être que lui procure, en hiver, la présence d'un radiateur apparent et chaud : pur effet psychologique, mais non négligeable.

La pose des gaines d'air chaud et de reprise d'air vicié crée des sujétions dans la construction et entraîne des dépenses supplémentaires d'entretien et de révision.

Automotrice double prototype n° 11946 en gare de Bruxelles-Nord après le relèvement des voies.



Depuis leur mise en service, les automotrices type 1939, sont mises à toutes les épreuves.

En unités simples, ou accouplées, soit à des unités du même type, ou à du matériel 1935, elles assurent des trains directs, des semi-directs et des trains omnibus. Le service des trains de la ligne d'Anvers a d'ailleurs lui aussi évolué d'une manière spectaculaire (voir graphique de la fig. 4).

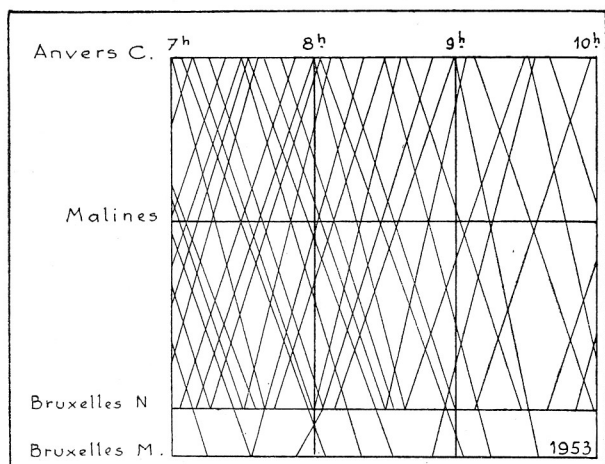


Figure 4.

Et elles quitteront sans doute bientôt la ligne d'Anvers pour aller vagabonder à leur tour dans les régions de Nivelles et de Charleroi lorsque, en octobre prochain, le « mariage » des lignes 25 et 124 sera devenu une réalité...

La guerre 1940-45 devait constituer pour l'électrification du réseau une parenthèse importante.

Cependant, les bureaux d'étude ne chômaient pas, étudiaient l'allègement général du matériel roulant, et... dressaient les plans des futures automotrices omnibus.

Malgré les difficultés du moment, une unité prototype fut mise en construction durant l'occupation. Elle ne devait être mise en service qu'en février 1946, certaines matières ayant totalement fait défaut pour la parachever.

Au point de vue aspect extérieur, elle se distin-

gue des précédentes par l'existence de portes d'intercirculation aux pignons d'about, et par la suppression des portières glissantes qui donnent lieu à des incidents en hiver.

Les caractéristiques de cette automotrice sont les suivantes :

- longueur totale : 44,342 m.;
- poids total à vide : 110 t. (adhérent 55 t.);
- poids total en charge : 136 t. (adhérent 68 t.);
- capacité :
 - places assises 2^e classe : 24;
 - places assises 3^e classe : 140;
- vitesse maximum : 140 km/h.

L'équipement électrique était d'un type entièrement nouveau, puisqu'il fait usage de contacteurs à commande par arbre à cames entraîné par moteur électrique (système Jeumont-Heidman), à grand nombre de crans, et avec transition par la méthode du pont (supprimant complètement le choc au moment du passage du couplage série au couplage série-parallèle — voir fig. 5).

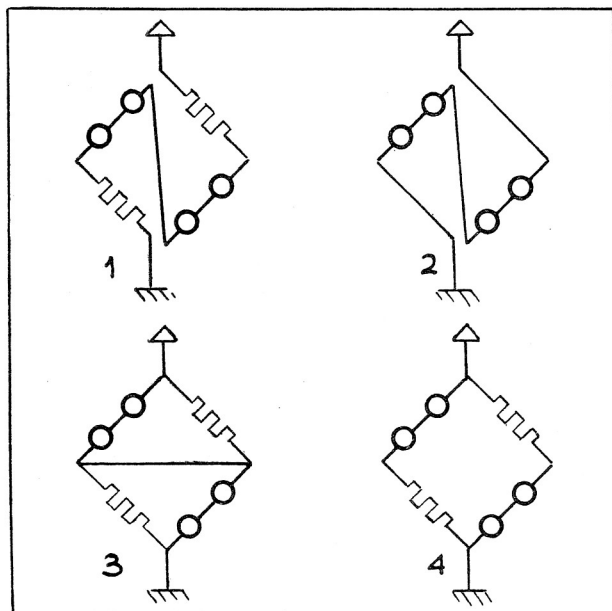
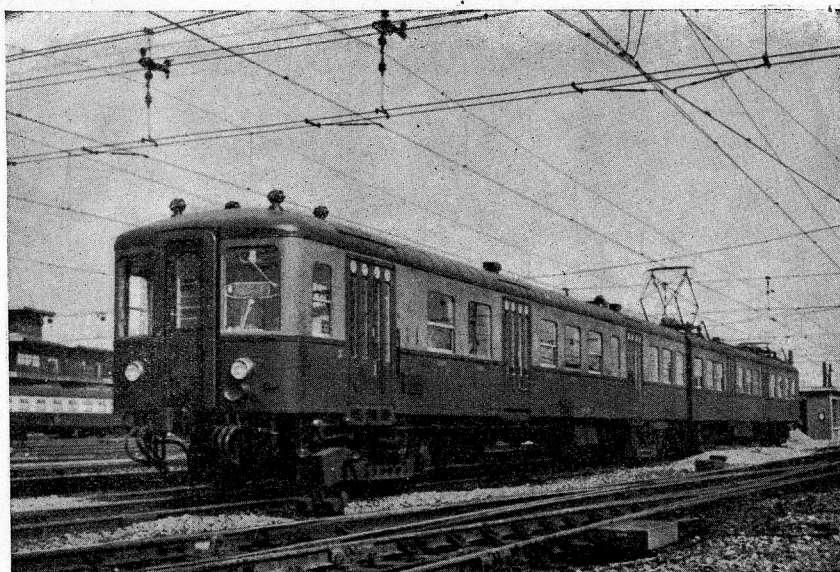


Figure 5.



Automotrice électrique double pour trains omnibus (série 1950).

Contrairement à la pratique habituelle consistant à loger l'appareillage dans des coffres suspendus sous le châssis des voitures, plusieurs appareils sont concentrés dans un petit compartiment à haute-tension situé dans la caisse. (+)

Le type de bogie compliqué était abandonné pour faire place à un *Pennsylvanian* ; la transmission élastique de l'effort moteur était abandonnée pour faire place à des moteurs suspendus par le nez qui avaient déjà subi des essais préliminaires sur une automotrice type 1935.

Et la S.N.C.B. se décida à monter ces moteurs avec un rapport d'engrenages permettant d'atteindre (et de dépasser au cours des essais) la vitesse de 140 km/h., afin de préparer l'avenir.

Les bogies présentaient encore ceci de particulier.

Au lieu d'avoir deux bogies-moteurs (lourds) et deux bogies-porteurs (plus légers), il fût fait usage de 4 bogies à un moteur, le pivot de bogie étant excentré afin de répartir également la charge sur les deux essieux.

C'est ce dispositif qui devait être appliqué plus tard sur les 25 automotrices mises en service en 1950, sur le deuxième prototype qui naquit en 1951, et sur les 132 automotrices actuellement en construction.

Les 25 automotrices de 1950, mises pour la plupart sur la ligne de Charleroi, répondent aux caractéristiques ci-dessous :

- longueur totale : 44,402 m.;
- poids total à vide : 93 t. (adhérent 48,5 t.);
- poids total en charge : 116,5 t. (adhérent 60 t.);
- capacité :
 - places assises en 2^e classe : 32;
 - places assises en 3^e classe : 138;
 - places debout : 100 (130 lorsque le compartiment-fourgon est utilisé pour le transport de voyageurs, en cas d'affluence);
- vitesse maximum : 105 km/h.

Quoique, en principe, elles soient conformes au prototype, deux innovations méritent d'être signalées.

L'une d'elles intéresse directement le voyageur, et il l'apprécie : l'éclairage qui, pour la première fois, est réalisé par tubes fluorescents (à courant continu) est... brillant !

L'autre intéresse surtout le technicien qui s'occupe du prix de revient. En adoptant une vitesse limite de 105 km/h. pour du matériel appelé à faire de nombreux démarrages, l'élimination des résistances est plus rapide, et il en résulte une réduction de l'énergie électrique consommée en pure perte (mais inévitablement !) dans ces résistances.

Cet avantage constitue un léger handicap lorsqu'on veut se servir de ce matériel pour assurer des trains directs, et il n'a pas été retenu pour le matériel ultérieur, pour lequel on voulait se réserver la banalisation la plus complète possible.

Les autres formes de progrès ont été maintenues : bogies à un moteur, équipement de démarrage JH, allègement général.

Restait à établir le modèle du matériel rapide à utiliser sur les lignes de Liège et vers le Littoral (Ostende, Blankenberge et Knokke).

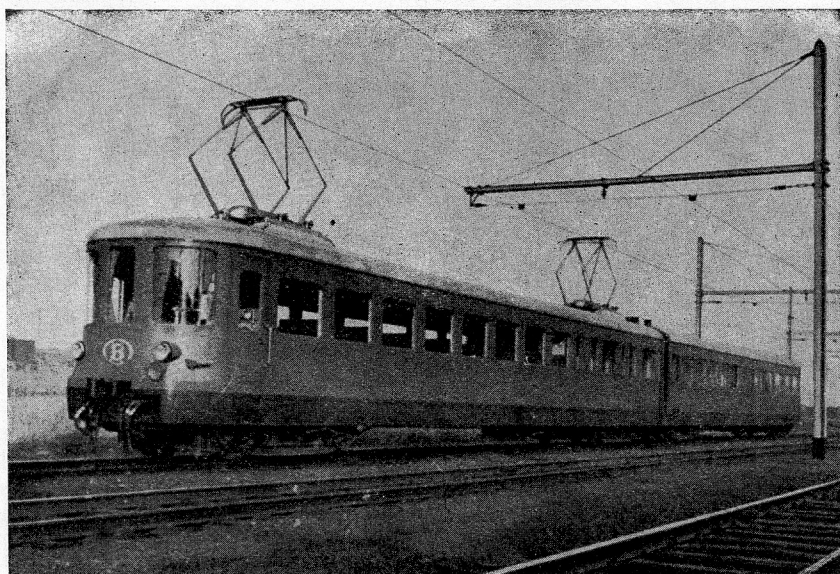
Afin d'en disposer rapidement, la Société décida de construire le prototype dans ses propres ateliers ; pour l'équipement électrique, on puisa dans les magasins de pièces de rechange.

C'est en 1951 que cette automotrice (n° 228.501) fut mise en service sur la ligne d'Anvers où certains tronçons peuvent être parcourus à grande vitesse, à condition... que l'on fasse le « vide » devant eux.

Les voyageurs furent agréablement surpris par sa forme, sa couleur, sa décoration générale et son... snack-bar.

Le technicien admirait les bogies sans plaques de garde, dont les boîtes d'essieu étaient tenues par des biellettes avec silent-blocs, suivant le système déjà appliqué par l'Alsthom pour une série de locomotives de la S.N.C.F.

(+) Notamment : les fusibles H.T. et les contacteurs de chauffage et du groupe moteur-compresseur-dynamo, l'éliminateur des moteurs de traction, les relais de commande de l'appareillage de démarrage, etc.



Automotrice électrique double à grande vitesse (140 km.-h.). Prototype (1951).

Ci-dessous les caractéristiques de ce matériel :

- longueur totale : 45,780 m.;
- poids total à vide : 78 t.;
- poids total en charge : 92 t.;
- capacité :
 - places assises en 2^e classe : 42;
 - places assises en 3^e classe : 119;
 - places debout : 0;
- vitesse maximum : 140 km/h.

Pour résumer l'évolution de tout ce matériel actuellement en service sur les lignes électrifiées de la S.N.C.B., il est pratique de consulter le tableau ci-contre.

Les quelques paramètres définis ci-dessous méritent d'être examinés de plus près :

- le poids (tare) par voyageur ;
- le poids par essieu, en charge ;
- le pourcentage de places debout ;
- le pourcentage de places en 2^e classe,
- la puissance spécifique (ch/t en charge) ;
- le nombre de crans de démarrage.

Les diagrammes faisant l'objet des fig. 6 à 8 montrent les variations de ces paramètres depuis 1935. On peut les interpréter comme suit.

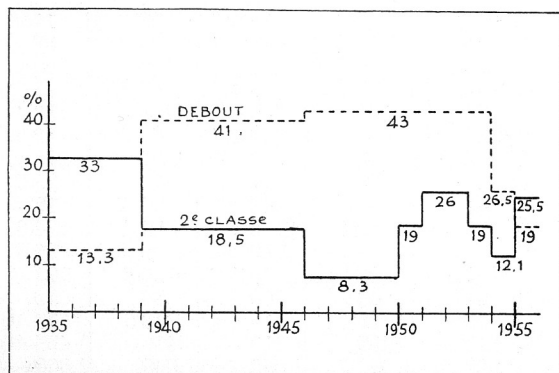


Figure 7.

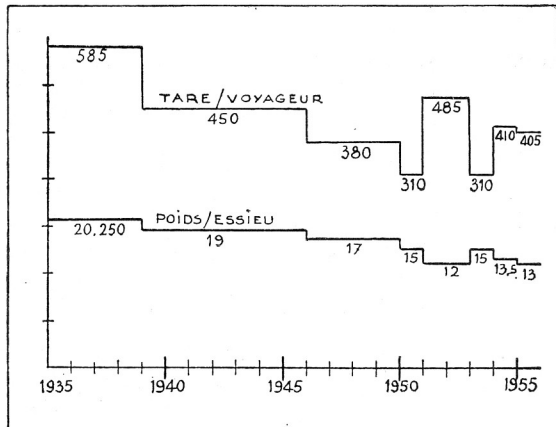


Figure 6.

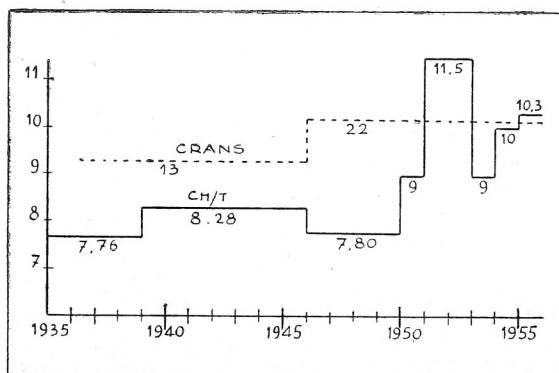
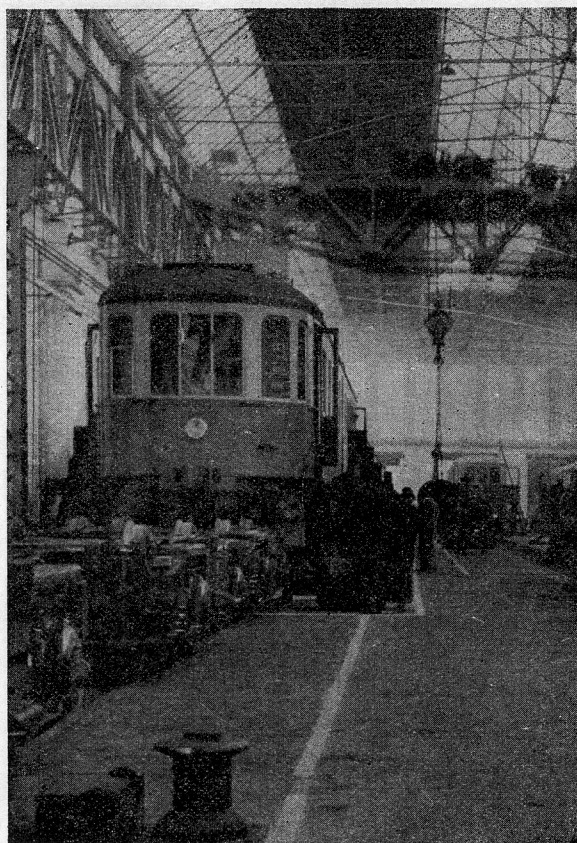


Figure 8.



Révision d'une rame électrique quadruple à l'Atelier Central de la S.N.C.B., à Malines.

Pourcentage des places de 2^e classe et debout

L'allure tourmentée de ces deux diagrammes résulte de causes diverses.

Selon que le matériel est destiné à des trains directs ou omnibus, selon les modifications apportées à la tarification au cours des années, selon la catégorie des localités desservies, la proportion de places en 2^e classe doit évoluer.

D'autre part, en service omnibus, où le voyageur ne parcourt que de faibles distances, on peut

tolérer, à l'instar de ce qui se passe en tramways, une plus forte proportion de places debout.

On se rend immédiatement compte des dosages de toutes sortes d'éléments auxquels il faut procéder avant de « dessiner » le matériel.

On remarque toutefois une tendance à la réduction du pourcentage de places debout, ce qui montre que la Société se soucie davantage des conditions de confort de sa clientèle la plus fidèle.

Puissance spécifique

Dans un but de standardisation, en vue de faciliter les travaux d'entretien et de réparation, en vue de réduire les stocks de pièces de réserve, le même type de moteur de traction a été conservé depuis 1935 jusqu'en 1953.

Comme le poids du matériel a diminué, il en résulte un accroissement de la puissance spécifique.

Crans de démarrage

L'augmentation du nombre de crans de démarrage permet d'adoucir le départ et augmente donc le confort.

Il reste, pour finir le chapitre des automotrices, à dire un mot du matériel en construction.

Il s'agit tout d'abord de 15 automotrices doubles, dont la partie mécanique est construite suivant les plans admis pour la série mise en service en 1950. Elles sortiront en 1953.

Pour 10 d'entre-elles, l'équipement électrique sera également identique à celui livré en 1950 ; pour les 5 autres, il a été fait appel au matériel d'un constructeur étranger.

Nous en ferons paraître une description en temps opportun.

Il faut enfin citer les 79 automotrices (type 120 km/h.), et les 38 automotrices doubles (140 km/h.) en commande pour les électrifications futures. Nous en avons parlé précédemment (voir « Trains » n° 13 — mars 1953). Elles seront mises en ligne respectivement en 1954 et 1955.

TABEAU RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES DES AUTOMOTRICES DE LA S. N. C. B.

Année de mise en service	1935	1939	1946	1950	1951	1953	1954	1955
Effectif	12	8	1	25	1	15	79	38
Vitesse maximum (km/h)	120	120	140	105	140	120	120	140
Longueur totale (m.)	90,360	43,040	44,342	44,402	45,780	44,402	45,280	45,680
Places assises	358	145	164	170	161	170	188	173
debout	55	100	125	100/130	—	100/130	68	40
total	413	245	289	270/300	161	270/300	256	213
Proportion de 2 ^e classe (%)	33	18,5	8,3	19	26	19	12	25,5
Proportion de debout (%)	13,5	41	43	43	—	43	26,5	19
Places par mètre courant	4,6	5,6	6,5	6,8	2,6	6,8	5,7	4,6
Poids à vide (t)	242	110	110	93	78	93	85,3	86,3
Poids en charge (t)	274	128	136	116,5	92	116,5	105,5	103
Poids adhérent en charge (t)	162	76	68	60	48	60	54	52
Poids par essieu en charge (t)	20,250	19	17	15	12	15	13,5	13
Poids (tare) par voyageur (kg) ...	585	450	380	310	485	310	410	405
Puissance unihoraire totale (ch) ...	2.120	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060
Puissance spécifique en charge (ch/t)	7,76	8,28	7,80	9	11,5	9	10	10,3