

# Les rames de banlieue à thyristors des CFF

Autor(en): **Weiss, Théo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **102 (1976)**

Heft 3: **Le chemin de fer**

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72908>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## 6. Projet de renouvellement des installations de la ligne de contact entre Iselle et Domodossola

L'effort fait pour adapter les installations du tunnel du Simplon aux conditions de trafic actuel a été décrit dans les paragraphes précédents.

Il est évident que la capacité de transport des voies CFF ne s'arrête pas à la sortie du Simplon, en Italie. Brigue étant le nœud ferroviaire d'où partent les voies du Simplon, du Valais et du Loetschberg, il est indispensable d'assurer une continuité des moyens jusqu'à la gare de Domodossola. Divers projets étant à l'étude, il est prématuré de parler de réalisation. Il convient simplement de préciser que la capacité des caténaires, qui sera pleinement disponible dans les tunnels dès 1979, devra être prolongée de la même manière jusqu'à Domodossola. Le coût de ces travaux est estimé à 10 millions de francs.

## 7. Conclusion

Les travaux entrepris pour renouveler les installations des tunnels du Simplon et de la ligne Iselle - Domodossola

sont les premiers grands travaux entrepris sur ce tronçon depuis 1930. Ils permettront de rendre au Simplon la capacité de transport qui lui revient de par sa situation géographique en Europe. Cette œuvre de modernisation pourra être terminée en 1985. Elle dépend en partie de la volonté du gouvernement italien de poursuivre les travaux dans l'esprit des premiers pionniers qui, depuis Napoléon, tracèrent ce passage des Alpes.

### LITTÉRATURE

- P. GRELLET : *Simplon 1906-1956*.  
A. DUDLER : *Die Entwicklung der schweizerischen Bahnen im Lichte der Elektrifizierung*.  
R. ENNING, R. DUTOIT : *Notices techniques*.

Adresse des auteurs :

André Ammeter, ing. dipl.  
chef de la section des installations de sécurité  
Giulio Caponi, ing. dipl.  
chef de la 2<sup>e</sup> section de la voie  
Jean-Pierre Kallenbach, ing. dipl.  
chef de la section des lignes de contact  
Division des travaux I, 1<sup>er</sup> arr. CFF, Lausanne

# Les rames de banlieue à thyristors des CFF

par THÉO WEISS, Yverdon

Dans le cadre du renouvellement du parc des véhicules moteurs et des voitures, les CFF ont mis l'accent au cours de ces vingt dernières années sur l'acquisition de véhicules d'un emploi universel.

Ainsi par exemple, les 224 puissantes locomotives de la série Re 4/4<sup>II</sup> et Re 4/4<sup>III</sup> sont utilisées aujourd'hui aussi bien pour la traction des trains directs que pour celle des trains omnibus ou de marchandises ; il en va de même des voitures unifiées du trafic interne, contruites en grandes séries et qui circulent dans les trains intervalles comme sur les lignes secondaires. Il est ainsi possible de couvrir un large éventail de besoins de transport avec un matériel unifié, solution rationnelle pour l'utilisation et l'entretien et qui influence favorablement les frais d'exploitation.

Le trafic de banlieue, par contre, présente une série de caractéristiques déterminantes pour la conception du matériel roulant : la capacité des trains doit pouvoir être adaptée facilement aux besoins du trafic (trafic de pointe) ; pour réduire la durée des arrêts, les mouvements des voyageurs dans les gares doivent s'effectuer de manière aussi fluide que possible ; enfin les faibles distances entre les arrêts imposent de bonnes facultés d'accélération et de freinage. Les rames automotrices permettent de mieux remplir ces conditions. De par leur destination spécifique, ces rames occupent une place particulière dans le parc du matériel roulant.

Une première série de rames de banlieue a été mise en service par les Chemins de fer fédéraux suisses en 1967, pour assurer le trafic sur la rive droite du lac de Zurich (Zurich-Meilen-Rapperswil). Il s'agit de rames automotrices à trois éléments, de la série RABDe 12/12, d'une tare de 170 t, dont tous les essieux sont entraînés par un moteur. Conformément aux techniques d'alors, les caisses de ces véhicules sont des constructions allégées en acier et l'équipement de traction conçu de manière conventionnelle comprend un transformateur à gradins et une commande par contacteurs électropneumatiques.

Sur la base des expériences réalisées avec ces rames, les CFF ont commandé à fin 1970 quatre prototypes d'une nouvelle rame de banlieue du type RABDe 8/16 (fig. 34),<sup>1</sup> rames faisant l'objet de la description qui suit.

## 1. Impératifs d'exploitation

Pour permettre une adaptation plus souple aux nécessités des différentes lignes, la nouvelle rame doit pouvoir être constituée, selon les besoins de trois ou — par adjonction d'une voiture intermédiaire — de quatre éléments. Il faut pouvoir coupler en unités multiples jusqu'à quatre de ces rames, qui circulent alors conduites par un seul mécanicien.

Un attelage automatique central permet l'accouplement des rames entre elles sans intervention manuelle.

Afin d'obtenir une vitesse moyenne acceptable malgré de faibles distances entre stations, le train complètement occupé doit pouvoir atteindre en palier les accélérations suivantes :

|            | Rame à 3 éléments     | Rame à 4 éléments     |
|------------|-----------------------|-----------------------|
| 0- 80 km/h | 0,85 m/s <sup>2</sup> | 0,75 m/s <sup>2</sup> |
| 0-100 km/h | 0,75 m/s <sup>2</sup> | 0,70 m/s <sup>2</sup> |
| 0-125 km/h | 0,65 m/s <sup>2</sup> | 0,60 m/s <sup>2</sup> |

## 2. Conception de la rame

L'aspect général de la rame ressort du dessin type, figure 69. Les données techniques les plus importantes sont résumées dans le tableau II. Contrairement aux rames du type RABDe 12/12 déjà mentionnées, il a été possible ici d'obtenir les accélérations désirées sans qu'il soit nécessaire d'entraîner tous les essieux. Ce résultat ne pouvait être atteint que par une importante réduction du poids, rendue possible par l'exécution de toutes les caisses sous forme de constructions autoportantes soudées en alliage d'aluminium.

La puissance de traction nécessaire est répartie sur huit essieux moteurs, installés sur les deux automotrices

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique de la Suisse romande* n° 23 du 6 novembre 1975, p. 385.

TABLEAU II  
Caractéristiques techniques RABDe 8/16

|  |                   |
|--|-------------------|
| Rayon de courbure minimal : dépôt 90 m ; pleine voie 120 m ; courbes en S 185 m (sans alignement intermédiaire). |                   |
| Diamètre des roues motrices (demi-usure)   | 820 mm            |
| Démultiplication   | 1 : 3.65          |
| Nombre de moteurs de traction  | 8                 |
| Poids du train — à vide  | 149 t             |
| — en charge  | 181 t             |
| Comp. bagages — surface de chargement  | 10 m <sup>2</sup> |
| — limite de charge   | 1500 kg           |
| Effort de traction unihoraire à la jante   | 10 200 kp         |
| Effort de traction max. à la jante   | 19 000 kp         |
| Puissance unihoraire   |                   |
| à la jante à 81 km/h   | 2252 kW           |
| à l'arbre 100 % excitation   | 8 × 288 kW        |
| Puissance continue   |                   |
| à la jante à 89,5 km/h   | env. 2018 kW      |
| à l'arbre 100 % excitation   | env. 8 × 259 kW   |
| Vitesse maximale   | 125 km/h          |
| Frein rhéostatique et frein électro-pneumatique Oerlikon.  |                   |
| Chauffage à air pulsé, ventilation d'air frais à deux étages.  |                   |
| Eclairage fluorescent.   |                   |
| Conduite de commande multiple avec accouplement automatique à 130 contacts.                                      |                   |
| Haut-parleurs intérieurs et extérieurs.  |                   |

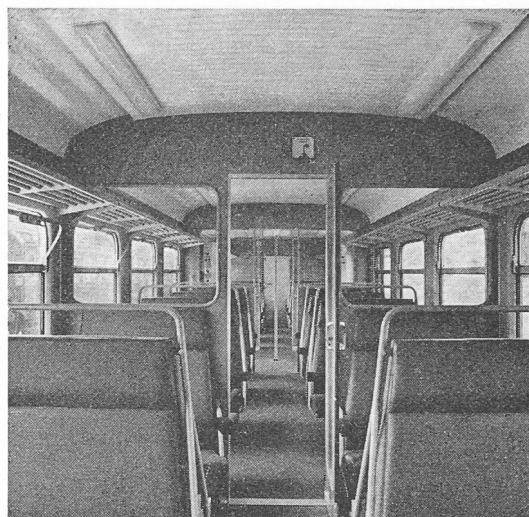


Fig. 70. — Compartiment de 2<sup>e</sup> classe.

extrêmes, identiques, du type RBe 4/4. Dans le cas de la rame à trois éléments, une voiture intermédiaire du type AD est intercalée entre les deux automotrices, alors que la rame à quatre éléments est obtenue par adjonction d'une voiture intermédiaire supplémentaire, du type B. Chacune des deux automotrices extrêmes comprend une cabine de conduite et 72 places assises de 2<sup>e</sup> classe ; la voiture intermédiaire AD comprend 54 places de 1<sup>re</sup> classe et un fourgon ; 80 places assises de 2<sup>e</sup> classe sont disponibles dans la voiture intermédiaire B (fig. 70). Pour augmenter le nombre de places offertes et eu égard à la brièveté des parcours en service de banlieue, on a disposé quatre sièges de front en 1<sup>re</sup> classe également.

### 3. Partie mécanique

Pour la partie mécanique des rames, de nouvelles techniques ont été appliquées, tant pour la construction des caisses qu'en ce qui concerne les bogies. Ainsi que cela a déjà été mentionné, les caisses constituent des constructions soudées autoportantes en alliage d'aluminium. Des

études poussées ont été nécessaires afin de maintenir les sollicitations et les déformations dans des limites admissibles, particulièrement dans le cas des automotrices, dont l'important équipement électrique, comprenant transformateur, redresseur de traction, self de lissage, inverseur, compresseur, etc. est entièrement fixé sous le plancher. Le mouvement des voyageurs est facilité d'une part par la faible hauteur du plancher des voitures (env. 1 m au-dessus du niveau du rail), d'autre part par le nombre et la conception des portes latérales. Ces dernières sont des portes du type louvoyant-coulissant d'une ouverture de 1600 mm (fig. 71)<sup>1</sup>. Commandées individuellement par les voyageurs pour l'ouverture au moyen d'une commande électropneumatique par boutons-poussoirs, elles sont refermées avant le départ par une commande centralisée. Un dispositif de surveillance empêche la mise en mouvement de la rame aussi longtemps que toutes les portes latérales ne sont pas fermées. Pendant la marche, les portes sont verrouillées et la disposition de l'embranchement exclut le risque que des voyageurs sautent sur le train en mouvement.

Les éléments d'une rame sont accouplés entre eux par un attelage court qui transmet les efforts longitudinaux.

<sup>1</sup> Voir hors-texte en couleurs au centre de ce numéro.

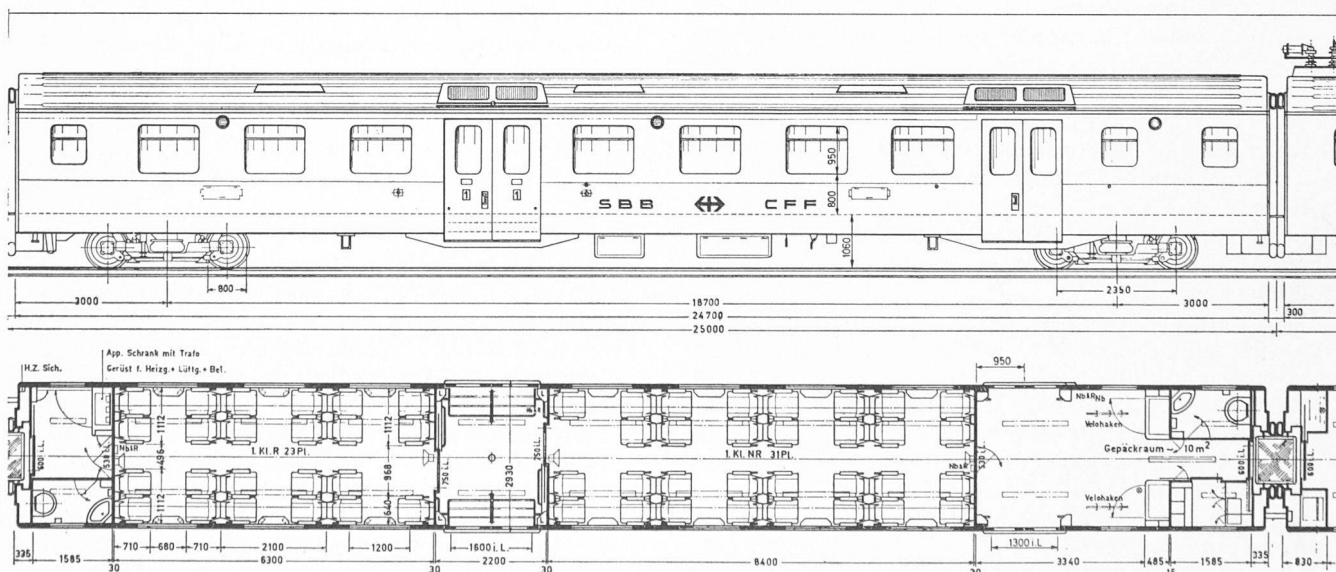


Fig. 69. — Dessin type, échelle 1 : 150. Page de gauche : voiture intermédiaire AD ; page de droite : élément moteur.



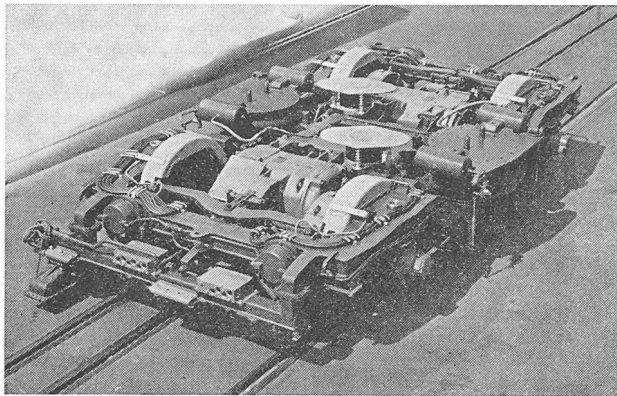


Fig. 72. — Bogie moteur.

Aux deux extrémités, la rame est équipée d'un attelage automatique central +GF+ qui assure, outre la liaison mécanique, également les liaisons pneumatiques et électriques de commande. Un attelage de secours déposé sur la rame permet en cas d'avarie le remorquage par un véhicule quelconque muni d'un attelage à vis normal.

Pour la première fois sur un véhicule CFF les caisses s'appuient sur les châssis de bogies par l'intermédiaire d'une suspension pneumatique. Cette solution présente l'avantage de maintenir à une valeur presque constante la hauteur des caisses au-dessus du rail, même dans les cas de charge extrêmes qui peuvent se présenter en service de banlieue. Dans ce but, les chambres à air de la suspension secondaire sont alimentées par des soupapes de réglage de niveau. Du fait de l'absence d'une traverse danseuse à suspension pendulaire, le bogie est d'une conception très simple. Pour différentes raisons, les bogies des automotrices diffèrent de ceux des voitures intermédiaires : le bogie de ces dernières est semblable à celui des nouvelles voitures unifiées du type III des CFF, exception faite de la suspension pneumatique. La suspension primaire se compose d'éléments de caoutchouc, l'équipement de freinage est constitué d'un frein combiné à disques et à sabots. Le bogie des automotrices (fig. 72) est dérivé de celui construit en un grand nombre d'exemplaires pour les rames de banlieue de la série 420 du chemin de fer fédéral allemand. Un équipement de freins à sabots suffit ici, vu que les essieux moteurs sont déjà utilisés pour le freinage électrique. Les moteurs de

traction fixés au châssis du bogie sont entièrement suspendus et transmettent leur couple aux essieux par l'intermédiaire d'un entraînement à lames Sécheron.

#### 4. Partie électrique

L'équipement électrique des nouvelles rames de banlieue est caractérisé par l'utilisation de thyristors permettant un réglage progressif de la tension des moteurs de traction. Les avantages de cette nouvelle technique résident notamment dans l'absence d'éléments de couplage électromécaniques qui, en raison de la fréquence des démarrages en service de banlieue, étaient sollicités à l'extrême, entraînant des frais d'entretien importants ; en outre et contrairement à la solution classique du transformateur à gradins, le réglage par thyristors permet un démarrage doux et progressif, donc une sensible amélioration du confort. Enfin, l'utilisation de moteurs de traction à courant ondulé devrait permettre une diminution des frais de construction et d'entretien.

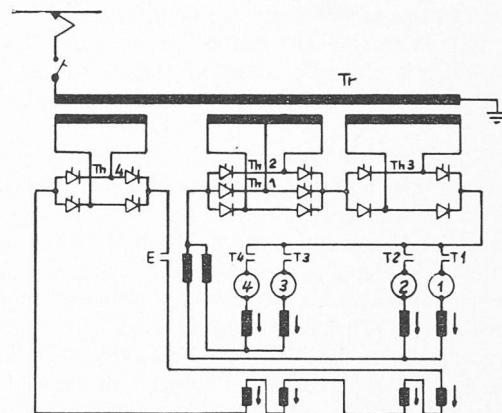
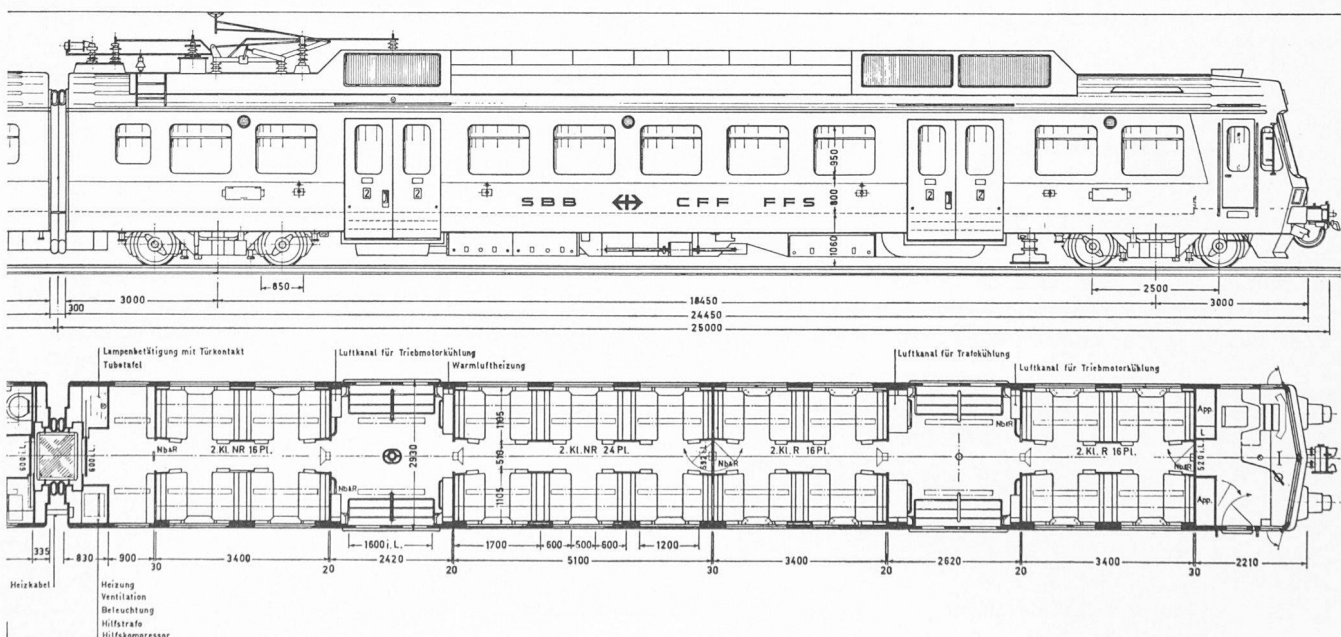


Fig. 73. — Schéma de principe des circuits principaux (marche).

La figure 73 donne le schéma de principe des circuits du courant principal d'une automotrice.

Le transformateur Tr possède trois enroulements secondaires : l'enroulement représenté à gauche alimente, par l'intermédiaire d'un redresseur en pont entièrement contrôlé, les enroulements d'excitation séparée des quatre moteurs de traction à excitation mixte (thyristors Th 4).



Les deux autres enroulements secondaires alimentent les circuits d'induits, couplés en parallèle, des quatre moteurs de traction à l'aide d'un « couplage à quatre étages ». Ce couplage est obtenu par la combinaison de trois redresseurs en pont semi-contrôlés (thyristors Th 1, Th 2, Th 3). Lors du démarrage, le pont Th 1 est tout d'abord ouvert progressivement jusqu'à ce que la tension aux bornes des moteurs de traction atteigne la moitié de celle de l'enroulement secondaire figurant au centre, soit le quart de la tension nominale. Ensuite, ce sont les thyristors Th 2 qui sont commandés, augmentant graduellement la tension jusqu'à la valeur totale de l'enroulement du milieu, soit la moitié de la tension nominale. Lorsque ce point est atteint, la commande des redresseurs opère la transition, sans interruption du courant, de l'enroulement du milieu sur celui de droite (thyristors Th 3). L'augmentation subséquente de la tension des moteurs aux trois quarts, et finalement à la valeur totale, est reprise en charge par les thyristors Th 1 et Th 2, comme précédemment. Dans le domaine des vitesses supérieures, un affaiblissement du champ (thyristors Th 4) permet une augmentation de l'effort de traction sans variation de la tension aux bornes des moteurs. Tout le processus décrit ci-dessus s'opère entièrement par voie électronique, sans l'intervention d'appareils électromécaniques.

Un tel couplage « à 4 étages » peut paraître un peu compliqué au premier abord ; il s'impose cependant en raison de son comportement favorable en ce qui concerne l'influence des harmoniques du courant primaire sur les installations de signalisation. On peut s'attendre à un notable accroissement du nombre des véhicules moteurs à redresseurs ces prochaines années ; grâce aux nouvelles rames de banlieue, les CFF sont maintenant à même d'étudier en détail le problème de l'influence de tels véhicules sur les installations de sécurité et de télécommunication.

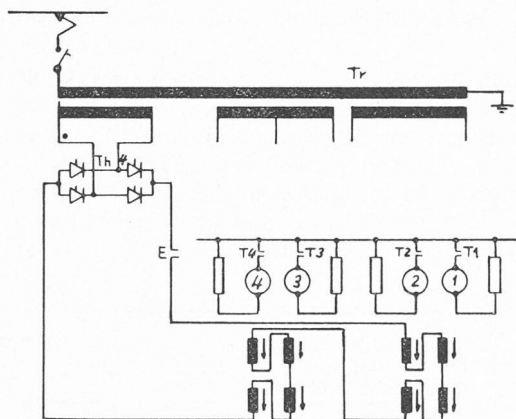


Fig. 74. — Schéma de principe des circuits principaux (freinage).

En freinage électrique (fig. 74), les moteurs de traction travaillant en génératrices à excitation séparée, débitent leur courant sur des résistances de freinage.

En raison de leur inertie pratiquement nulle, les thyristors créent aussi des conditions idéales pour concevoir un

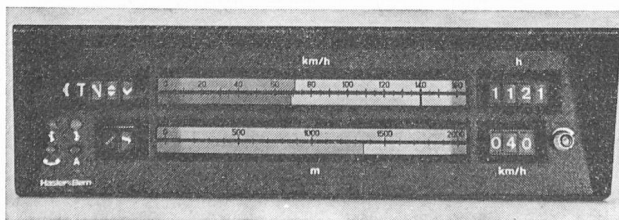


Fig. 75. — Indicateur linéaire de vitesse.

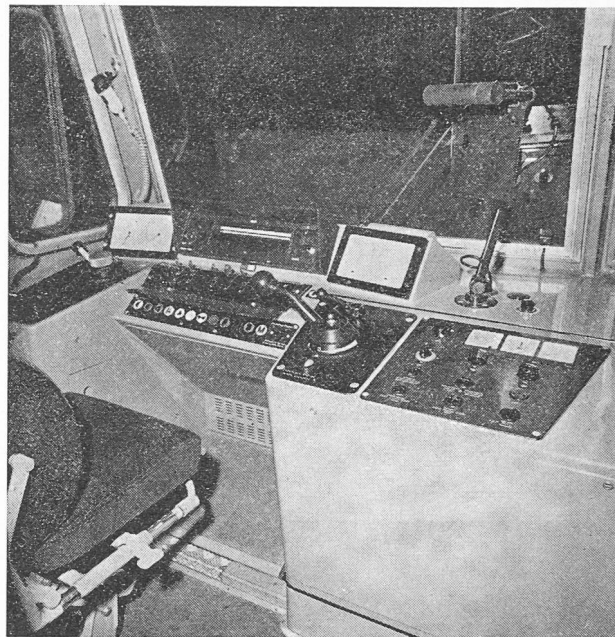


Fig. 76. — Poste de conduite.

réglage automatique de la vitesse : le mécanicien détermine à l'aide du levier de marche la vitesse de consigne désirée, qui est ensuite maintenue constante par la commande automatique. La vitesse de consigne et la vitesse réelle sont indiquées sur un indicateur linéaire de vitesse disposé sur le pupitre de commande (fig. 75) dans le champ visuel du mécanicien (fig. 76).

## 5. Livraison et mise en service

Les entreprises suivantes ont participé à la construction des quatre prototypes RABDe 8/16 :

- Les voitures intermédiaires (bogies inclus) ont été construites par la Société Industrielle Suisse à Neuhausen.
- Les caisses des automotrices ont été livrées par la Fabrique Suisse de Wagons et d'Ascenseurs à Schlieren et leurs bogies par la maison Schindler, Pratteln.
- L'équipement électrique provient de la Société Anonyme des Ateliers de Sécheron à Genève.

La première rame a accompli, dès juillet 1974, une série de courses d'essais entre Genève et Lausanne. Le comportement de l'équipement électrique et de la suspension pneumatique a fait l'objet de mesures et de contrôles approfondis, au cours desquels différents essais furent entrepris, ceci également sur les autres rames livrées entre temps. Ainsi qu'il faut s'y attendre lors de l'application de nouvelles techniques, quelques « maladies d'enfance » se sont manifestées au début. C'est une des raisons pour lesquelles les CFF attribuent une grande importance à la construction de prototypes ; leur coût est relativement élevé, mais ils permettent d'éviter pour une série ultérieure des modifications coûteuses et prenant beaucoup de temps, ainsi que des défaillances en service aux conséquences désagréables.

Lorsque les épreuves techniques seront achevées, les quatre nouvelles rames seront engagées dans la région de Zurich.

Adresse de l'auteur :  
Théo Weiss, ing. dipl.  
Ateliers principaux CFF  
1400 Yverdon