

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 65 (1939)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Trains légers séries BCFZe 4/6 et CFZe 2/6, de la Compagnie du Chemin de fer des Alpes bernoises Berne-Loetschberg-Simplon  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-50000>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

la turbine N° 1. Dans ces deux graphiques on trouve les quatre courbes suivantes :

Chute nette — Débit — Puissance — Rendement — le tout en fonction de l'ouverture des turbines.

Pour la chute nette de 50 m, les constructeurs avaient donné les garanties suivantes :

Charge:  $\frac{10}{10}$   $\frac{9}{10}$   $\frac{8}{10}$   $\frac{7}{10}$   $\frac{6}{10}$   $\frac{5}{10}$   $\frac{4}{10}$   
 Rendements: 83,0 84,2 84,6 84,2 83,6 82,2 83,0%  
 $\frac{3}{10}$   $\frac{2}{10}$   
 81,5 78,0%

La puissance à  $\frac{10}{10}$  de charge était indiquée à 960 chevaux (limitée à 880 chevaux).

Une tolérance de 2 % dans les rendements était prévue pour tenir compte de l'imprécision des procédés de mesure.

Le graphique figure 3 donne les rendements effectivement obtenus, en fonction de la charge, en admettant donc 960 chevaux pour la charge totale.

Pour la marche à deux turbines, les rendements obtenus dans la région de 450 à 900 chevaux sont nettement supérieurs à ceux qui avaient été garantis. Le maximum se trouve dans le voisinage de 700 chevaux et est très voisin de 87 %.

Pour la marche à une seule turbine, les rendements obtenus sont légèrement supérieurs à ceux garantis.

#### Chute réduite :

L'installation de la Jougenaz dispose d'un bassin d'accumulation journalière ; on a prévu une baisse maximum du lac de 12 m. Les constructeurs des turbines ont donc dû donner des garanties de rendement pour les valeurs suivantes de la chute nette : 50 m, 44 m, 40 m, 36 m.

Pour la hauteur de chute nette de 40 m, par exemple, les garanties étaient les suivantes :

Charge:  $\frac{10}{10}$   $\frac{9}{10}$   $\frac{8}{10}$   $\frac{7}{10}$   $\frac{6}{10}$   $\frac{5}{10}$   $\frac{4}{10}$   $\frac{3}{10}$   $\frac{2}{10}$   
 Rendements: 83,8 84,2 84,0 83,6 82,8 81,7 81,7 80,0 76,0%

Puissance à  $\frac{10}{10}$  = 690 chevaux.

On s'est borné à faire trois essais sous une chute nette variant de 41,14 m à 42,50 m et l'on a pu constater que, là aussi, les conditions de garanties étaient remplies.

En résumé, on constate que la solution proposée par les Ateliers des Charmilles en vue d'avoir un groupe dont le rendement se maintienne aussi élevé que possible aux faibles charges a bien rempli son but puisque, à la charge de  $\frac{2}{10}$ , les rendements sont de l'ordre de grandeur de 78 %.

Le chiffre de rendement maximum, d'environ 87 % à la charge de  $\frac{7}{10}$ , peut être qualifié de bon, surtout si l'on considère qu'il s'agit de turbines de faibles dimensions, avec des roues de 0,44 m de diamètre extérieur seulement, et appelées à fonctionner sous une chute variant dans d'assez grandes proportions (36 à 50 m).

En outre, le groupe est muni d'un volant en acier rela-

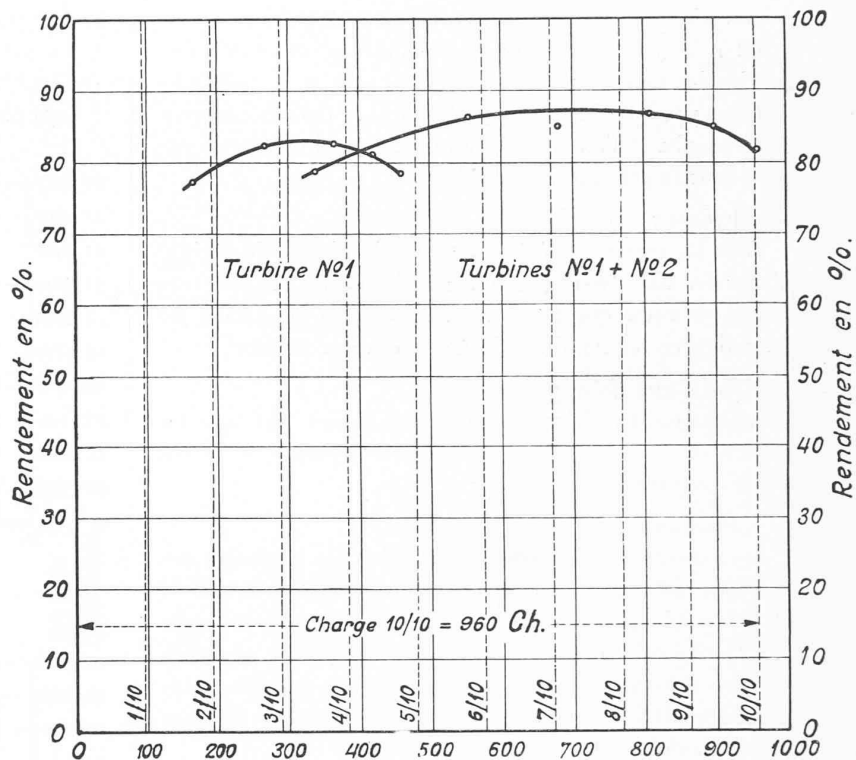


Fig 3. — Puissance, en ch, sous 50 m de chute nette.

tivement important (1400 kg) qui, en tournant dans l'air, absorbe une certaine énergie, comme aussi la pompe à huile pour l'alimentation du régulateur et la commande des vannes-coudes. Il a été fait abstraction de ces derniers facteurs qui, si l'on en tenait compte, amélioreraient quelque peu les chiffres de rendement.

## Trains légers

séries BCFZe 4/6 et CFZe 2/6,  
de la

### Compagnie du Chemin de fer des Alpes bernoises Berne-Loetschberg-Simplon.

D'une description que M. L. Leyvraz, ingénieur en chef de la Traction de la C<sup>1</sup>e Berne-Loetschberg-Simplon a obligeamment mise à notre disposition, nous extrayons quelques données sur des remarquables « trains légers ». Les illustrations sont empruntées à la « Schweizer. Bauzeitung ». — Réd.

Le train léger, série BCFZe 4/6 (fig. 1 et 2) se compose d'une première voiture exclusivement de 3<sup>e</sup> classe et d'une seconde voiture, avec accouplement court, qui comprend quatre compartiments différents, savoir : un compartiment de 3<sup>e</sup> classe qui fait donc suite à ceux de la première voiture, puis un fourgon à bagages avec cellule pour détenus, un compartiment postal complet avec bureau pour les paquets et bureau pour les lettres, et enfin un compartiment de 2<sup>e</sup> classe. Aux deux bouts de la première voiture se trouvent des plates-formes d'accès ; une troisième plate-forme est disposée à côté du compartiment de 2<sup>e</sup> classe. Enfin, aux deux extrémités du train sont les postes de mécanicien, qui sont équipés avec tous les leviers et interrupteurs nécessaires à la manœuvre du véhicule. Chaque poste contient, en outre,

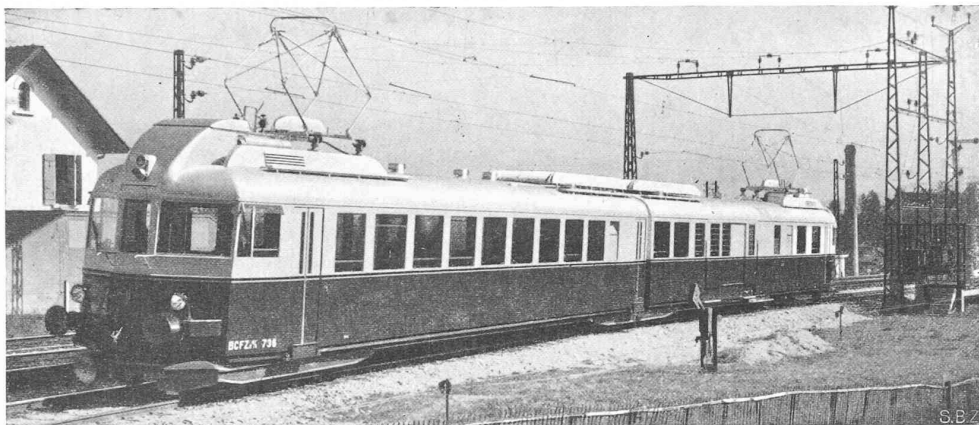


Fig. 1.  
Train léger BCFZe 4/6 736  
en gare de Versoix.

deux places de 2<sup>e</sup>, respectivement de 3<sup>e</sup> classe. Ces places sont très demandées, car elles offrent une vue illimitée sur la voie et le paysage devant la voiture.

Pour la ligne *Berne-Schwarzenbourg*, qui a un tracé plus sinueux et de plus fortes rampes, mais dont le trafic n'est pas aussi fort que sur les autres lignes exploitées, la Compagnie *B. L. S.* se trouvait dans l'obligation d'accrocher assez souvent à l'automotrice légère en service sur cette ligne soit un fourgon ambulancier, soit des wagons de marchandises. Les rampes de cette ligne atteignant 35 ‰, la charge remorquée était, de ce fait, limitée à 15 tonnes. En cas d'affluence de voyageurs ou de marchandises, il fallait souvent remplacer l'auto-

motrice légère par une locomotive électrique ou par une automotrice lourde avec composition correspondante, ce qui n'allait pas toujours sans complications. Il s'agissait donc, pour cette ligne, de projeter un train léger capable de transporter le plus grand nombre de voyageurs, correspondant à la fréquence maximum, ainsi qu'un certain tonnage marchandises, qui fut limité à 30 tonnes. Le train léger qui résulta des études entreprises se compose de deux voitures reposant aussi sur trois bogies (fig. 3).

*Caissons des voitures.*

Comme pour les automotrices légères *Ce 2/4* déjà en service, les caissons des trains légers sont *entièrement métalliques* et on a fait emploi, pour leur montage, presque exclusivement de la soudure électrique. Les châssis principaux et les parois latérales furent construits d'abord séparément, puis assemblés en même temps avec les arceaux et les tôles du toit. Les parois frontales des caissons sont en élévation, légèrement inclinées vers l'arrière; en plan, elles présentent deux pans coupés, de façon à diminuer la résistance de l'air. Cette disposition des extrémités est motivée par le fait que la vitesse maximum des trains légers de la série *BCFZe 4/6* a été augmentée à 110 km/h, afin de pouvoir marcher aux plus grandes vitesses admissibles sur le réseau des C. F. F.

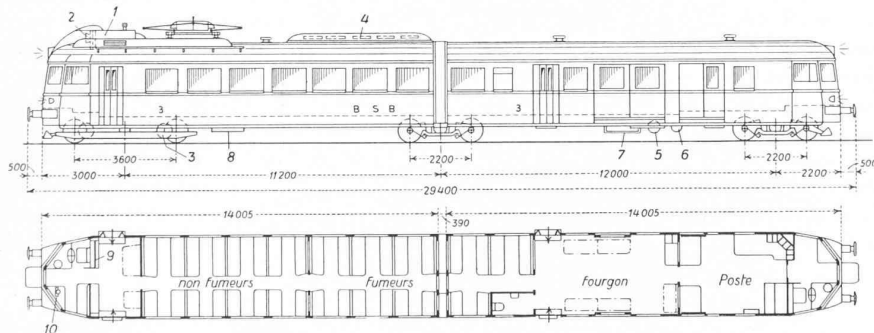


Fig. 3. — Train léger CFZe 2/6 681 du BSB. 1 : 250. — 101 places assises, 39 pl. debout. Poids en service 42,8 t. — 1 Transf. à gradins, 2 Contact. méc.-pn. de graduation, 3 Moteur de traction, 4 Résistances de freinage, 5 Moteur-compresseur, 6 Moteur-génératrice, 7 Batterie d'accumulateurs, 8 Shunt pr. mot. de traction, 9 Tableau de distribution, 10 Coupleur-inverseur.

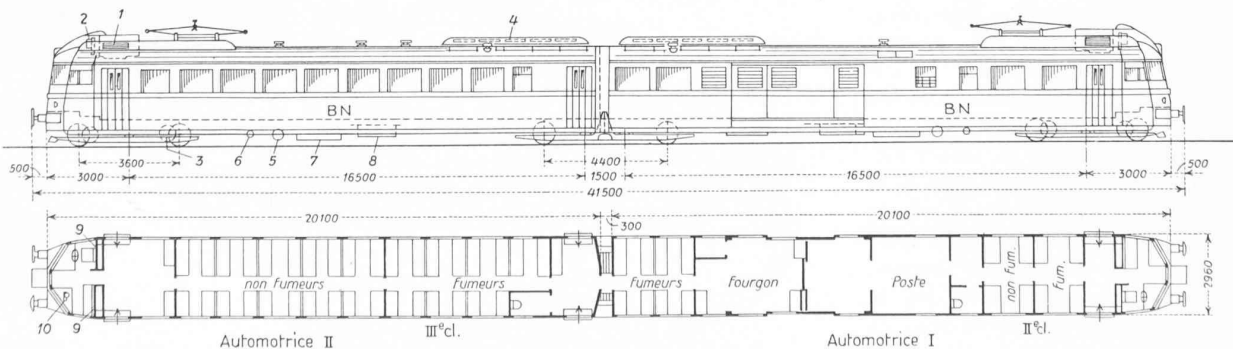


Fig. 2. — Croquis d'encombrement du train léger BCFZe 4/6 BLS/BN. — 1 : 250. — 139 places assises, 41 pl. debout. Poids en service 68 t. — 1 Transformateur à gradins, 2 Contacteurs méc.-pn. de grad., 3 Moteur de traction, 4 Résistances de freinage, 5 Moteur-compresseur, 6 Moteur-génératrice, 7 Batterie d'accumulateurs, 8 Shunt pr. moteur de traction, 9 Tableau de distribution, 10 Coupleur-inverseur.

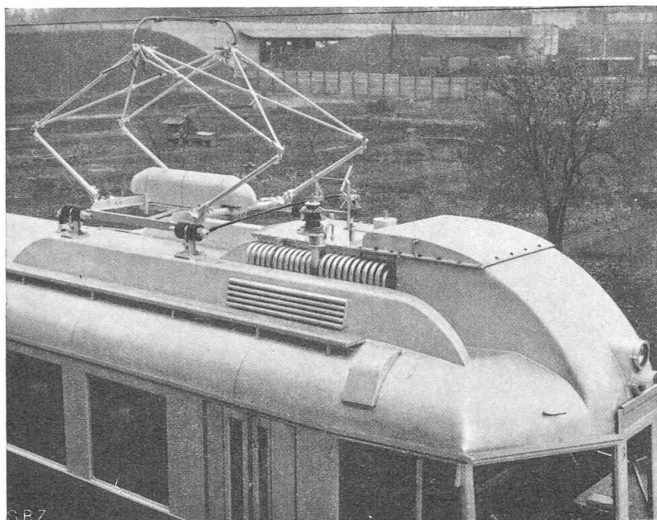


Fig. 4. — Transformateur avec contacteurs de couplage sur le toit.

Les caisses ont un plancher isolant, composé d'une tôle ondulée, d'une couche de liège et d'une couche de linoléum. Les sièges sont tous rembourrés, ceux de 2<sup>e</sup> classe avec de la moquette, ceux de 3<sup>e</sup> classe en cuir artificiel, de façon à offrir au public le maximum de confort.

Chaque caisse reçoit à l'une de ses extrémités — enchâssé dans son toit — le transformateur de tension avec les contacteurs de réglage des moteurs, d'un poids d'environ 4 tonnes (fig. 4). Cette disposition du transformateur a été reprise sans autre des automotrices légères déjà en service depuis plus de trois ans, et qui a fait brillamment ses preuves. Nous nous bornons à mentionner les avantages de cette disposition : Appareillage à haute tension complètement à l'extérieur de la caisse ; circuits à haute tension réduits à leur plus simple expression, à savoir courtes connexions entre le pantographe et le fusible haute tension, d'une part et entre ce fusible et la borne haute tension du transformateur, d'autre part ; pas de câbles reliant les bornes des étages de tension secondaire avec les contacteurs ; uniquement deux câbles basse tension reliant la bobine de self avec les inverseurs des moteurs ; facilité de placement et de montage des appareils électriques grâce à la grande place disponible ; enfin possibilité d'aménager une porte de sortie frontale permettant le passage depuis la voiture aux véhicules remorqués, surtout si ce sont des voitures occupées par des voyageurs. Les résistances de freinage électrique sont aussi logées sur le toit des caisses, aux autres extrémités de celles-ci.

Pour la voiture *B. S. B.*, série *CFZe 2/6*, les caisses ont été construites de la même manière ; l'une d'elles a reçu le transformateur à l'avant, et la résistance de freinage électrique à l'arrière. Cette disposition était donnée par la position du bureau postal au bout de l'autre voiture, et en même temps pour simplifier le câblage aboutissant à la résistance.

Comme ce train ne doit circuler que

sur la ligne Berne-Schwarzenbourg, sa vitesse maximum a été fixée à 75 km/h.

Chaque caisse porte à ses extrémités libres les appareils de choc et de traction normaux, le boyau d'accouplement du frein Westinghouse et la fiche d'accouplement du chauffage électrique.

Sous la caisse de chaque voiture sont suspendus le compresseur rotatif *KLL 3* de la *Fabrique suisse de locomotives*, à Winterthur, avec réservoir à air comprimé de 300 litres, le groupe convertisseur monophasé-continu pour l'éclairage et l'asservissement, la batterie cadmium-nickel *SAFT*, de 36 volts 100 ampère-heures, enfin les cylindres du frein *Westinghouse* avec triples valves *LuR* à action rapide. La timonerie est à rattrapage de jeu automatique système *Stopex des Ateliers des Charmilles*, à Genève. La pression des sabots atteint le 88 % de la charge des essieux, et permet des arrêts assez courts aux vitesses élevées.

#### Bogies.

Les trains légers *BCFZe 4/6* roulent sur trois bogies, dont deux, soit les extrêmes, sont moteurs et celui du milieu uniquement porteur. Les premiers ont un empattement de 3,600 m, le dernier un tel de 4,400 m. Ces empattements ont été choisis si grands grâce au fait que les bogies ont été pourvus d'essieux mobiles se plaçant, dans les courbes, automatiquement en position *radiale*, afin de faciliter l'inscription dans les nombreuses courbes des lignes que les trains légers ont à parcourir.

Les bogies se composent d'un châssis principal extérieur en **I** très robuste et servant en même temps de protection aux organes qui s'y trouvent (voir fig. 5) et de deux châssis auxiliaires qui contiennent les essieux et les moteurs de traction. Ces châssis auxiliaires pivotent d'une part dans une crapaudine fixée au châssis principal, et sont dirigés d'autre part au moyen d'une timonerie appropriée. Cette timonerie est commandée par la caisse de la voiture. Suivant comme le bogie se déplace par rapport à la caisse, la timonerie fait que les essieux se placent dans la courbe de façon à se trouver en position radiale par rapport à la courbe. Cette position assure un roulement doux. A l'avant et à l'arrière du train léger,

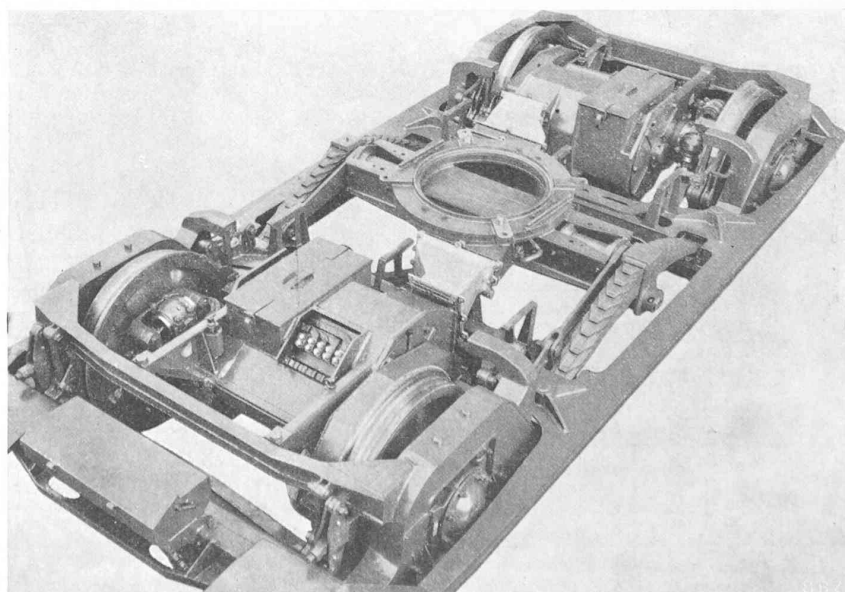


Fig. 5. — Bogie moteur, construit par la Société Industrielle Suisse, Neuhausen.

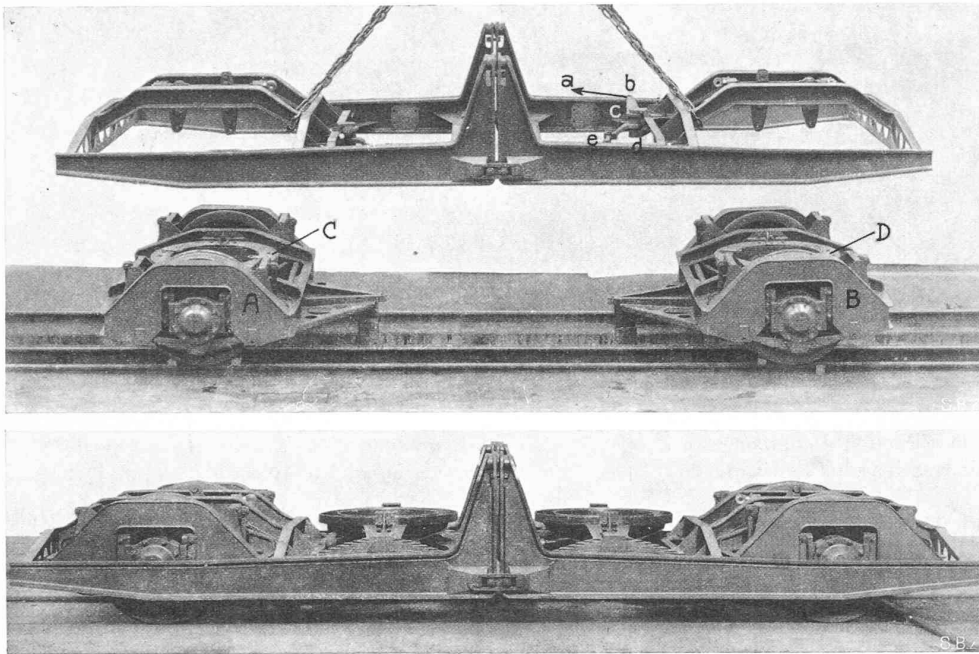


Fig. 6.  
Bogie porteur médian,  
décomposé et assemblé,  
construit par la Société  
Industrielle Suisse,  
Neuhausen.

les bogies sont pourvus de chasse-corps. Les bogies ont été assemblés presque exclusivement au moyen de la soudure électrique.

Les caisses reposent, à leurs extrémités extérieures, sur les bogies moteurs par l'intermédiaire de grands anneaux de support fixés à une traverse danseuse qui, de son côté, s'appuie sur deux ressorts à lames longitudinaux. Ces derniers sont soutenus à leurs extrémités soit par des ressorts en caoutchouc spécial de la maison Spencer-Moulton, à Londres — qui doivent amortir les vibrations des ressorts à lames et rendre le roulement plus doux — soit aussi par des ressorts auxiliaires en spirale (fig. 5). D'autre part, les boîtes à rouleaux des essieux moteurs retiennent des ressorts à lames chargés par les bogies. (Sur la fig. 5, ces ressorts sont cachés par le châssis du bogie.)

A leurs extrémités juxtaposées, les caisses reposent de la même façon, chacune au moyen d'un anneau de support et de traverses danseuses, sur le bogie médian. Comme celui-ci devrait recevoir deux anneaux, avec deux traverses danseuses et quatre ressorts longitudinaux, il a fallu augmenter son empattement à 4,400 m. L'emploi d'essieux dirigés pour ce bogie a facilité également l'inscription dans les courbes.

Nous donnons ci-après une brève description de ces essieux mobiles à position radiale. Ces essieux, construits d'après le système *SJG/VRL*<sup>1</sup> ont un châssis propre (fig. 6) *A*, resp. *B*, pouvant tourner d'une part dans une crapaudine *C*, resp. *D* fixée au châssis du bogie et pouvant, d'autre part, recevoir la direction radiale dans les courbes par une transmission *a-b-c-d-e*, qui reçoit ses impulsions de la caisse de la voiture, à laquelle elle est fixée au point *a*. Chaque déviation de la caisse dans une courbe, par rapport au bogie, donne lieu à un mouvement du point *a* et, par suite, à une déviation correspondante des deux essieux, qui, de ce fait, se placent radialement dans la courbe. Effectivement la position est telle que l'on ne ressent plus même les joints irréguliers des rails,

dans les courbes, mais parfois les défauts de réglage en direction.

Les bogies moteurs portent chacun deux moteurs électriques de traction. Ceux-ci sont totalement suspendus aux châssis auxiliaires, d'un côté par l'intermédiaire de ressorts, tandis que de l'autre ils sont fixés au châssis par des bras de support (fig. 7). Les moteurs actionnent les essieux par l'intermédiaire d'un arbre creux et d'une transmission dite à pilons système Sécheron. La transmission des efforts de traction est plus douce, au démarrage on ne ressent pas de secousses notables dues à l'augmentation subite du couple moteur. Pour pouvoir atteindre la vitesse maximum de 110 km/h avec des roues motrices de 900 mm de diamètre, sans dépasser la vitesse normale de rotation des moteurs à cette allure, il a fallu employer une réduction d'engrenages de 1 : 3,5. L'effort de traction à la jante n'a pas subi de ce fait d'augmentation sensible, la plus forte puissance des moteurs se reportant sur la vitesse.

Le train léger *CFZe 2/6* du *B. S. B.* n'a qu'un seul bogie moteur identique à ceux des trains légers *BLS/BN* (fig. 5). Toutefois, dans ce bogie, les moteurs sont à suspension par

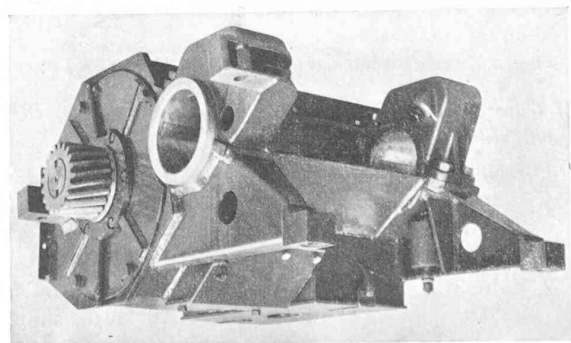


Fig. 7. — Moteur monophasé 240 PS, à carcasse entièrement soudée.

<sup>1</sup> *SJG*, Société Industrielle Suisse, à Neuhausen.  
*VRL*, Compagnie internationale.

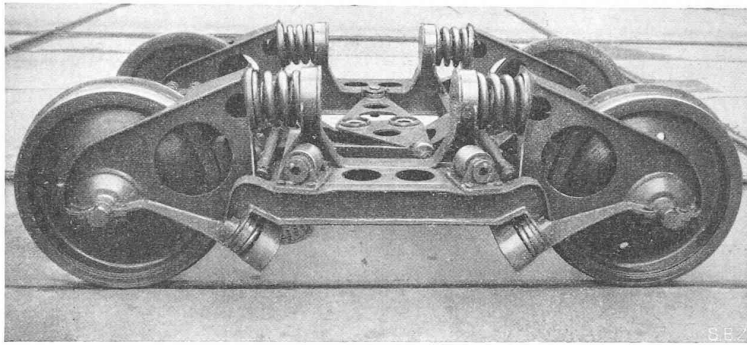


Fig. 8.  
Bogie porteur du train léger  
du chemin de fer BSB,  
à roues indépendantes.

le nez, imposée par le fait que la réduction d'engrenages est de 1 : 5,23, à cause des efforts de traction plus élevés que doit fournir ce train léger.

Les bogies porteurs du train léger du B. S. B. ont une construction tout à fait spéciale (fig. 8). Tout d'abord, ils n'ont pas d'essieux montés, mais des roues indépendantes, au nombre de quatre par bogie. Les roues sont montées dans un châssis formant levier coudé, dont l'un des bras s'appuie sur de forts ressorts à hélice, tandis que l'autre est attaché au châssis par l'intermédiaire d'autres ressorts à hélice. Cette construction assure au train léger une marche très douce, exempte de vibrations latérales et verticales, désagréables pour les voyageurs.

Les caisses du train léger reposent sur les bogies par l'intermédiaire de barres de torsion, de section carrée, fixées à la caisse et de galets de roulement sur les châssis du bogie. En outre, sur le bogie médian, les deux caisses sont maintenues ensemble par un dispositif spécial, destiné à transmettre les efforts de traction depuis le bogie moteur jusqu'au crochet d'attelage de la voiture arrière.

#### Installation électrique.

Les trains légers BLS/BN et le train léger B. S. B. ont reçu en principe, les mêmes installations électriques que les automotrices Ce 2/4 déjà en service et fournies par les Ateliers de Sécheron.

Les moteurs de traction, monophasés à collecteurs, sont du type série habituel, avec enroulement compensateur et des pôles auxiliaires. Ils sont hexapolaires. La carcasse, composée de tôles assemblées, est entièrement soudée à l'arc électrique (fig. 7). On obtient de cette façon une construction très solide, légère et où toutes les parties ont exactement la dimension voulue. Ces moteurs ne diffèrent des moteurs déjà livrés pour les premières automotrices légères que par une plus grande longueur de l'induit et du fer actif de l'inducteur, d'où une puissance plus élevée.

Les relevés faits au banc d'essai ont été les suivants :

#### I. Moteurs à arbres creux et à commande par pignons, BCFZe 4/6, réduction d'engrenages 1 : 3,5.

##### a) Puissance horaire :

1. Volts 290, ampères 640, kW absorbés 180, ch à l'arbre 220, rendement 91 %, vitesse 68,5 km/h, effort de traction à la jante 830 kg.
2. Volts 313, ampères 640, kW absorbés 194, ch à l'arbre 240, rendement 91 %, vitesse 76 km/h, effort de traction à la jante 830 kg.

##### b) Puissance constante :

Volts 313, ampères 580, kW absorbés 177,5, ch à l'arbre

221, rendement 92 %, vitesse 54,5 km/h, effort de traction à la jante 1058 kg.

#### II. Moteurs à suspension par le nez, CFZe 1/6, réduction d'engrenages 1 : 5,23.

##### Puissance horaire :

Volts 290, ampères 640, kW absorbés 180, ch à l'arbre 220, rendement 90 %, vitesse 47 km/h, effort de traction à la jante 1230 kg.

Volts 313, ampères 640, kW absorbés 194, ch à l'arbre 235, rendement 91 %, vitesse 61 km/h, effort de traction à la jante 1230 kg.

Il en résulte un effort de traction total, à la puissance horaire, de 3320 kg pour les BCFZe 4/6 et de 2460 kg pour le CFZe 2/6. Ces efforts de traction permettent la remorque de charges allant jusqu'à 80 tonnes sur la rampe de 22 ‰ pour les BCFZe 4/6 et de 30 tonnes sur la rampe de 27 ‰ pour le CFZe 2/6. Les courses d'essais exécutées avec les différents véhicules préalablement à leur mise en service ont montré que ces charges pouvaient facilement être remorquées sans échauffements exagérés des moteurs, ce d'autant plus que les rampes parcourues ne sont pas très longues et qu'elles sont coupées par d'autres moins fortes, voire même par des paliers.

#### Courses d'essai.

Tout de suite après leur réception définitive aux Ateliers de Sécheron, les trains légers furent soumis, sur toutes les lignes du réseau BLS/BN, à une série de courses d'essais en vue de déterminer leur capacité de transport, ainsi que les temps de parcours aux vitesses maximum autorisées à l'échelle de l'état de la voie, des déclivités et des courbes. Ces épreuves se terminaient par une course d'essai à grande vitesse sur un parcours en plaine et en montagne d'une longueur totale de 380 km, dont 74 sur les fortes rampes du B. L. S. Ces courses d'essai ayant donné des résultats favorables, les trains légers purent être mis en service régulier, immédiatement après.

Depuis le jour de leur mise en service, les trains légers ont marché régulièrement et accompli normalement leur service. De petites modifications ont été apportées à la suspension sur le bogie porteur, afin d'adoucir les oscillations latérales. Sauf cela, on peut dire que les trains légers satisfont aussi bien le public voyageur, qui se plaît à rouler dans des véhicules dernier cri, marchant à la vitesse maximum autorisée, que l'Administration, qui réalise d'appréciables économies de courant de traction. Il restera, au cours des années prochaines, à déterminer la manière la plus rationnelle de pourvoir à leur entretien tout en leur faisant faire un service aussi chargé que possible, mais adapté toutefois à l'intensité du trafic.