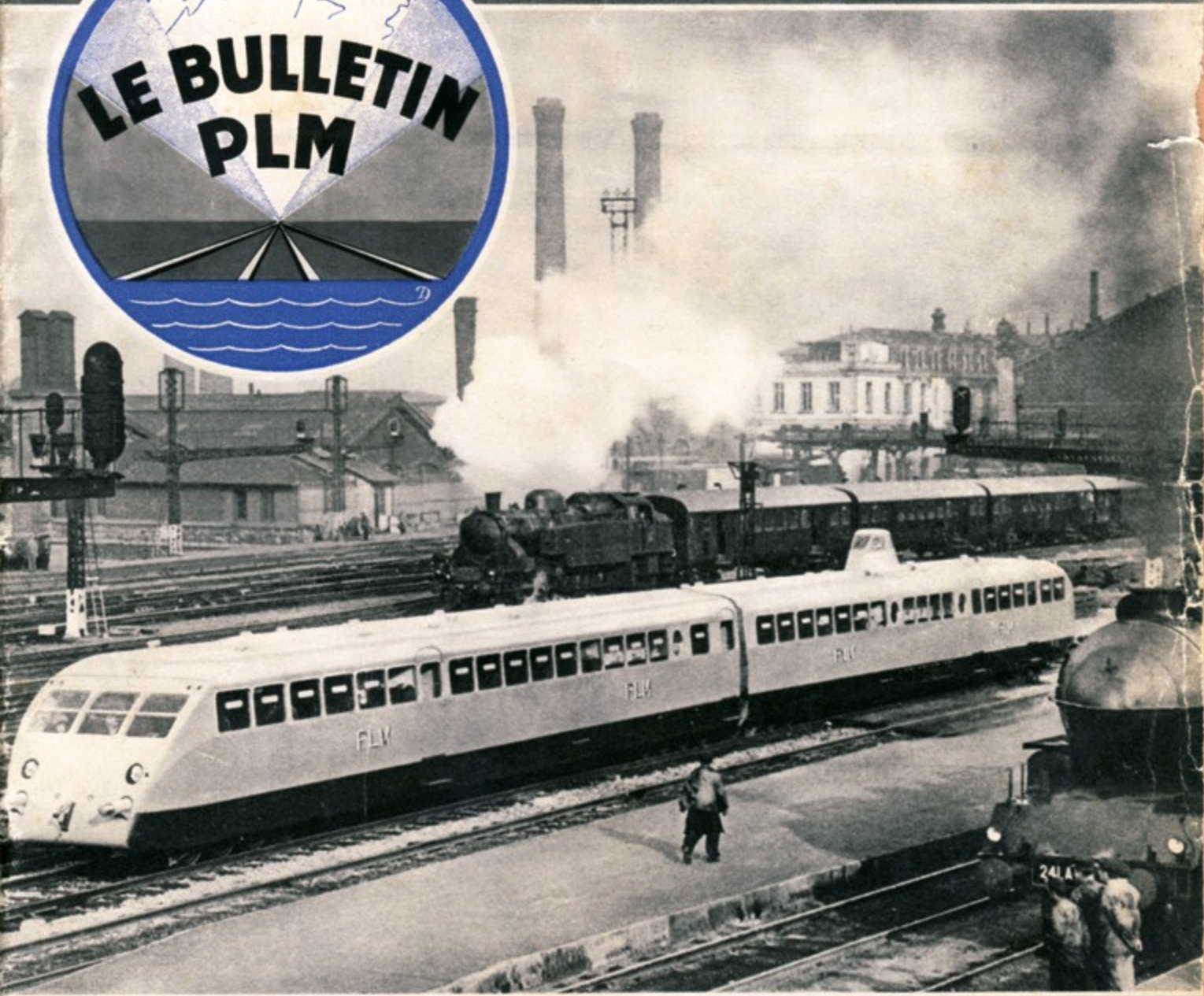


JUILLET 1934

NUMÉRO 34




Solutions d'hier



... et d'aujourd'hui



NOS AUTORAILS BUGATTI



LE BULLETIN a rendu compte à plusieurs reprises de la mise en service des autorails commandés en 1932 et qui sont affectés, soit à la desserte de lignes secondaires (autorails S.O.M.U.A. et Baudet-Donon-Roussel du centre de Pontarlier, autorails Charentaises du centre d'Alès, autorails Aciéries du Nord de la ligne de Toulon aux Salins-d'Hyères), soit à un service de banlieue (autorails C.G.C. de la région de Nice), soit, enfin, à des relations semi-directes à distance moyenne sur lignes principales (autorails Renault de la ligne Lyon-Grenoble). D'autres autorails, destinés à des services analogues, sont en cours de construction et doivent être livrés avant la fin de 1934.

On sait que tous ces engins, équipés avec des moteurs Diesel relativement peu puissants et qui brûlent un combustible assez bon marché, sont plus économiques que les trains qu'ils remplacent, tout en permettant d'améliorer sensiblement le service.

Bien que leur vitesse maximum ne dépasse guère 90 à 100 km à l'heure suivant les types, ils réalisent des vitesses moyennes intéressantes en raison de leur aptitude aux démarrages rapides. Par ailleurs, du fait de leurs faibles charges par essieu, il est

par M. Tourneur, Ingénieur
au Service Central du Matériel

souvent possible de les faire circuler sur les lignes secondaires à des vitesses plus élevées que les trains, sans qu'il en résulte de fatigue excessive pour la voie.

Les autorails construits par les usines Bugatti, qui se sont acquises une réputation mondiale dans la construction automobile, répondent à un autre problème : pourvus de moteurs à explosion, notablement plus légers, à l'heure actuelle, que les moteurs Diesel, ces engins disposent d'une puissance par tonne très importante et ont été conçus pour circuler à vitesse élevée sur les lignes principales, en vue d'assurer des relations rapides entre grands centres.

Neuf autorails ont été commandés aux Usines Bugatti par la Compagnie P.L.M. : Trois couplages de 800 ch, dont la première unité vient d'être mise en service entre Paris et Clermont-Ferrand, et six autorails de 400 ch seulement, à deux bogies.

Dans la présente note, nous nous proposons de décrire les couplages de 800 ch en cours de livraison.

Ces couplages, numérotés ZZA-K-1 à 3, sont constitués par deux voitures à bogies accouplées en permanence

FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE
DE L'AUTORAIL BUGATTI.



par un attelage à rotule : une des voitures est motrice, l'autre est poussée ou remorquée par la précédente, suivant le sens de circulation du couplage.

Les caractéristiques principales sont les suivantes :

— Longueur hors tampons	43,500 m
— Largeur extérieure de la caisse	2,834 m
— Hauteur totale au-dessus du rail	4,045 m
— Hauteur intérieure sous plafond	2,015 m
— Poids à vide en ordre de marche	} motrice 31,8 t remorque 23,0 t
— Poids total en charge	
— Empattement des bogies	2,700 m
— Diamètre des roues	0,710 m
— Nombre de moteurs	4
— Puissance de chaque moteur	200 ch à 2 000 tours/mn
— Capacité des réservoirs de combustible	1 140 l
— Vitesse maximum	150 km/h

Formes extérieures de l'autorail. — Profilage.

La résistance à l'avancement d'un véhicule comprend la résistance due aux rampes et aux courbes, la résistance causée par les frottements des essieux et du mécanisme et la résistance de l'air.

Dans le cas d'un autorail appelé à circuler à grande vitesse sur des lignes à profil facile, l'influence de la résistance de l'air est prépondérante et relativement plus importante que dans le cas d'un train, en raison de la légèreté du véhicule. C'est la raison pour laquelle les autorails Bugatti ont une forme générale très particulière, qui facilite leur pénétration dans l'air (fig. 1).

Les extrémités et les faces latérales ne présentent que des saillies très réduites ; toutes les glaces des baies sont fixes, afin d'éviter les remous d'air. Pour la même raison, un « jupage » prolonge les faces latérales jusqu'au voisinage du sol, en cachant presque complètement les bogies, et de grandes feuilles de caoutchouc sont tendues entre les deux voitures de façon à supprimer toute solution de continuité dans les faces latérales et le pavillon.

Les extrémités du couplage ont une forme effilée mais, contrairement à ce qu'on rencontre généralement sur les autres autorails, la surface cylindrique formant l'extrémité se raccorde avec la toiture au lieu de se raccorder avec les faces latérales. Cette disposition a l'avantage de réduire beaucoup les poussées latérales qui se produisent au passage des trains croiseurs, et d'augmenter la charge sur le bogie avant aux grandes vitesses.

Aménagement intérieur du couplage.

Les figures 2 et 11 donnent les dispositions générales d'aménagement intérieur du couplage.

Les compartiments des voyageurs avec fauteuils, garnis de velours brun, sont analogues à ceux des voitures Pullman de 1^{re} classe.

Des tables amovibles peuvent être placées devant les voyageurs qui en font la demande.

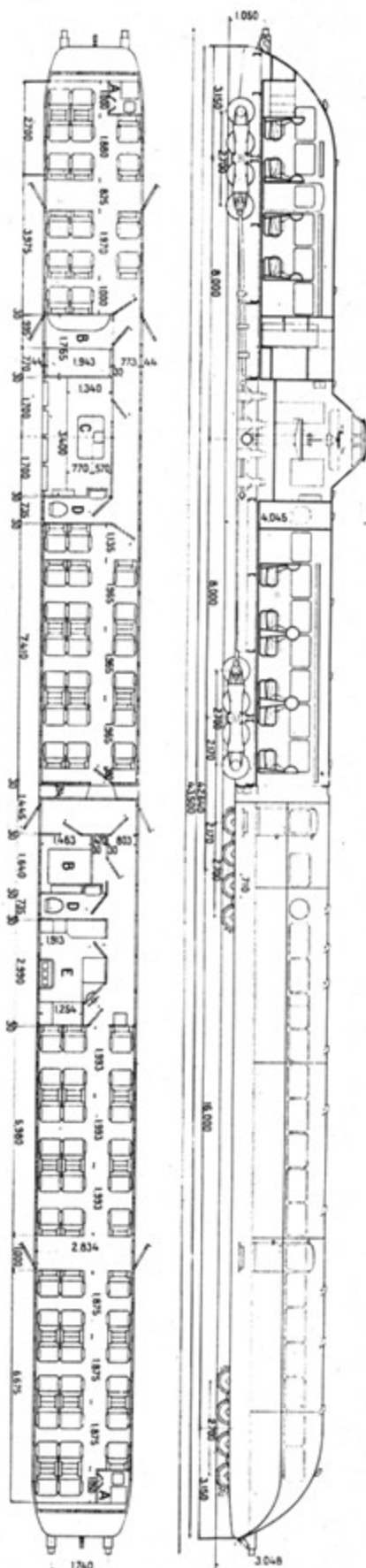
Aux extrémités du couplage un poste d'observation est ménagé pour le chef de train. Des boutons et lampes de signalisation lui servent à communiquer avec le conducteur (fig. 10).

Le buffet-cuisine, installé dans la remorque, permet de servir des consommations et petits repas ; il comporte un réchaud à gaz butane et des installations analogues à celles des wagons restaurants (glacière, éviers, etc...).

Châssis et caisses.

Le châssis de chaque voiture est constitué par deux longerons en tôle d'acier emboutie, réunis par des traverses et diagonales rivées. Les deux châssis sont reliés entre eux par un attelage à rotule, avec glissière rappelée par deux ressorts à lames (fig. 3).

FIG. 2. — A, POSTE D'OBSERVATION. — B, BAGAGES A MAIN. — C, POSTE DE COMMANDE. — D, WATER-CLOSET. — E, CUISINE.



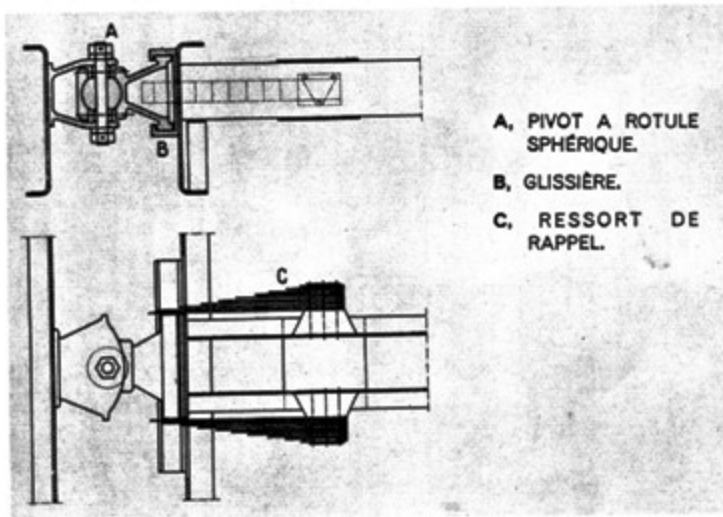
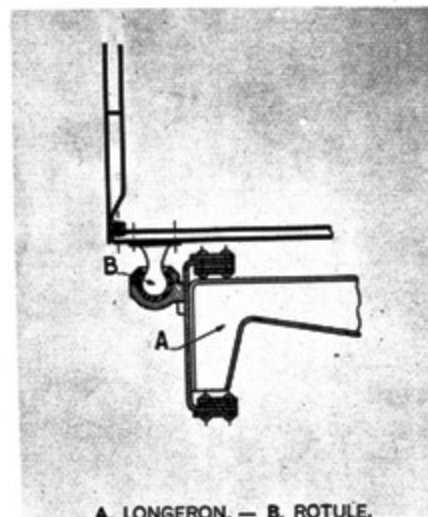


FIG. 3.

- A, PIVOT A ROTULE SPHÉRIQUE.
- B, GLISSIÈRE.
- C, RESSORT DE RAPPEL.



A, LONGERON. — B, ROTULE.
FIG. 4.

La voiture motrice comporte en son milieu le compartiment des moteurs dont les parois sont directement fixées sur le châssis. Partout ailleurs, les caisses sont formées de plusieurs éléments juxtaposés de 5 m de longueur environ, assemblés entre eux par boulons, avec interposition de caoutchouc, et qui reposent sur les longerons par des rotules qui s'appuient dans des crapaudines garnies de caoutchouc (fig. 4).

Le plancher est en bois protégé par une tôle sur sa face inférieure et recouvert d'un tapis de caoutchouc et d'une moquette. La charpente des éléments de caisse comporte des cintres formés par un fer à double té et distants les uns des autres de 1 m. Ces fers sont assemblés par soudure avec des traverses longitudinales.

Les faces et le pavillon sont formés d'une tôle extérieure en acier, soudée par points sur la charpente, et d'un revêtement intérieur : tôle d'aluminium peinte couleur crème au-dessus de la ceinture, tôle d'aluminium peinte ou contreplaqué garni de simili-cuir brun au-dessous de la ceinture. L'isolement thermique est assuré par un matelas d'air et un revêtement en « cellotex » (fibre de canne comprimée).

Toutes les glaces sont en verre de sécurité (verre « Sécurité » sur les faces latérales, verre « Triplex » aux extrémités et dans le kiosque de commande); elles sont maintenues par des châssis en aluminium.

Les cloisons intérieures, laquées crème, sont en bois contreplaqué recouvert de tôle sur ses deux faces.

Les couplages comportent à chaque extrémité deux tampons de choc latéraux et un attelage à tendeur ordinaire mais allégé, permettant le dépannage éventuel de l'autorail au moyen d'une locomotive.

Bogies et suspension.

Les bogies des autorails Bugatti constituent une des particularités les plus saillantes de ces engins.

Ils sont à quatre essieux, les deux essieux médians de chacun des bogies de la voiture motrice étant seuls moteurs. Chaque bogie est formé d'un châssis en acier forgé auquel sont fixés en A B C D (voir fig. 5) quatre groupes de deux ressorts à lames qui peuvent tourner en ces points autour d'un axe vertical; les essieux sont articulés aux extrémités de ces ressorts avec interposition de « silentblocs », de telle façon qu'ils constituent deux à deux, avec les ressorts, un parallélogramme déformable horizontalement. Les ressorts sont combinés avec des amortisseurs verticaux.

Les essieux porteurs sont du type automobile, c'est-à-dire que les roues tournent folles sur des fusées fixes reliées entre elles par un axe creux. Les essieux moteurs comportent un axe qui tourne dans des boîtes à rouleaux fixées aux ressorts. Les roues sont rendues solidaires de l'arbre par des emmanchements coniques avec

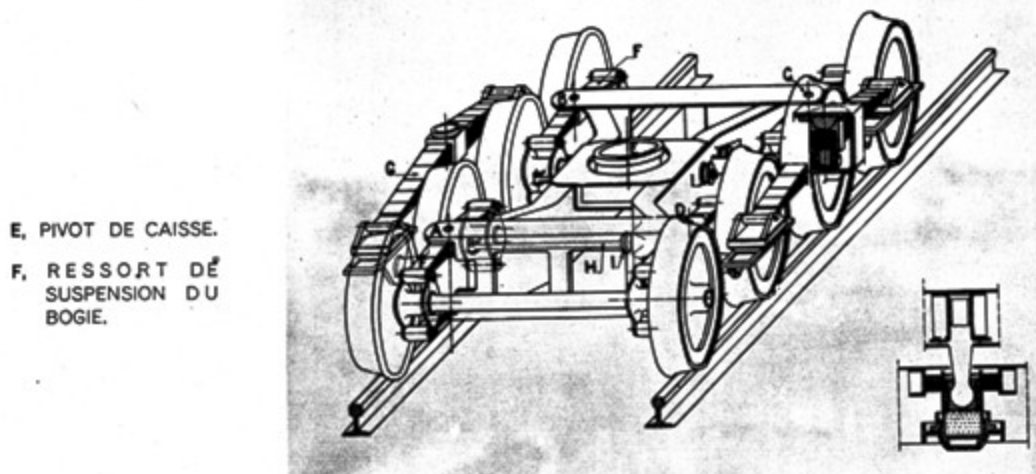


FIG. 5.

- E, PIVOT DE CAISSE.
- F, RESSORT DE SUSPENSION DU BOGIE.

- G, RESSORT DE SUSPENSION DE CAISSE.

- H, BIELLETTE DE RAPPEL DES ROUES AVEC AMORTISSEUR I.



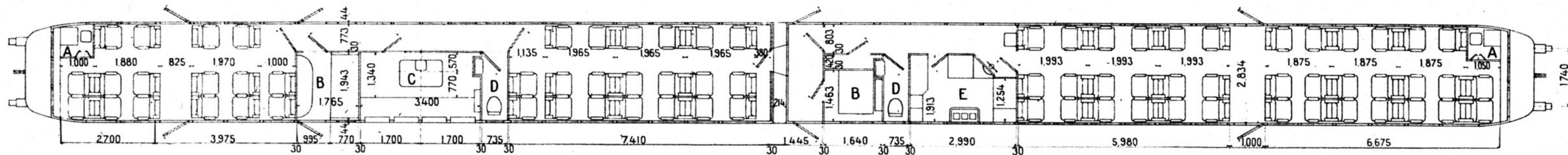
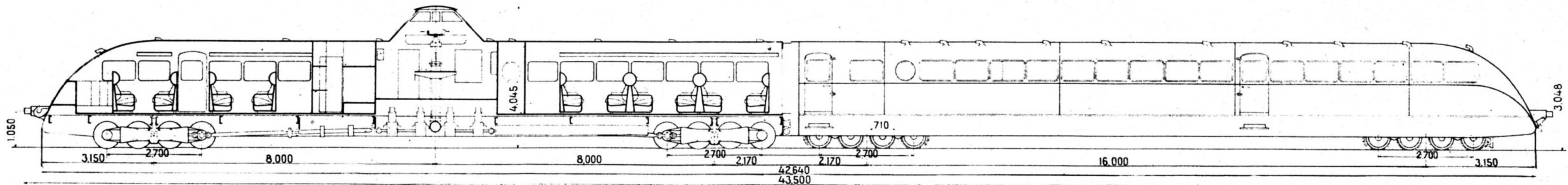
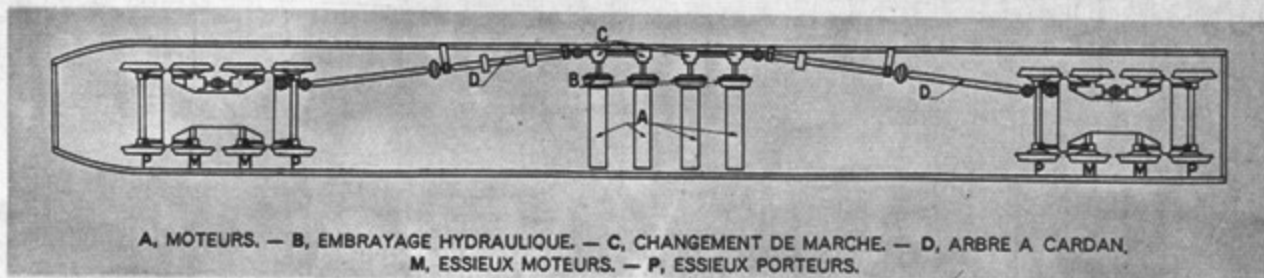


FIG. 2.

A, POSTE D'OBSERVATION. — B, BAGAGES A MAIN. — C, POSTE DE COMMANDE. — D, WATER-CLOSET. — E, CUISINE.



A, MOTEURS. — B, EMBRAYAGE HYDRAULIQUE. — C, CHANGEMENT DE MARCHE. — D, ARBRE A CARDAN.
M, ESSIEUX MOTEURS. — P, ESSIEUX PORTEURS.

FIG. 6.

clavettes. Le couple développé par les moteurs est transmis aux deux essieux moteurs les plus voisins du centre de la voiture par un arbre à cardans disposé latéralement (fig. 6) et par des couples d'engrenages coniques; les deux essieux moteurs d'un même bogie sont reliés entre eux de la même manière.

Les roues sont à bandages métalliques au profil habituel, mais, pour amortir les vibrations, ces bandages sont fixés sur les centres par des boulons avec plusieurs intermédiaires élastiques (voir fig. 7) constitués par des bandes et bagues en caoutchouc. Un dispositif spécial assure une liaison conductrice entre centre et bandage, afin de permettre le fonctionnement des circuits de voie. La construction de ces roues a nécessité des essais poussés et des soins tout particuliers, en raison des vitesses de rotation très élevées auxquelles elles sont soumises (1 120 tours/mn à 150 km/h).

La caisse repose sur chaque bogie par l'intermédiaire de deux grands ressorts à lames longitudinaux G (fig. 5) disposés le long des longerons. La bride de ces ressorts est reliée à la caisse par crapaudine et rotule à sa partie supérieure, et, à sa partie inférieure, par un axe coulissant dans une glissière parallèle à l'axe de la voiture.

Les extrémités des ressorts portent des patins qui reposent sur des glissières en bronze fixées au châssis de bogie. Des blocs de caoutchouc sont interposés entre ressorts et patins. Le pivot de bogie ne sert qu'au guidage de celui-ci et ne supporte pas le poids de la caisse : il est essentiellement constitué par :

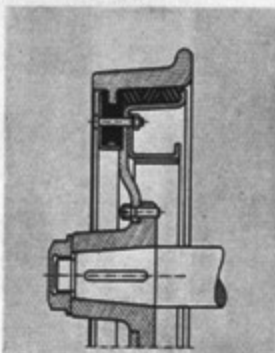


FIG. 7.

— un cylindre vertical rempli d'huile reposant sur le bogie par une rotule sphérique et maintenu latéralement par des blocs en caoutchouc,

— un piston fixé à la caisse par une rotule et se déplaçant dans le cylindre. Ce piston est percé de trous de façon à permettre un passage graduel de l'huile lors des oscillations verticales, en amortissant celles-ci.

D'autres amortisseurs freinent les mouvements de rotation du bogie autour de son pivot.

Pour limiter les déformations des parallélogrammes articulés formés par les essieux et leurs ressorts, les extrémités de ceux-ci sont reliées au châssis de bogie par des biellettes rendues élastiques par la présence de blocs en caoutchouc.

Grâce à toutes ces dispositions et à la perfection de l'usinage, la tenue de l'auto-rail aux vitesses élevées est excellente. La circulation dans les courbes s'effectue sans aucun mouvement parasite et la douceur du roulement est telle que, de l'intérieur de la caisse, on perçoit à peine le passage en vitesse de l'auto-rail sur des appareils de voie. Enfin, l'emploi de roues élastiques réduit sensiblement les bruits provoqués par les joints de rails.

Appareils moteurs et poste de commande.

Les moteurs et les appareils de commande sont installés dans un compartiment situé au centre de la voiture motrice et surmonté d'un kiosque vitré dans lequel se tient le conducteur.

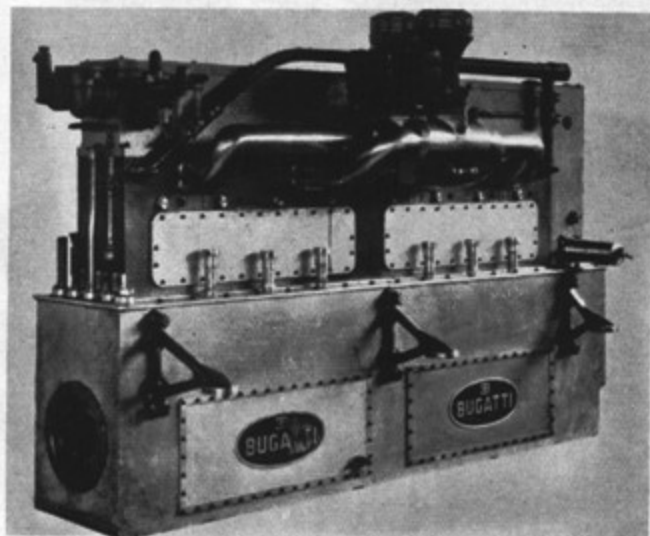


FIG. 8. — MOTEUR BUGATTI, TYPE ROYAL (200 CH A 2 000 TOURS/MN.).

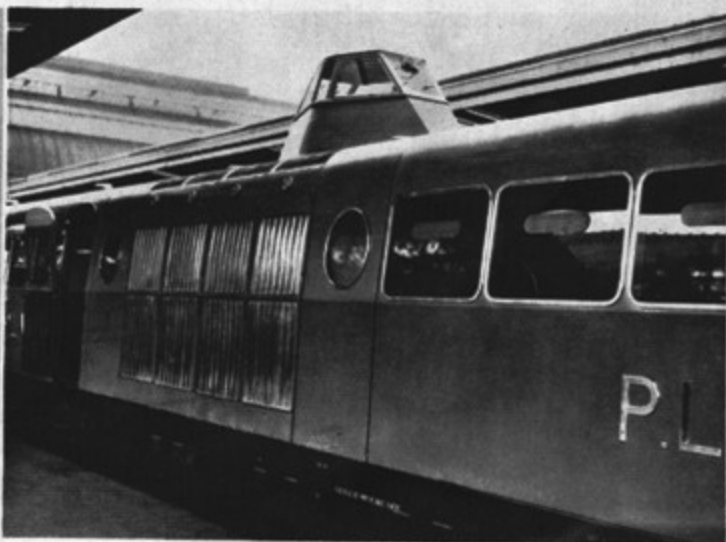


FIG. 9. — VUE DES QUATRE RADIATEURS DE REFROIDISSEMENT.

CI-DESSOUS, VUE INTÉRIEURE DU KIOSQUE
OU SE TIENT LE CONDUCTEUR.

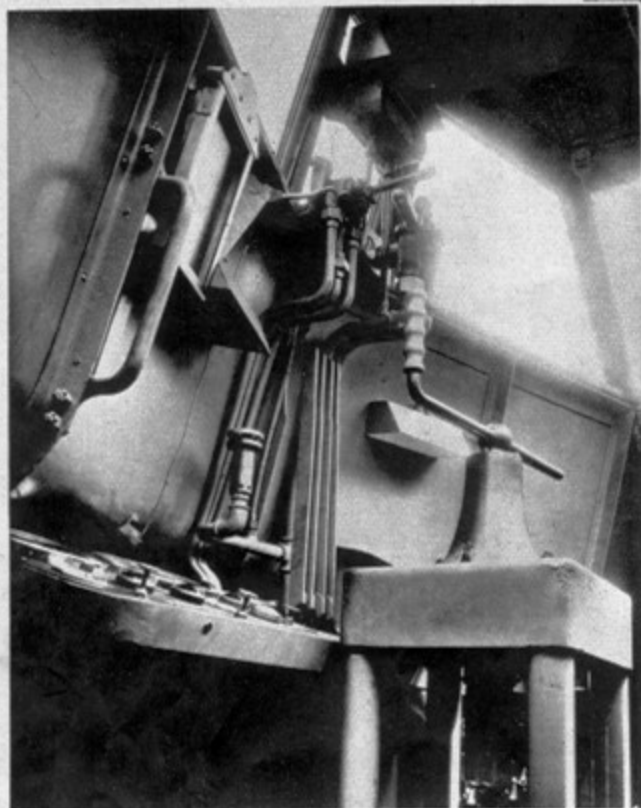
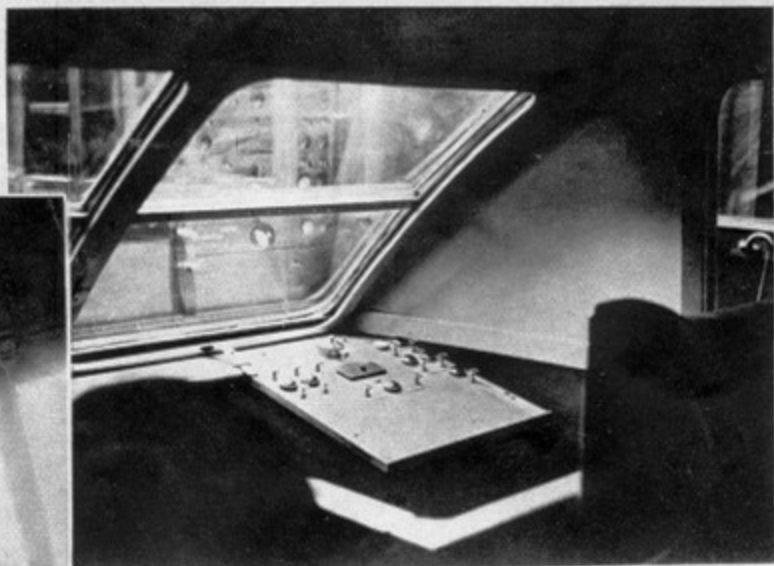


FIG. 10.



CI-DESSUS, POSTE D'OBSERVATION DU CHEF DE TRAIN
(A CHAQUE EXTRÉMITÉ DE L'AUTORAIL).

Les quatre moteurs sont disposés les uns à côté des autres sous le plancher mobile du compartiment, au niveau des longerons. Ce sont des moteurs Bugatti à explosion (fig. 8), type Royal, à huit cylindres en ligne, de 125 mm d'alésage et 130 mm de course, développant une puissance de 200 ch à la vitesse de 2 000 tours par minute (120 km/h).

Actuellement, le combustible utilisé est un mélange de 55% d'essence, 30% de benzol et 15% d'alcool. Il est emmagasiné dans quatre réservoirs cylindriques de 285 l (un affecté à chaque moteur) à double enveloppe métallique, avec revêtement intermédiaire élastique. Ces réservoirs sont montés dans l'épaisseur du châssis entre les moteurs et les bogies ; ils sont ainsi particulièrement bien protégés contre les chocs.

Chaque moteur attaque un des deux arbres de transmission longitudinaux (fig. 6) par l'intermédiaire d'un embrayage hydraulique automatique et d'une boîte de changement de marche. Ces arbres sont reliés aux essieux moteurs du bogie correspondant par les arbres à cardan dont il a été question plus haut. Il n'y a pas de boîtes de changement de vitesse et les moteurs fonctionnent constamment en prise directe.

Quatre radiateurs de refroidissement sont disposés sur la face latérale du poste de commande (fig. 9), au droit de chaque moteur. La circulation d'air est assurée par des volets réglables et des ventilateurs commandés par le moteur.

L'arbre de transmission entraîne par courroies les génératrices de charge de la batterie d'accumulateurs, un compresseur d'air et l'appareil Flaman. Un deuxième compresseur d'air est actionné par un moteur électrique.

Les circuits d'éclairage et de signalisation sont alimentés par une batterie alcaline de 218 Ah.

Le conducteur se tient dans le kiosque, dont la hauteur est suffisante pour assurer une bonne visibilité de la voie, même lorsque le couplage circule remorque en avant.

Le poste de commande comporte des tableaux (fig. 10) sur lesquels sont disposés les appareils de contrôle des moteurs et de l'équipement (manomètres, thermomètres, tachymètres, etc...) ainsi que divers appareils auxiliaires de commande (interrupteurs d'éclairage et de signalisation, boutons de lancement et d'arrêt des moteurs, etc...).

Le conducteur a également à sa disposition les quatre leviers d'accélération (commande des carburateurs des



FIG. 11.

moteurs), les robinets du frein et des sablières et la manivelle de frein à main.

La conduite de l'autorail est particulièrement aisée puisque le démarrage, puis le réglage de la vitesse en pleine marche, s'effectuent en agissant exclusivement sur les leviers d'accélération. Les embrayages hydrauliques, système Daimler-Fottinger, fonctionnent automatiquement.

Il importe de remarquer que, les quatre groupes moteurs étant entièrement distincts, une avarie survenant à l'un d'entre eux n'a pas de graves conséquences pour le fonctionnement de l'autorail, qui peut continuer sa route.

Freins.

L'autorail est pourvu de freins à tambours montés sur toutes les roues. Les mâchoires des freins des seize roues d'une voiture sont actionnées par des câbles en acier reliés par des palonniers équilibrateurs (fig. 12) au piston d'un cylindre de frein (1). Les freins sont commandés à l'air comprimé, soit par le robinet de frein direct dont dispose le conducteur, soit en produisant une dépression d'air dans la conduite générale (rupture d'attelage, mise en action du signal d'alarme).

Essais et mise en service.

Le premier couplage, reçu au mois de mai dernier, a été soumis à de nombreux essais systématiques et, notamment, à des essais de vitesse sur les lignes de Melun à Montereau par Moret et par Héricy.

La ligne d'Héricy, qui présente plusieurs courbes de 500 m de rayon seulement et où la vitesse de train est limitée à 95 km/h, a été parcourue à 140 km/h de bout en bout dans de très bonnes conditions de stabilité. En service courant, la vitesse a été fixée, pour cette ligne, à 120 km/h.

Sur la ligne de Moret, dont le rayon minimum des courbes atteint 1 000 m, la vitesse de 155 km/h a été réalisée sans aucune difficulté. Elle aurait certainement pu être largement dépassée en munissant la transmission de l'autorail d'une démultiplication appropriée à cette performance (2), mais qui serait moins avantageuse en service courant.

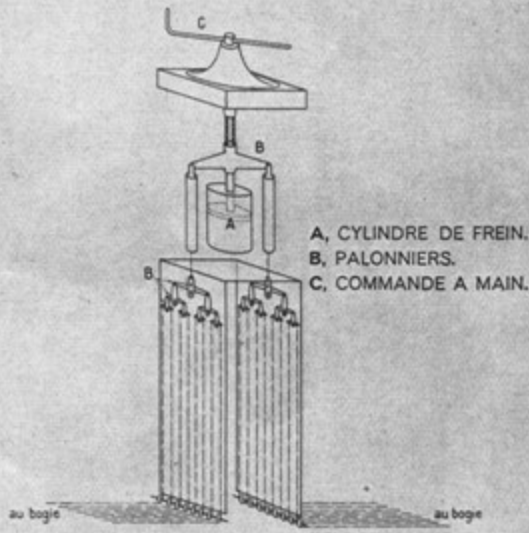


FIG. 12.

A la suite de ces essais, la vitesse maximum de l'autorail a été fixée à 150 km/h sur la majeure partie de la ligne de Paris à Lyon et à 140 km/h sur celle de Paris à Clermont-Ferrand. A ces vitesses il est possible, grâce à l'efficacité des freins, de s'arrêter sur des distances notablement inférieures aux distances de couverture. C'est ainsi qu'à 150 km/h en pente de 8 mm par mètre, l'arrêt est obtenu sur 950 m.

Le trajet Clermont-Paris est réalisé en service normal en 260 mn (y compris 7 arrêts totalisant 8 mn), ce qui fait ressortir une vitesse commerciale de 98,5 km/h, alors que celle-ci ne dépasse pas 79 km/h avec le train le plus accéléré (1004).

Sur la ligne de Paris à Lyon, qui pourra être desservie par autorails Bugatti dès que les trois couplages seront livrés, la vitesse commerciale atteindra 109,5 km/h.

(1) Il y a un cylindre de frein dans la motrice et un autre dans la remorque.

(2) Avec un autorail Bugatti de 800 ch à deux bogies appartenant au Réseau de l'Etat et essayé sur cette même ligne en novembre 1933, la vitesse de 175 km/h a été soutenue.

