



VOITURES  
METALLIQUES

# VOITURES METALLIQUES

La **sécurité des voyageurs**  
nécessite le remplacement  
des anciens véhicules avec  
caisses en bois par des  
**voitures métalliques.**



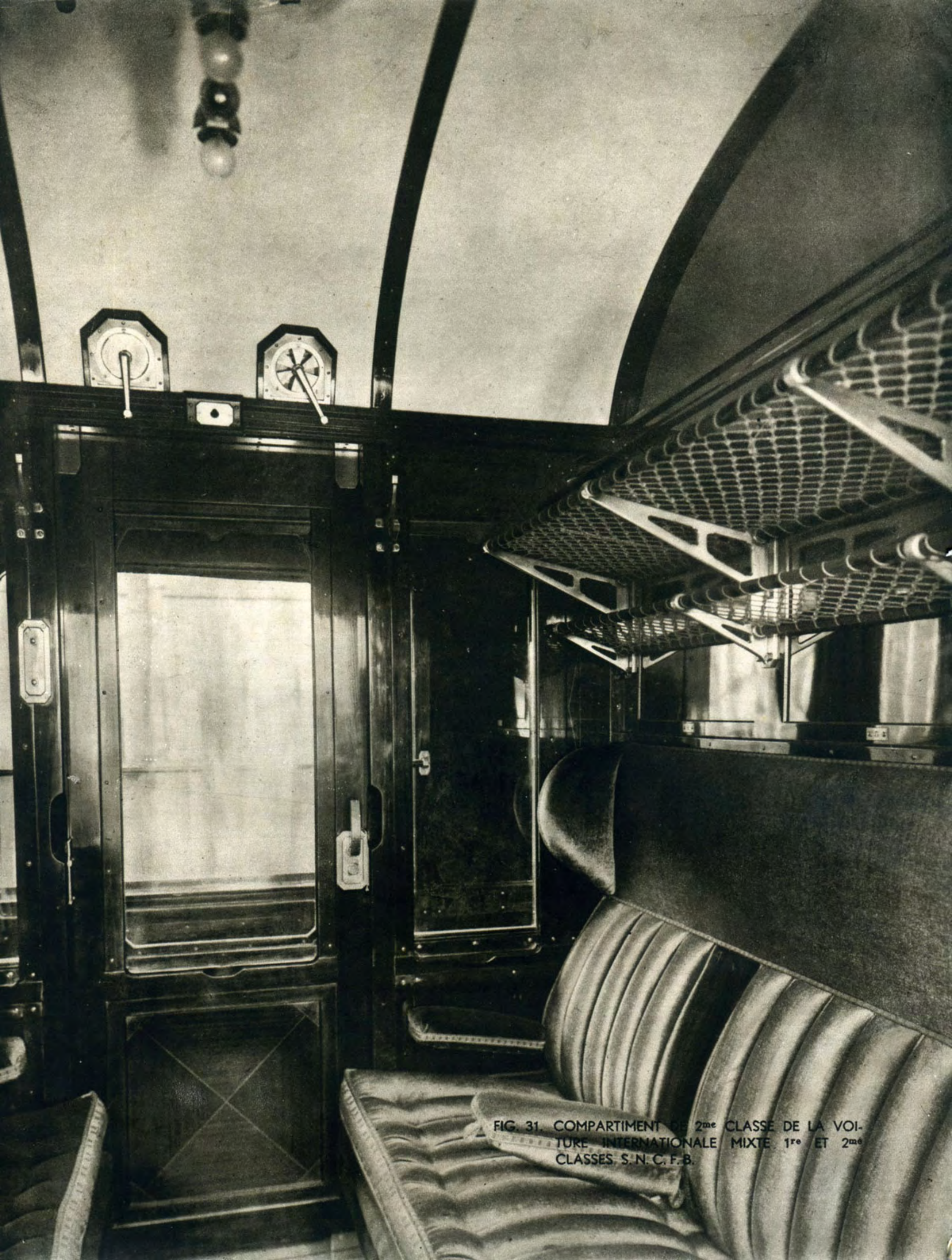


FIG. 31. COMPARTIMENT DE 2<sup>me</sup> CLASSE DE LA VOI-  
TURE INTERNATIONALE MIXTE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup>  
CLASSES S. N. C. F. B.

# S O M M A I R E

## 1<sup>re</sup> PARTIE :

### **LE PROBLÈME DE LA VOITURE MÉTALLIQUE**

- 1° Sécurité par l'emploi du métal.
- 2° Exécution des voitures métalliques au point de vue résistance.
- 3° Voitures en bois et voitures métalliques en cas d'accidents.
- 4° Confort de la voiture métallique.
- 5° Tare des voitures métalliques.
- 6° Durée et entretien des voitures métalliques.

## 2<sup>me</sup> PARTIE :

### **L'EMPLOI DE VOITURES MÉTALLIQUES PAR LA SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES**

- 1° Considérations générales.
- 2° Détails de construction du matériel roulant moderne, destiné au service des voyageurs.
- 3° Quelques voitures métalliques de la S. N. des Chemins de Fer Belges.





La sécurité des voyageurs qui doit être la plus complète possible est résolue par la **voiture métallique** tant dans les cas de déraillements que de collisions.

# P R E L I M I N A I R E S

Le but de notre étude est l'examen de l'opportunité du remplacement de l'ancien matériel destiné au transport des voyageurs, roulant sur les lignes belges, par un matériel moderne présentant les garanties de sécurité et les améliorations résultant des progrès de la technique moderne.

A l'avantage primordial de la sécurité, qui seul justifierait l'acquisition de **voitures entièrement métalliques**, vient s'ajouter une **augmentation de confort**, et enfin une **diminution des frais d'exploitation** due à une réduction du coût de l'entretien et à une durée plus longue des véhicules. Tout d'abord la sécurité du voyageur doit faire l'objet des préoccupations constantes des réseaux. La tendance générale est à l'augmentation de vitesse des trains. Les vitesses de 120 km. à l'heure sont considérées comme normales pour les trains rapides. On envisage des vitesses de 130 et 140 km. et il est question de rechercher des vitesses de transport encore plus considérables.



Un accident qui fait époque dans les annales des sinistres ferroviaires, vient de se produire en France. Plus de 200 tués, tel est le bilan tragique de cette catastrophe.

**Les voitures avec caisses en bois, d'un train à l'arrêt ont éclaté** sous la poussée du train tamponneur, ne comportant que du matériel moderne.

Est-ce à dire que si ce train avait également été composé de voitures métalliques, tout accident de personnes eut été évité? Sans pouvoir admettre cette conclusion extrême, nous sommes cependant persuadés que le nombre de victimes eut été beaucoup moindre. Il faut d'ailleurs ajouter qu'un concours de circonstances particulièrement défavorables a occasionné une collision dans des conditions qui ne se produisent que d'une façon tout à fait exceptionnelle. Et cependant combien d'accidents survenus dans des cas malheureusement courants, ayant pour conséquences la mort ou des blessures graves de voyageurs, peuvent être attribués uniquement à l'emploi de l'ancien matériel avec caisses en bois.

Le problème de la substitution des voitures métalliques aux voitures en bois, fait d'ailleurs depuis quelques années, l'objet de l'examen constant de tous les réseaux du monde.

Au congrès international des chemins de fer de Rome **en 1922** Monsieur BIARD, ingénieur en chef honoraire de la Compagnie des Chemins de Fer de l'Est et rapporteur de la section ayant trait au matériel à voyageurs, concluait :

1) à **l'adoption de voitures longues et lourdes**, se comportant beaucoup mieux en cas d'accidents que les voitures courtes et légères;

2) à **un mode d'implantation beaucoup plus robuste** des caisses sur le châssis de façon à atténuer les désordres causés par les déraillements;

3) à **la substitution du métal au bois** dans la mesure du possible de façon à éviter à la fois le danger souvent mortel, pour les voyageurs, des éclats de bois en cas d'accident et en même temps à **supprimer les risques d'incendie** se produisant souvent après les collisions.

Le congrès de Madrid **en 1930**, recommande d'une façon formelle l'adoption de la voiture entièrement métallique suffisamment justifiée par les conditions de sécurité. Enfin **en 1933**, le Congrès International du Caire, confirme et complète les conclusions du congrès de Madrid.

Nous croyons intéressant de citer les conclusions textuelles du Congrès du Caire, en faisant remarquer qu'à cette importante réunion, assistaient les délégués de tous les États et les représentants de presque toutes les Administrations ou Compagnies de Chemins de Fer du monde entier.



# CONCLUSIONS

DU CONGRES INTERNATIONAL DU CAIRE 1933

1

- « Les résultats favorables obtenus dans les trois dernières années avec les  
» voitures métalliques confirment les conclusions énoncées déjà dans la réunion de  
» Madrid qui signale les avantages particuliers suivants :

UNE PLUS GRANDE SECURITE EN CAS D'ACCIDENT.  
LA TARE AVANTAGEUSE DES VEHICULES.  
LA POSSIBILITE DE CONSTRUIRE EN GRANDES SERIES.  
ET L'EFFET HEUREUX DE L'AMENAGEMENT INTERIEUR.

2

- » Les résultats obtenus jusqu'à présent paraissent en outre ouvrir des perspectives favorables pour la **durée d'existence** des véhicules, pour la **réduction des frais d'entretien et pour l'amortissement de la dépense d'établissement.**

- » Ils justifient donc notamment dans les pays où les conditions sont favorables pour l'emploi des voitures métalliques, la prévision que la construction métallique fera ses preuves et procurera des avantages économiques.

3

- » Le mode de construction qui consiste à **faire concourir la caisse du véhicule à la résistance** aux efforts qui prennent naissance et à réaliser par ce moyen des **allègements de poids**, a continué à donner satisfaction. Aussi est-il employé presque exclusivement dans la construction entièrement métallique.

- » L'expérience a montré qu'il est nécessaire d'apporter une attention spéciale à la construction des extrémités des voitures, afin qu'en cas de choc, elles offrent le plus de résistance possible.

4

- » Grâce à l'emploi d'**aciers de construction de première qualité** et au remplacement des rivures par la **soudure**, on peut réaliser des **économies de poids** notables, par rapport aux voitures en bois et aux voitures en acier, rivées.

5

- » Les **métaux et alliages légers** peuvent également donner des **réductions de poids sensibles** et par suite offrir des avantages pour certains éléments de construction dans des conditions déterminées malgré leur prix élevé.



VOITURES MÉTALLIQUES

A black and white photograph showing the interior of a train corridor. The view is from one end of the car looking down the length of it. On the left side, there are rows of seats with windows. On the right side, there are more seats and a handrail. The ceiling has several circular light fixtures. The overall atmosphere is that of a classic, functional train interior.

**1<sup>er</sup> PARTIE**

# LE PROBLEME DE LA VOITURE METALLIQUE

FIG. 37. VOITURE MIXTE DE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES DE 22 METRES S. N. C. F. B. — VUE INTERIEURE DU COULOIR.



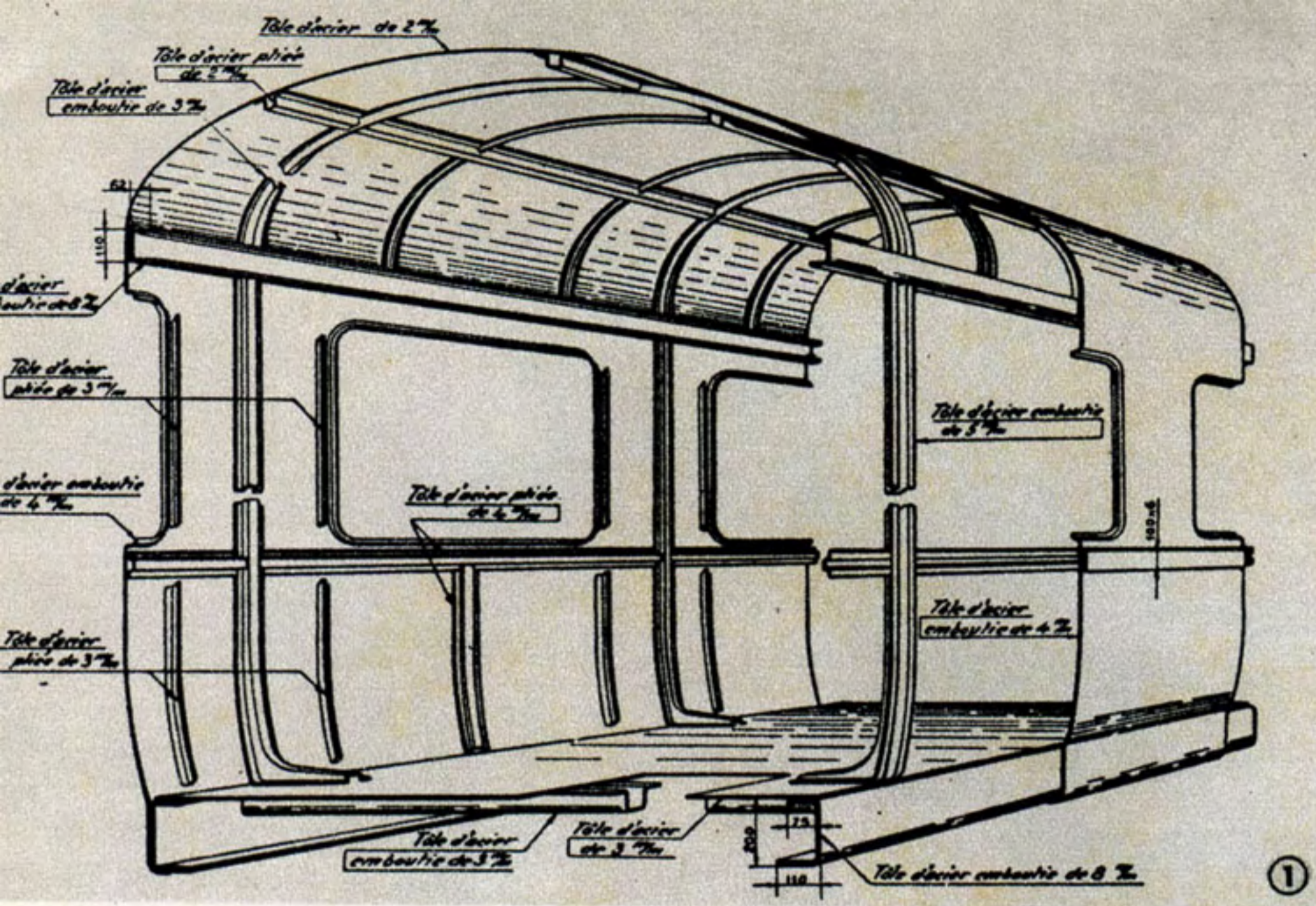


FIG. 1. CHEMIN DE FER DE L'ETAT FRANÇAIS. VOITURES MÉTALLIQUES DE GRANDES LIGNES. CHARPENTE.

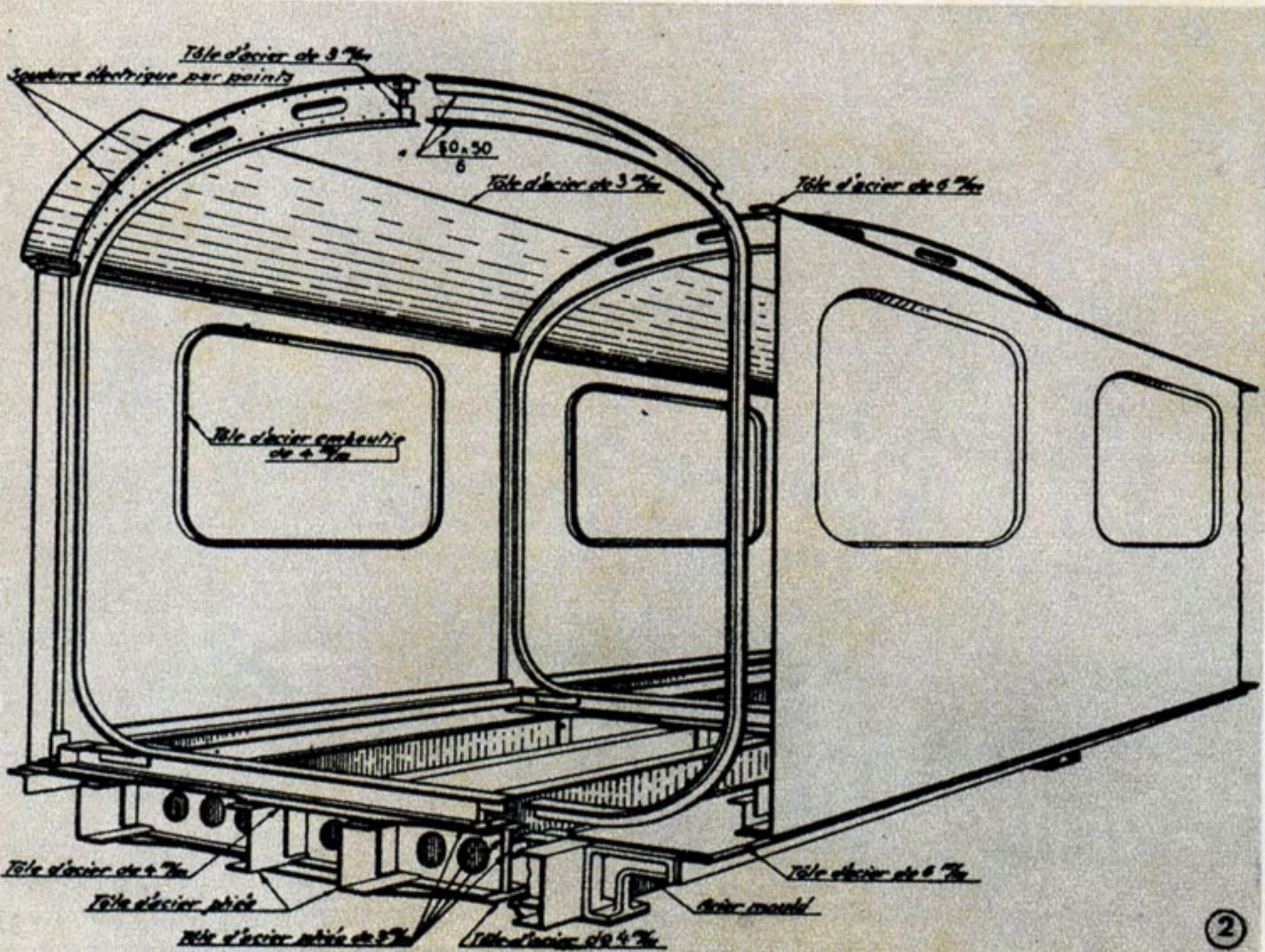
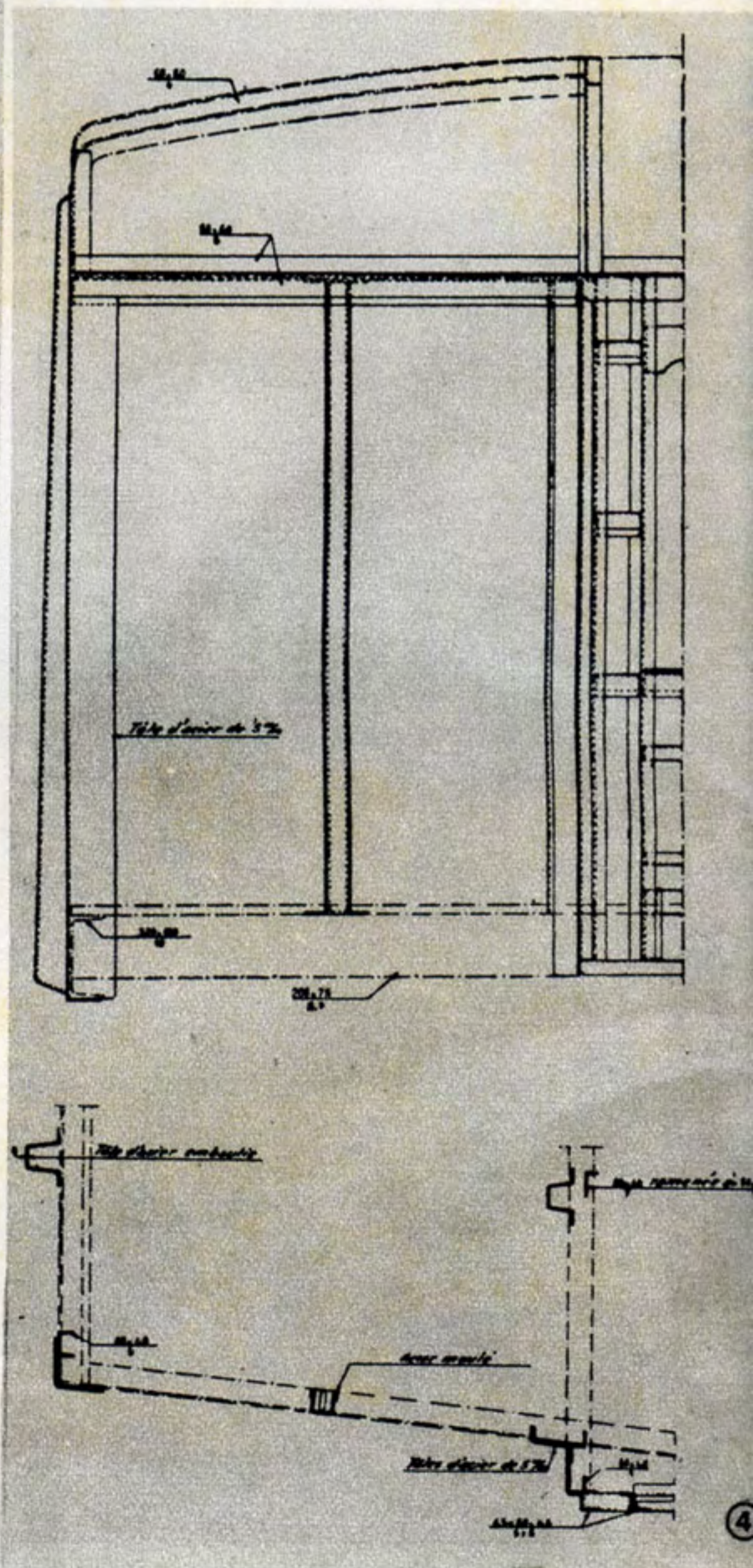


FIG. 2. CHEMIN DE FER DU NORD FRANÇAIS. VOITURES MÉTALLIQUES DE BANLIEUE. CHARPENTE.

FIG. 4. CHARPENTE DE LA CAISSE ELEVATION ET COUPE HORIZONTALE DES PAROIS DE BOUT.



La résistance des voitures métalliques peut être obtenue par l'adoption de divers types de construction. C'est le type à ossature combiné avec le compartiment tampon, systèmes adoptés par la S. N. des Chemins de Fer Belges qui présente le maximum de Sécurité.



# SECURITE PAR L'EMPLOI DU METAL

La sécurité du voyageur doit être aussi complète et aussi parfaite que cela est humainement possible. Le problème de la sécurité n'admet pas de degrés dans sa réalisation. On peut discuter la question du confort qui, entièrement subjective, peut varier dans de larges limites et qui dépend des desiderata des voyageurs, des distances à parcourir et d'autres considérations encore.

La sécurité à elle seule peut imposer des dépenses que d'autres considérations ne suffiraient pas à justifier.

C'est d'ailleurs sur la sécurité que les conclusions de tous les rapporteurs des divers congrès de Chemins de Fer insistent tout d'abord. C'est donc par l'étude de cette question que nous commençons notre examen de l'emploi des voitures métalliques.

On peut envisager la sécurité à différents points de vue :

- 1) la sécurité en ordre de marche ;
- 2) la sécurité contre les accidents individuels ;
- 3) la sécurité en cas d'accident ;

**La sécurité en ordre de marche** consiste en ce que, à toutes les vitesses et dans les conditions normales d'exploitation, les voitures présentent toutes les garanties désirables pour assurer leur propre stabilité et celle des voitures auxquelles elles sont attelées. Elle dépend du mode et du dispositif de suspension, du tamponnement, du freinage, des charges par essieu, etc. Elle peut être assurée tant par du matériel avec caisses en bois que par du matériel métallique. **La sécurité contre les accidents individuels** provenant de l'imprudence des voyageurs, d'attentats, etc., est également indépendante de la nature du matériel. Elle implique l'emploi de matériaux et dispositifs spéciaux, par exemple, glaces en Sécurité, signaux d'alarme, etc.

**C'est la sécurité du voyageur en cas d'accidents qu'il faut surtout envisager** en raison de leur gravité et du nombre de victimes que souvent ils occasionnent.

On peut diviser les accidents en 2 catégories :

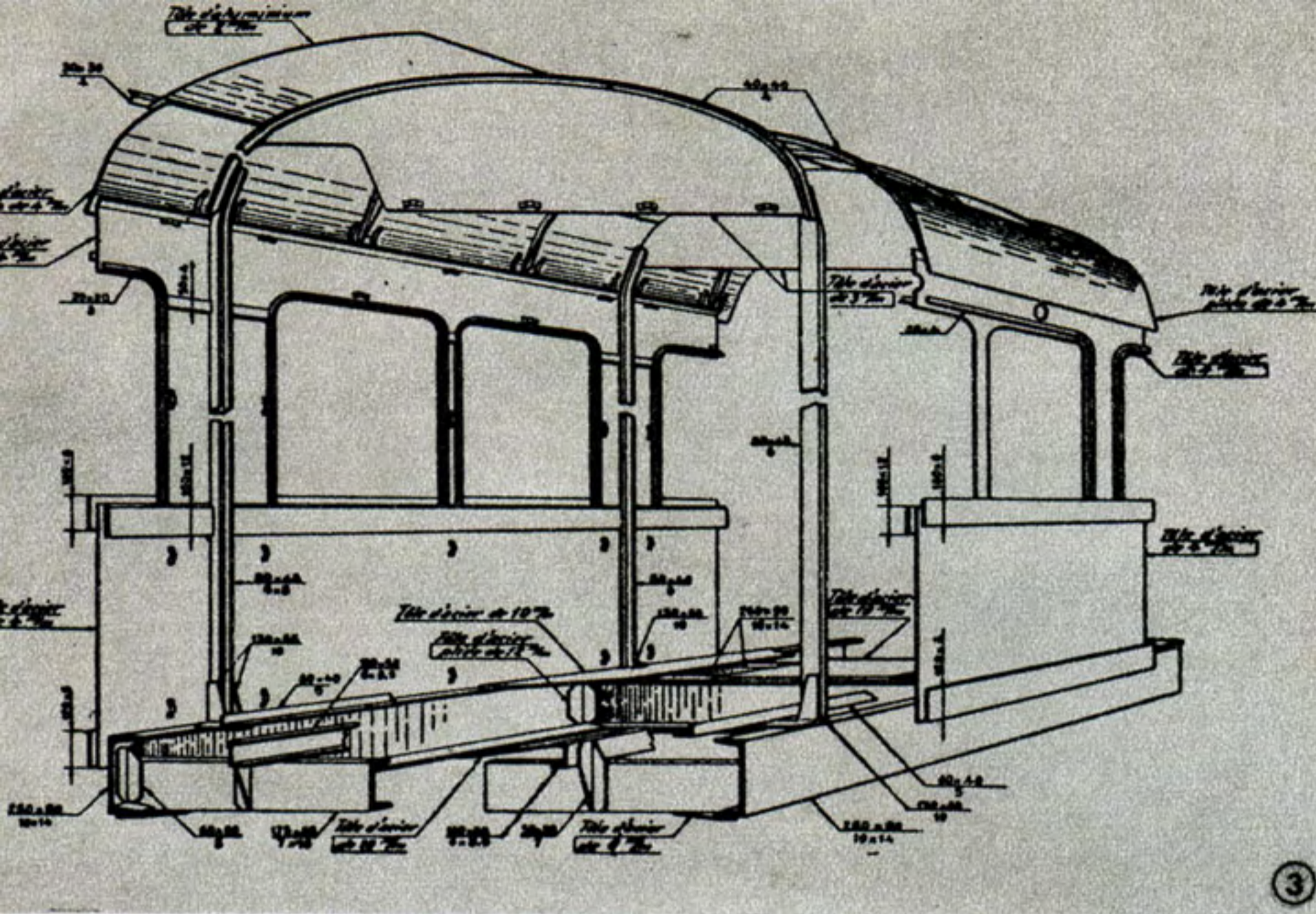
- a) les déraillements ;
- b) les collisions.

Les déraillements sont beaucoup plus nombreux que les collisions, mais celles-ci sont beaucoup plus dangereuses et font beaucoup plus de victimes.

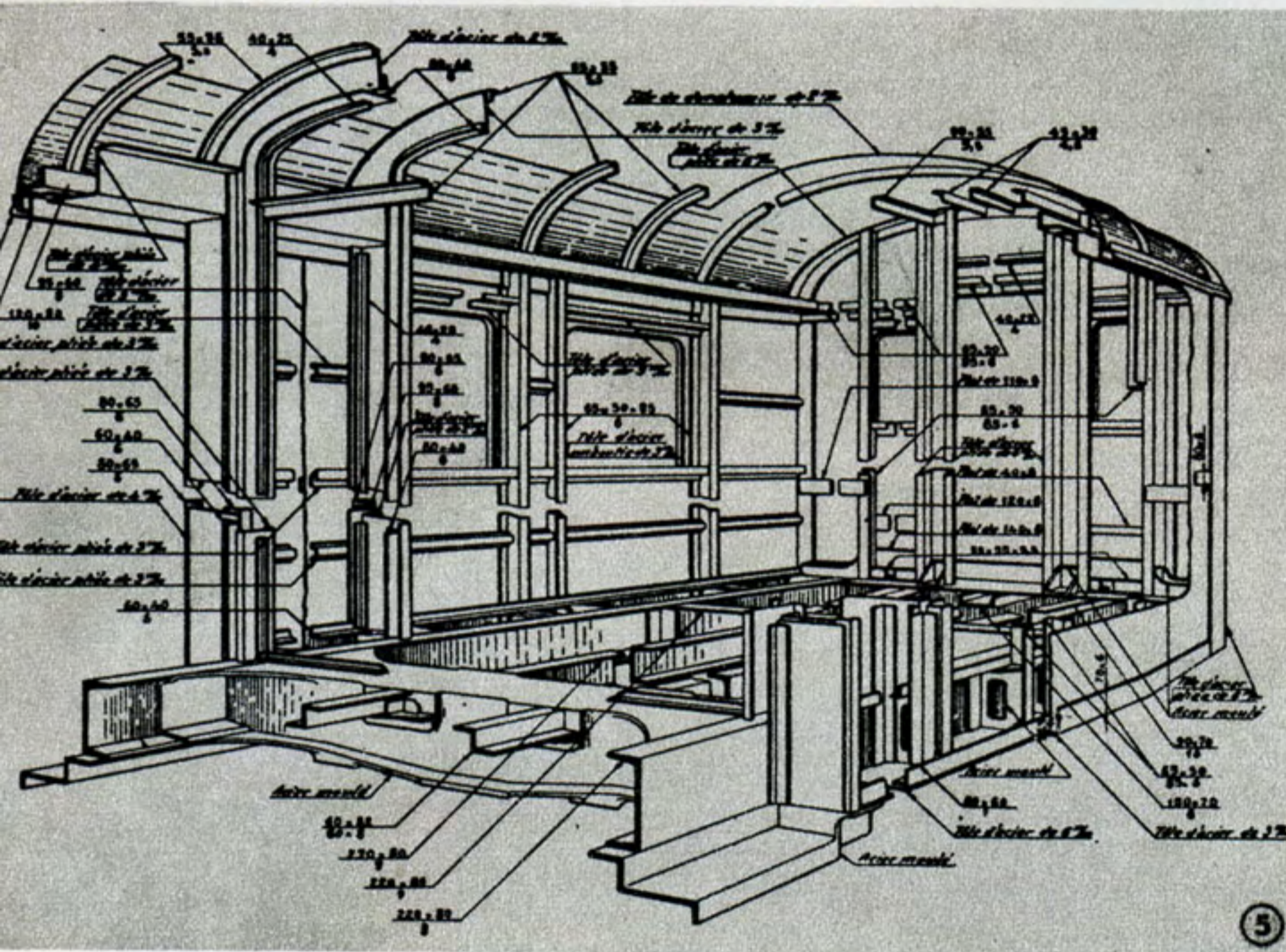
Examinons tout d'abord les **déraillements**.

Ce qui rend les déraillements moins graves que la collision, c'est que les voitures dépensent une grande partie de leurs forces vives à rouler sur le ballast et à se secouer entre elles avant le choc final et l'arrêt définitif. Ce fait constitue une circonstance heureuse, car il annule l'énergie cinétique du train avec un minimum de dommages pour le matériel et les voyageurs.

Le chemin relativement long qu'une partie du train peut parcourir sur le ballast permet l'absorption de l'énergie sans mettre en jeu des efforts capables de détruire d'une façon notable le matériel. On constate en général des ruptures de pièces accessoires, crochets de traction, chaînes d'attelage, buttoirs, ressorts, boîtes, quelquefois certaines parties des caisses sont entamées et déformées. Tout dépend cependant de la vitesse du train et des circonstances plus ou moins heureuses, déterminant le chemin qui pourra encore être parcouru après l'instant du déraillement.



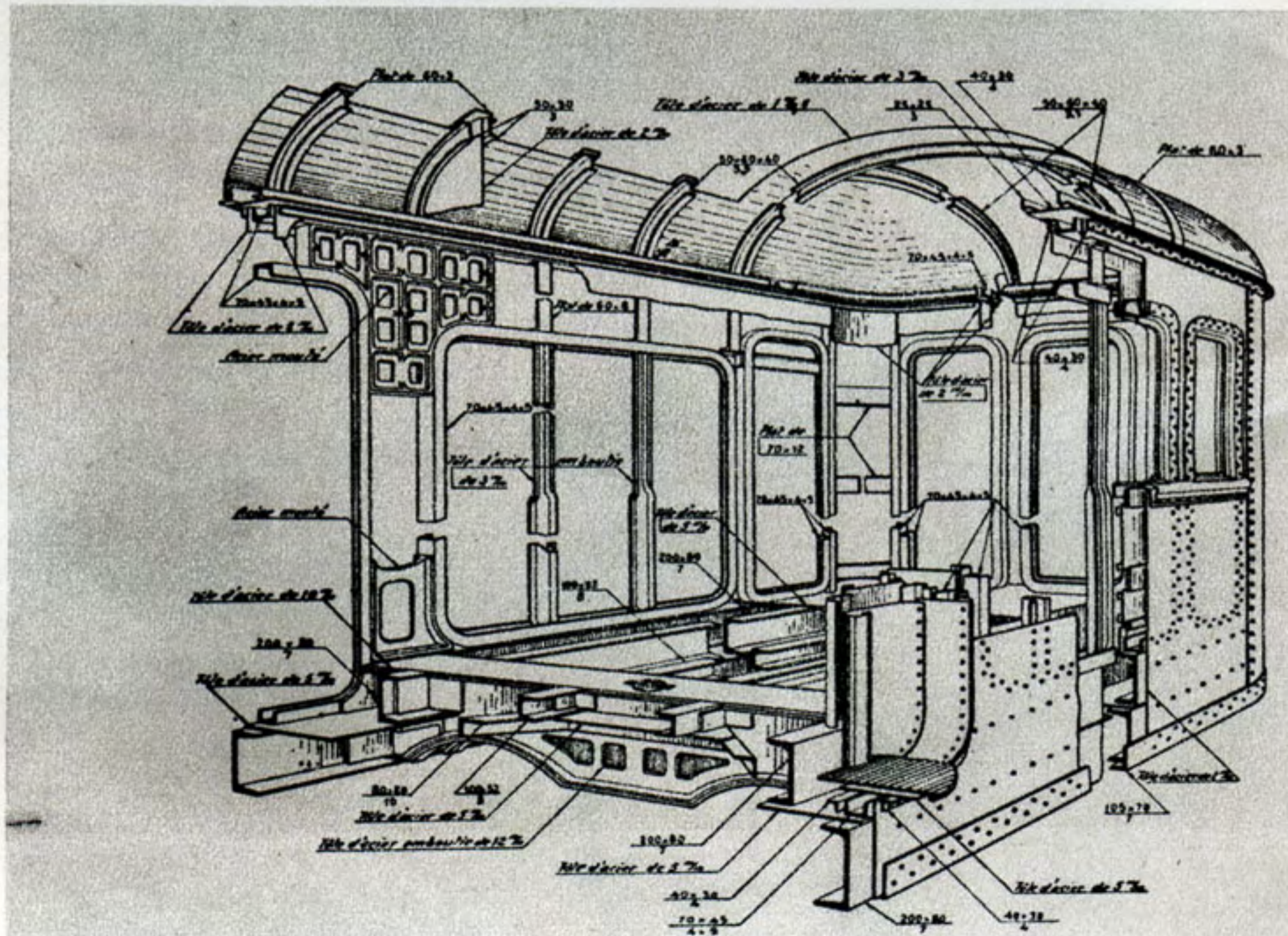
3



5

- FIG. 3. CHEMIN DE FER DE L'ETAT ITALIEN. VOITURES METALLIQUES POUR LIGNES PRINCIPALES. CHARPENTE.
- FIG. 5. CHEMIN DE FER DE L'ETAT FRANÇAIS. VOITURES METALLIQUES DE BANLIEUE. TYPE OCEM.
- FIG. 6. CHEMIN DE FER DE L'ETAT FRANÇAIS. VOITURES METALLIQUES DE BANLIEUE. TYPE ETAT.
- FIG. 7. CHEMIN DE FER DE L'ETAT FRANÇAIS. VOITURES METALLIQUES DE GRANDES LIGNES. TYPE OCEM. CHARPENTE.

La construction métallique des véhicules permet la réalisation de voitures incombustibles, plus spacieuses, irréprochables au point de vue du confort et de l'esthétique.



Trois cas graves peuvent cependant se présenter.

1) **Le renversement de la locomotive ou d'un ou de plusieurs véhicules.** Dans ce cas le restant du train peut être considéré comme entrant en collision avec l'obstacle qui s'est formé.

2) **Une dénivellation se produisant pour un motif quelconque entre deux voitures.** Le châssis d'un véhicule est alors projeté contre la caisse d'un autre véhicule.

3) **Le renversement d'un véhicule.** Nous considérons ici le renversement d'une voiture non au point de vue de l'obstacle créé au déplacement des voitures qui suivent, mais à son point de vue propre et au point de vue de la sécurité des voyageurs qu'elle contient.

Le premier cas rentre nettement dans la catégorie d'accidents par collision avec cette restriction qu'au début du déraillement certaines forces vives ont déjà été annulées et que les effets produits sont moins intenses que dans le cas de la rencontre de deux trains. Dans les deux autres cas la caisse est soumise à des efforts anormaux auxquels elle doit être capable de résister dans une mesure suffisante pour sauvegarder la vie des voyageurs.

Si nous envisageons maintenant le cas des **collisions**, les forces mises en jeu sont en général beaucoup plus considérables du fait que l'arrêt du train tamponneur se produit sur un espace beaucoup plus court que dans le cas du déraillement. Cet arrêt ne peut se produire très souvent que moyennant la destruction d'une partie du matériel ou, circonstance heureuse, par la projection hors de la voie d'un ou de plusieurs véhicules. Nous disons que cette circonstance est heureuse, car alors tout comme dans le cas du déraillement, une partie considérable de la force vive du train en mouvement est amortie par le ballast. La destruction ou la déformation du matériel amortit également une partie notable de cette force vive et plus les parties déformées sont résistantes moins les pénétrations pour une énergie cinétique donnée sont importantes. Tout comme dans le cas du déraillement, des dénivellations entre deux véhicules consécutifs sont à craindre. C'est d'ailleurs ce qui se produit presque toujours et alors un châssis entre en contact avec la caisse d'une voiture voisine. Jadis quand les caisses étaient en bois et que l'ensemble de celles-ci ne présentait pas une résistance suffisante lors d'une collision grave ou même d'un déraillement deux cas pouvaient se présenter :

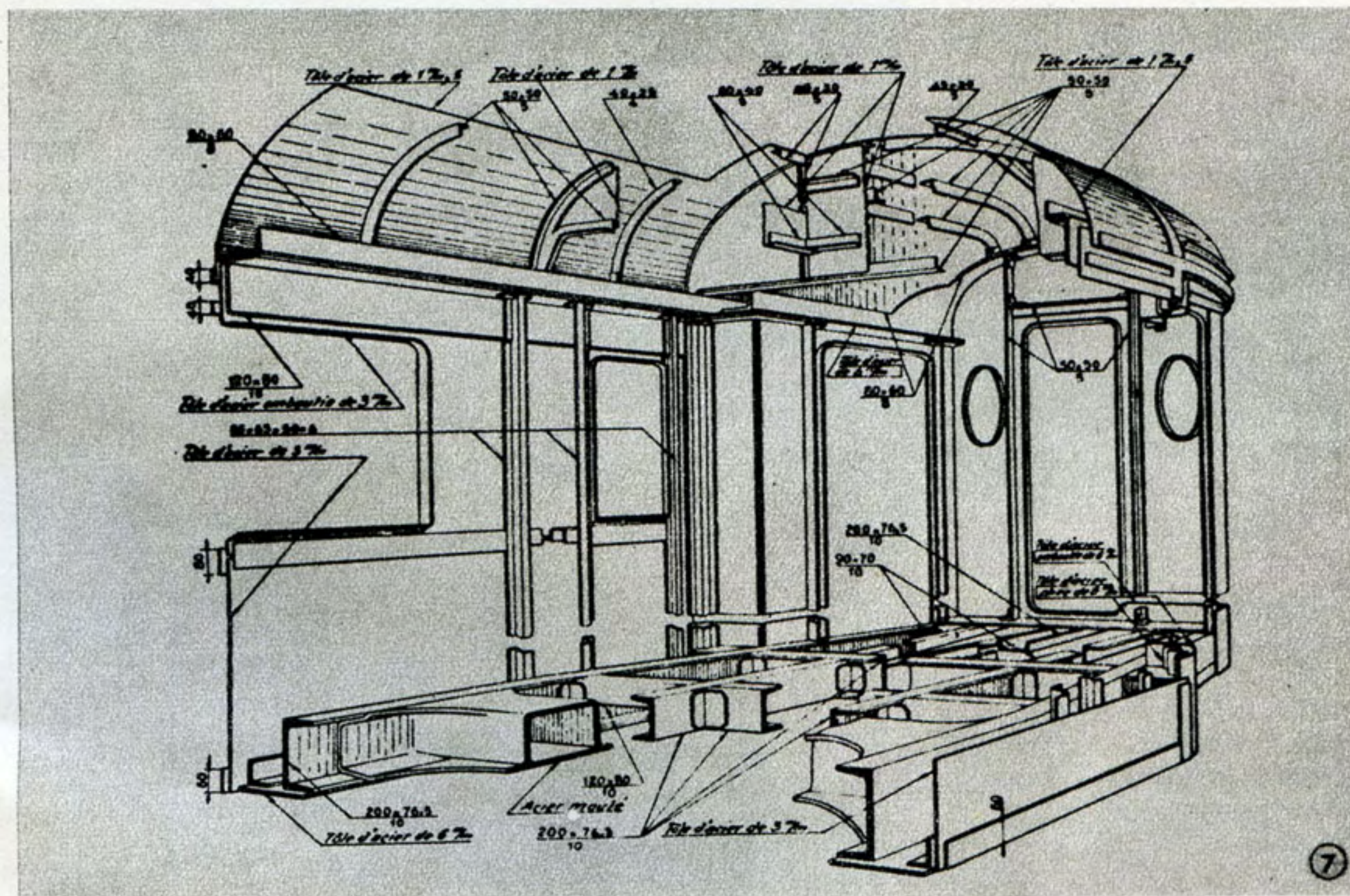




FIG. 8. TROIS VOITURES EN BOIS APRES DERAILLEMENT A 60 KM. A L'HEURE LE CHASSIS DU SECOND WAGON A LITTERALEMENT ECRASE LA CAISSE DE LA PREMIERE VOITURE. (CLICHE « ILLUSTRATION ».)

FIG. 9. ACCIDENT DE OERLIKON (SUISSE). MATERIEL EN BOIS. (PHOTO « ACTUALIT ».)

FIG. 10. ACCIDENT DE PRATTELN (SUISSE). MATERIEL EN BOIS. (PHOTO « ACTUALIT ».)



Les photographies d'accidents prouvent que les anciennes voitures ne présentent aucune garantie de sécurité.

Les voitures métalliques assurent un maximum de sécurité.

a) le choc de deux châssis consécutifs. Dans ce cas il ne se produisait pas d'accident grave et en général les voitures étaient projetées hors de la voie. Dans certaines limites les châssis pouvaient être considérés comme indestructibles.

b) le châssis d'une voiture montait sur celui de la voiture précédente. C'était le cas le plus fréquent. Le châssis tamponneur pénétrait entre les faces latérales de la voiture tamponnée et les rejetait de côté en détruisant la caisse. En général le point d'impact ne dépassait pas de 0,30 m. le niveau du plancher de la voiture tamponnée. C'était le cas du **télescopage** qui fit tant de victimes dans les accidents de chemin de fer.

On peut considérer que la résistance des caisses en bois aux efforts que nous avons envisagés, est nulle. Si une voiture se renversait comme il arrivait dans des cas de déraillements sur talus, en général la caisse en bois ne présentant aucune résistance était détruite, tout au moins en partie, et souvent de graves accidents de personnes étaient à déplorer. Il faut encore ajouter qu'à l'extrême vulnérabilité des voitures en bois considérées dans leur ensemble s'ajoutait l'éventualité de la rupture d'éléments, se transformant en éclats de bois meurtriers pour les voyageurs.

Il fallait donc pour assurer la sécurité des voyageurs, réaliser des caisses résistantes formant pour ainsi dire corps avec le châssis et supprimer l'éclatement possible de parties constitutives en bois.

Or ceci n'était possible que par l'adoption de voitures entièrement métalliques à assemblages rigides et résistants. Dans les voitures métalliques on crée tout d'abord dans les caisses de longues lignes de résistance renforcées aux extrémités et chargées de transmettre la poussée sans déformation importante aux autres véhicules. On entretoise ensuite par des cadres raidisseurs ou parois transversales les longs-pans des voitures de façon à donner à celles-ci une résistance transversale suffisante pour s'opposer à une destruction complète en cas de renversement. Ces cadres empêchent également le flambage des longs-pans et s'opposent aux déformations importantes occasionnées par des chocs accidentels latéraux.

Enfin, une déformation partielle des véhicules est difficile à éviter. Mais, comme nous l'avons dit, elle présente l'avantage d'absorber une force vive très importante.

Comme les chocs se produisent en bout des véhicules, il est rationnel de prévoir aux extrémités des caisses des **compartiments tampons** ne pouvant se déformer que sous des efforts intenses. Ces compartiments ne sont pas occupés par des voyageurs. Ils sont constitués pour les voitures à couloirs par les plateformes d'extrémité. Dans les voitures à portières latérales un espace vide peut être prévu. Les prévisions de sécurité ont été entièrement confirmées et l'emploi des voitures métalliques a complètement changé la physionomie des collisions. Si une caisse reçoit un choc violent tout en restant sur la voie, les parties d'about sont déformées, **mais les parties contenant les voyageurs restent intactes**. Si la voiture reçoit un effort oblique, en général elle est projetée hors de la voie en subissant des déformations locales **n'occasionnant pas de dangers graves pour le voyageur**.

**La voiture métallique présente encore l'avantage d'être incombustible.**

Cet avantage est considérable, car dans des cas fréquents de collisions ou de déraillements, des incendies provoqués par des court-circuits ou d'autres causes quelconques consécutifs à ces accidents, détruisent le matériel avarié et constituent un danger grave pour le voyageur.

Dans les voitures métalliques, ce danger est entièrement évité et même dans celles où des revêtements intérieurs en bois sont utilisés, **le péril d'incendie est pratiquement éliminé du fait de l'indéformabilité des véhicules, annulant les chances d'inflammation et du peu d'importance des matériaux combustibles.**



FIG. 11. ASPECT DE LA LOCOMOTIVE DU TRAIN TAMPONNEUR DANS L'ACCIDENT DE LAGNY. — LES VOITURES EN BOIS SONT ENTIEREMENT DETRUITES. LES VOITURES METALLIQUES ONT RESISTE. (PHOTO « ACTUALIT ».)

FIG. 12. ACCIDENT DE LAGNY. — ASPECT DU TRAIN TAMPONNE (VOITURES EN BOIS). (PHOTO « ACTUALIT ».)

FIG. 13. ACCIDENT DE LAGNY. — ASPECT DU TRAIN TAMPONNE (VOITURES EN BOIS). (PHOTO « ACTUALIT ».)

# EXECUTION DES VOITURES METALLIQUES AU POINT DE VUE RESISTANCE

Nous n'envisageons pas ici le matériel muni de l'attelage central automatique qui comporte une poutre métallique centrale très forte, formant châssis, réunissant les plates formes d'extrémité et portant à gauche et à droite, des consoles latérales en porte à faux soutenant la caisse. Au début de la construction du matériel métallique en Europe, on vit naître des voitures dans lesquelles on remplaça uniquement l'ossature en bois de la caisse par du métal. Le principe consistait donc en la construction d'un châssis solide surmonté d'une caisse légère. Ce matériel très résistant en service courant permettait de subordonner entièrement l'aménagement de la caisse aux besoins et au confort du voyageur; il présentait l'inconvénient de peser lourd et puisque le châssis devait, à lui seul, résister à tous les efforts verticaux sans le secours de l'ossature de la caisse, on se préoccupait, dans une mesure insuffisante, de la sécurité des voyageurs.

Depuis ces débuts et actuellement d'une façon presque générale, les études se sont orientées vers le principe de la poutre métallique dans laquelle toutes les parties du véhicule concourent à la résistance de l'ensemble. Cette disposition permet de diminuer le poids du matériel, puisque les membrures de la caisse ont un rôle actif dans la tenue de la poutre et que l'on peut ainsi réduire considérablement le poids du châssis.

Par cette construction, on peut lors d'une collision, escompter **en cas de chevauchement de deux voitures, la suppression des effets désastreux que provoque la pénétration du châssis d'une voiture dans la caisse d'une voiture contiguë.** C'est le but qu'il s'agit d'atteindre au point de vue de la sécurité des voyageurs. Le problème du châssis considéré comme faisant un tout solidaire de la caisse a été traité différemment. Dans son rapport au congrès du Caire, M. Mariani, chef du service du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Etat Italien envisage trois types de construction :

1) **Le type « tubulaire »** dans lequel les parois latérales, le plancher et la toiture forment un ensemble unique et continu constituant une poutre tubulaire dont toute la paroi prend part dans la résistance aux efforts auxquels le véhicule est soumis, la poutre tubulaire est, en général, renforcée par des anneaux raidisseurs, transversaux mais elle manque d'une ossature proprement dite.

2) **Le type « à ossature »** dans lequel les efforts sont principalement supportés par des membrures déterminées qui forment une poutre à treillis horizontale très robuste — châssis du véhicule — et deux poutres à treillis (ou à arcades type Vierendeel) verticales reliées entre elles en haut par les courbes du pavillon et contreventées par les parois de tête et par des cloisons transversales intérieures. Dans ce type de construction, les tôles de revêtement des parois ont pour but d'assurer l'indéformabilité des assemblages et la rigidité en diagonale des parois mêmes, plutôt que d'intervenir dans la résistance aux efforts verticaux.

3) **Le type qu'on peut appeler mixte** dans lequel il y a encore une ossature ayant pour tâche d'assurer la transmission continue aux efforts mais dans lequel les tôles constituant le revêtement des parois latérales ou au moins une partie d'entre elles jouent un rôle essentiel même au moment de charges verticales.

M. Mariani classe dans la première catégorie les voitures des grandes lignes et les voitures de banlieue des chemins de fer de l'Etat (fig. 1), ainsi que les voitures de banlieue des chemins de fer du Nord Français (fig. 2). Pour le type mixte intermédiaire entre le type tubulaire et le type à ossature, il donne comme exemple une voiture des chemins de fer Italiens (fig. 3). Enfin les fig. 4, 5 et 6 donnent la constitution de types à ossature (voitures de 22 mètres de la Société Na-

FIG. 1.  
FIG. 2.  
FIG. 3.  
FIG. 4. 5. 6.



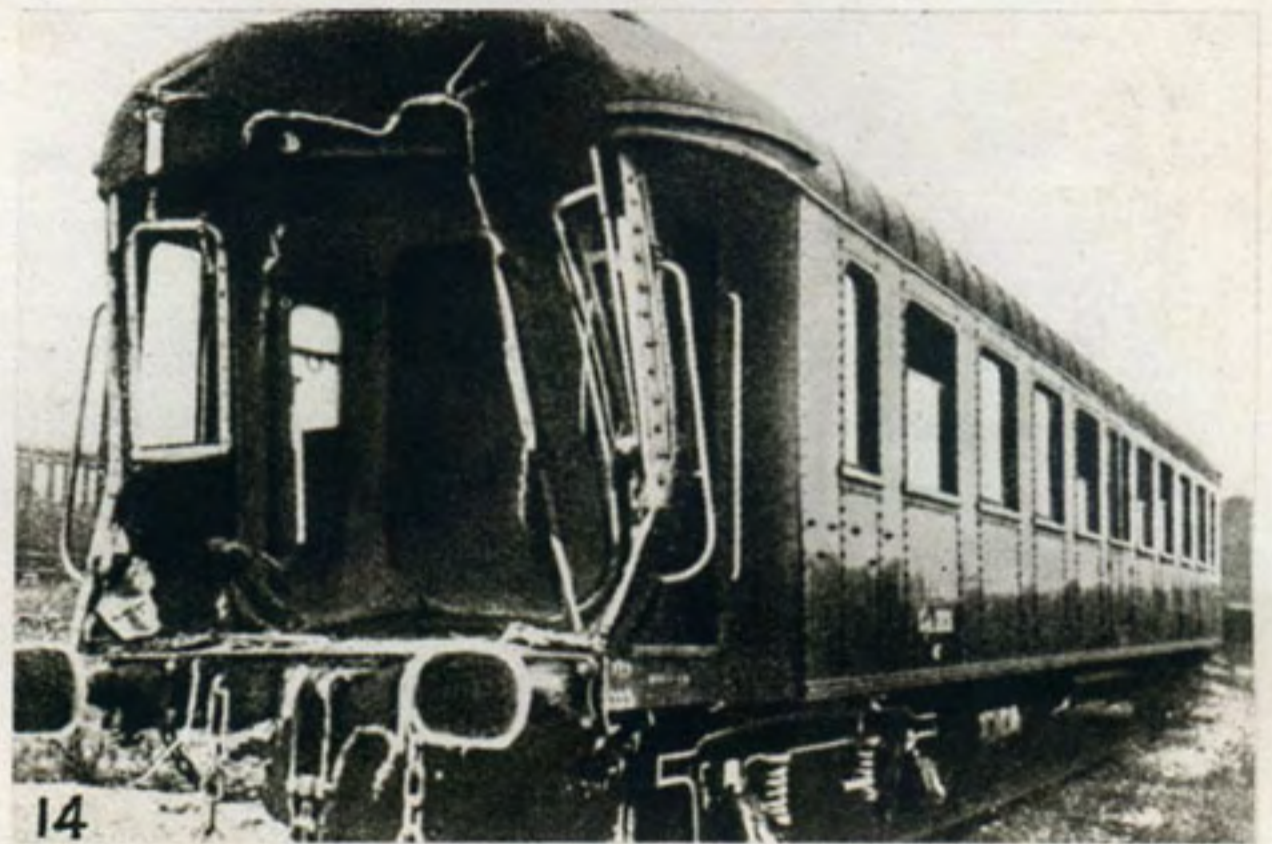
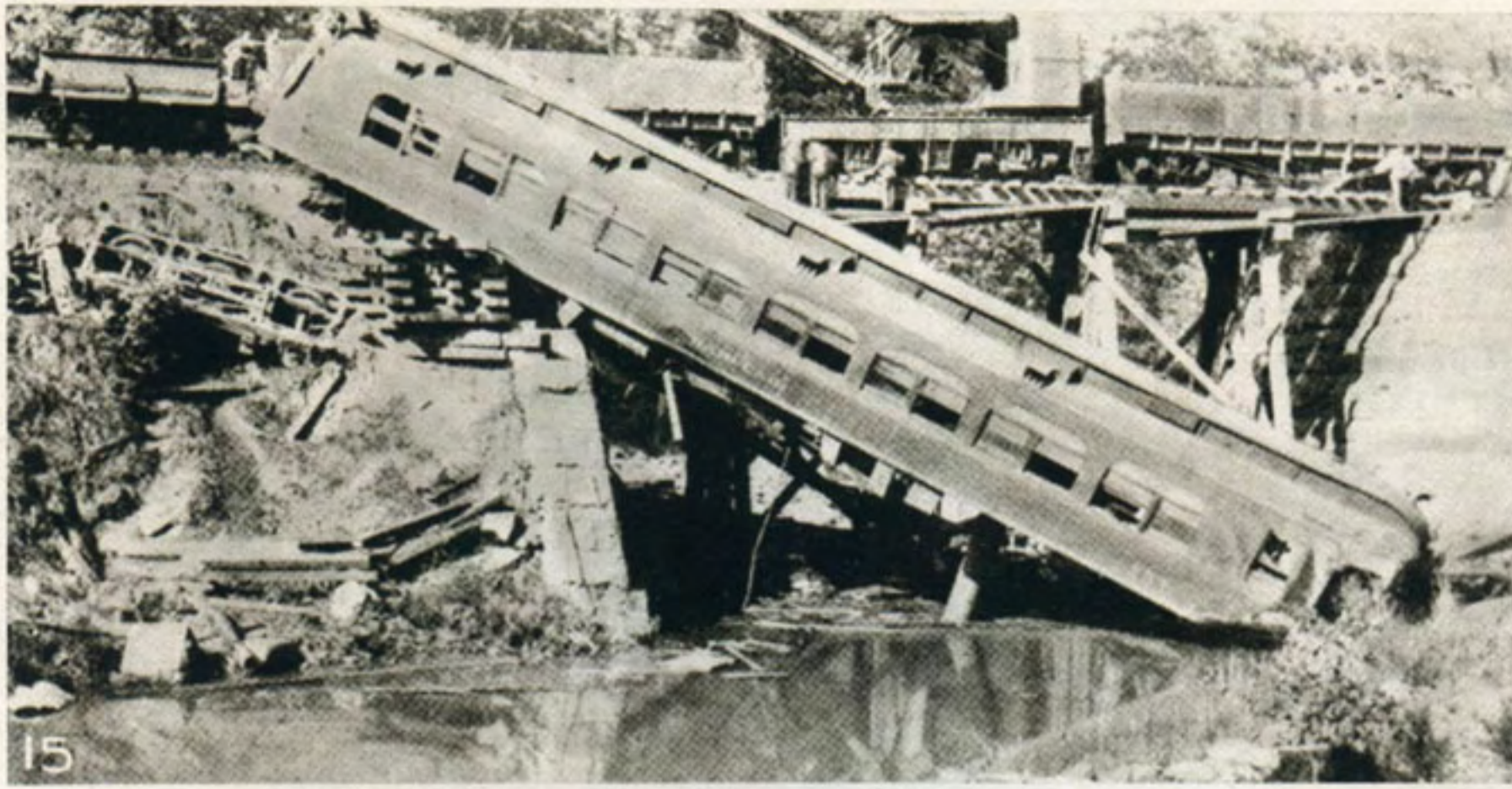


FIG. 14. UNE VOITURE METALLIQUE APRES UN TAMPONNEMENT A 60 KM. A L'HEURE (CLICHE « OSSATURE METALLIQUE ».)

FIG. 15. TAMPONNEMENT ET CHUTE D'UN WAGON METALLIQUE (ETATS-UNIS).

FIG. 16. TAMPONNEMENT ET CHUTE D'UN WAGON METALLIQUE (ETATS-UNIS).

tionale des Chemins de Fer Belges, voitures métalliques de banlieue de l'Etat Français type OCEM, ainsi que les voitures métalliques de banlieue Etat Français type Etat.) Nous ne nous occuperons pas ici des détails de construction, les dessins illustrant, à notre avis, d'une façon suffisamment claire la différence entre les conceptions de chaque catégorie de voiture.

Sans vouloir cependant critiquer l'un quelconque des systèmes décrits et figurés ci-dessus, il apparaît comme évident que le système à ossature présente le maximum de rigidité et surtout le maximum de résistance au point de vue des effets dus aux chocs, pouvant se produire dans le

sens longitudinal en cas de collision et surtout de chocs locaux qui sembleraient pouvoir défoncer les caisses de construction tubulaire et produire des flambages locaux de certaines parties. L'expérience seule pourra établir si le système tubulaire présente des garanties suffisantes de sécurité dans tous les cas possibles de sollicitations.

Si la caisse métallique par sa résistance même présente plus de résistance au choc que la caisse en bois, elle ne serait cependant pas capable de s'opposer efficacement à des efforts anormaux de grande intensité. Il faut donc compléter l'ensemble résistant du véhicule métallique par des compartiments tampons déformables, disposés à chaque extrémité.

Ces compartiments sont limités par deux cadres, l'un établi au droit de la paroi de tête, l'autre précédant immédiatement l'emplacement occupé par les voyageurs. Ces deux cadres sont soigneusement entretoisés. La paroi de tête peut s'infléchir sous des efforts intenses et se rabattre pour ainsi dire sur la seconde paroi qui doit s'opposer d'une façon rigide à toutes déformations plus importantes. L'établissement des divers éléments de résistance du compartiment de choc constitue un des problèmes les plus complexes de la voiture métallique. On peut se demander par exemple quelle doit être la résistance relative de la paroi de tête et de la deuxième paroi devant s'opposer d'une façon rigide à toute déformation importante.

Une autre question est la probabilité du point d'impact du choc. Il résulte de ce qui a été observé lors des télescopages entre véhicules avec caisses en bois que le châssis d'une voiture frappera la caisse de la voiture contiguë à faible hauteur au-dessus de son châssis propre. Mais dans le cas de la voiture métallique, la paroi d'extrémité offrant une résistance suffisante, la voiture tamponneuse tentera de se dresser contre la paroi tamponnée en développant un effort continu contre celle-ci, effort décroissant cependant, croyons-nous, avec la hauteur du point d'impact?

Le renforcement devra donc surtout intéresser la partie inférieure de la caisse, mais une fraction de l'effort devra se transmettre par le haut par les battants de pavillon qui, à notre avis devront également être largement dimensionnés.

Dans la recherche de la légèreté du matériel métallique, il importe cependant d'être prudent. Certes l'allègement du matériel est intéressant, mais la sécurité des voyageurs impose certains sacrifices et c'est ce qu'a fait la Société des Chemins de Fer Belges en sacrifiant plutôt la question de la tare à la résistance propre du véhicule. A l'appui de ce que nous venons d'exposer, il nous paraît intéressant de montrer encore la disposition d'ensemble de l'extrémité d'une voiture étudiée par l'OCEM (Office central d'étude de matériel de chemin de fer pour les réseaux français) (fig. 7). La structure des parois de tête de la caisse a été considérablement modifiée en adoptant pour celle-ci, dans les voitures les plus récentes, une grande tôle de 6 mm. d'épaisseur, rivée à la partie inférieure sur toute la hauteur de la traverse de tête du châssis et arc-boutée à la partie haute sur les extrémités du battant du pavillon spécialement renforcé. Les montants d'angle de la caisse qui forment à la fois les montants des portes d'accès, ont été renforcés en les constituant chacun de deux tôles pliées de 6 mm., assemblées par une rivure de façon à présenter une section tubulaire très résistante.

FIG. 7.

**Comme conclusion, l'examen des divers types de voitures métalliques et surtout, à notre avis, des types à ossature, montre le grand avantage des caisses métalliques sur les caisses en bois et les progrès qui ont été réalisés tant au point de vue de la résistance que de l'indéformabilité de celles-ci. Si l'on prévoit le dispositif du compartiment de choc, on peut escompter que dans la plus grande majorité des cas de collision les accidents graves et mortels aux voyageurs seront supprimés.**



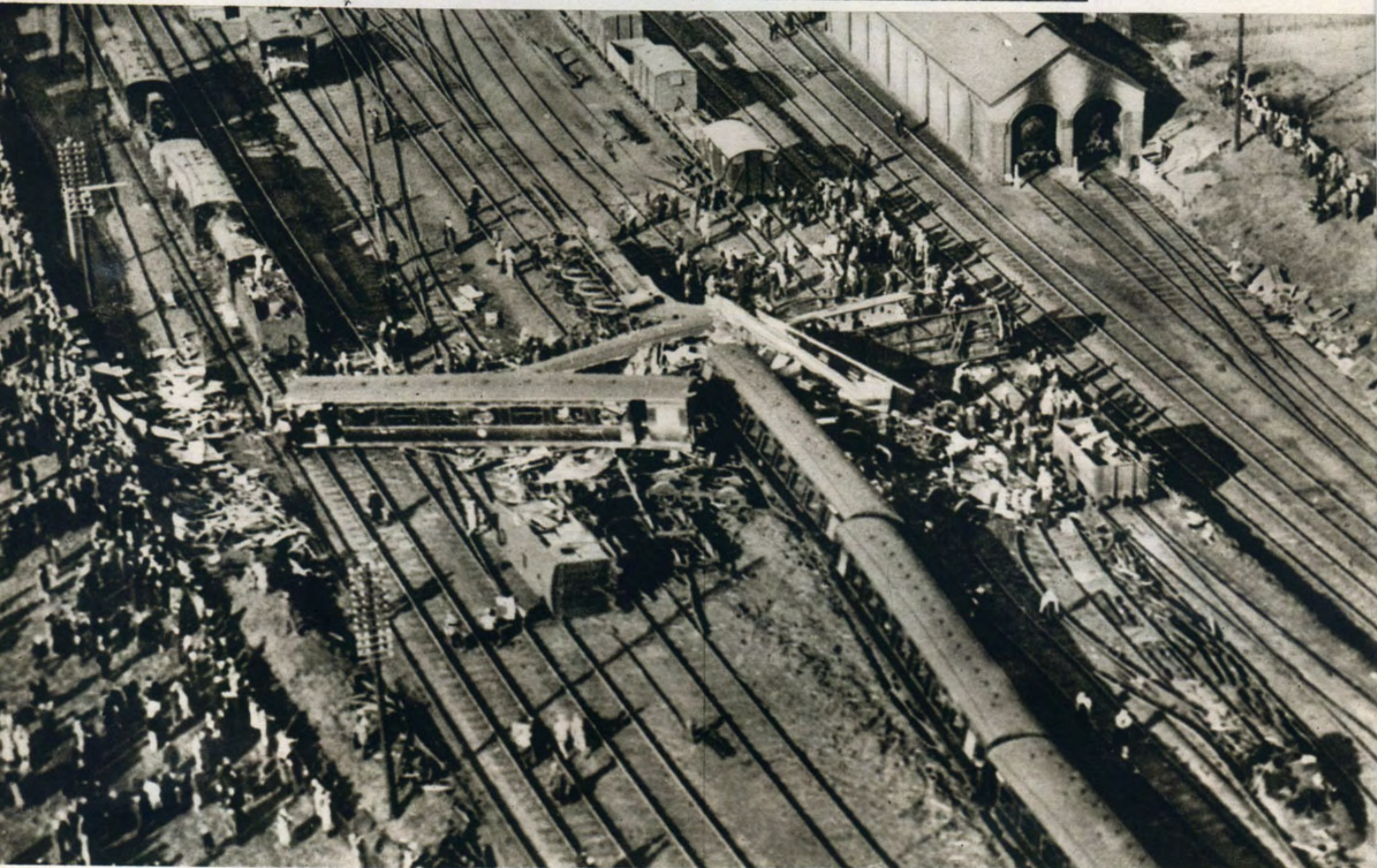
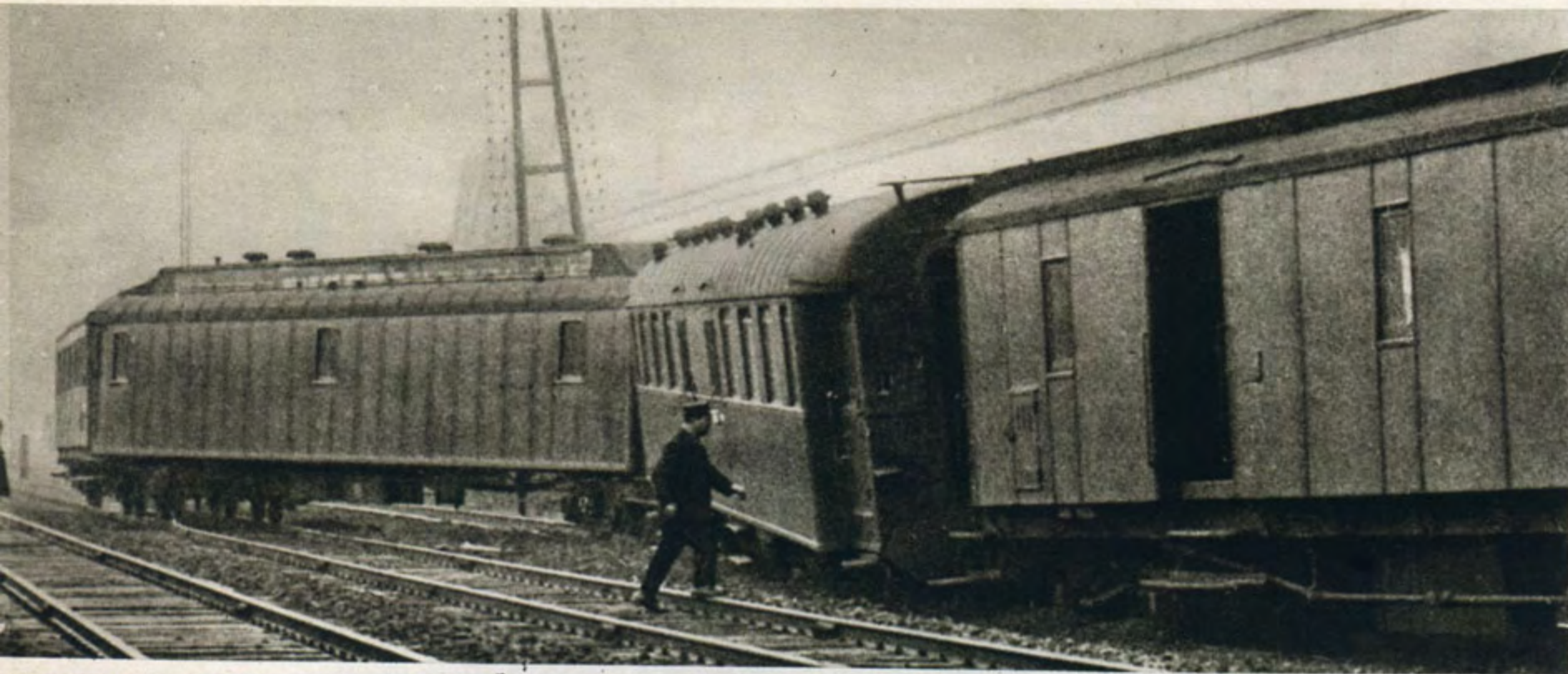


FIG. 17. DERAILLEMENT DU RAPIDE PARIS-AMSTERDAM A BUYSINGHEN. LES VOITURES METALLIQUES SONT INDEMNES. (PHOTO « ACTUALIT ».)

FIG. 18. VUE D'ENSEMBLE D'UN ACCIDENT TRES GRAVE AVEC TRAIN COMPOSE DE VOITURES METALLIQUES EN ANGLETERRE. (PHOTO « ACTUALIT ».)

# LA VOITURE EN BOIS ET LA VOITURE METALLIQUE EN CAS D'ACCIDENTS

## A) LA VOITURE EN BOIS

Nombreux et très connus sont les cas de télescopage des voitures avec caisse en bois.

Le manque total de résistance de ces caisses occasionne, lors des collisions et même quelquefois en cas de déraillements, la pénétration des voitures les unes dans les autres, même à des vitesses réduites. La photographie (fig. 8) donne l'aspect de trois voitures en bois après un déraillement à 60 km. à l'heure. Le châssis du second véhicule a entièrement écrasé la caisse du premier.

FIG. 8.

Les photos (fig. 9 et 10) représentent deux accidents de chemin de fer survenus en Suisse, à Oerlikon, et à Pratteln près de Bâle. Elles montrent d'une façon péremptoire, la fragilité du matériel en bois dans le cas de réactions anormales entre véhicules et surtout lorsque les châssis sont projetés contre les caisses, ce qui constitue pour ainsi dire le cas général dans toutes les collisions ou déraillements. Arrivons-en maintenant à la tragédie ferroviaire de Lagny. La photographie (fig. 11) nous montre la locomotive du train tamponneur. Elle est intacte, recouverte des débris des voitures en bois qu'elle a pulvérisées. Le machiniste et le chauffeur n'ont pas été blessés. Le train à l'arrêt n'a pour ainsi dire opposé aucune résistance à la pénétration de la lourde machine lancée à 110 km. à l'heure.

FIG. 9, 10.

FIG. 11.

On voit en arrière de la locomotive les voitures métalliques restées intactes.

Les photographies (fig. 12 et 13) représentent le chaos des voitures en bois dans le même accident de Lagny. A certains endroits il est presque impossible de discerner, sauf par des trains de roues à moitié démolis, la nature du matériel tordu et déformé en présence duquel on se trouve.

FIG. 12, 13.

## B) LA VOITURE METALLIQUE

Tout autre est l'aspect d'un accident même grave avec un train constitué de voitures métalliques. La photo (fig. 14) montre une voiture après un tamponnement à 60 km. à l'heure. Le châssis et la caisse formant bloc sont intacts. Les photos 15 et 16 représentent une voiture métallique dans un accident qui s'est produit aux Etats-Unis. Celui-ci fut causé par l'affaissement d'un pont. Une partie du train avait déjà traversé ce dernier, lorsque l'écroulement se produisit. Le train qui roulait à une vitesse considérable fut arrêté par un wagon-lit métallique qui s'affaissa avec le pont. On peut voir sur la photographie la résistance vraiment remarquable de ce véhicule dont les dégâts furent insignifiants.

FIG. 14.

FIG. 15, 16.

Examinons maintenant des aspects d'ensemble d'accidents avec voitures métalliques.

La photo (fig. 17) montre un déraillement du rapide Paris-Amsterdam à Buysinghen près de Hal. Aucun télescopage ne s'est produit, les voitures sont intactes. Il n'y eut pas de victimes. La photo (fig. 18) montre un accident particulièrement grave entre Leighton Blezzard et Bletchy en Angleterre. La locomotive est renversée, les voitures ont été projetées sur le côté. Le nombre de victimes fut très réduit (8 personnes contre plus de 200 à Lagny). Encore importe-t-il de faire remarquer que tout comme à Lagny, cet accident se produisit en pleine vitesse et que le renversement de la locomotive lui donna le caractère d'une collision.

FIG. 17.

FIG. 18.

La figure 19 représente la photographie aérienne d'un accident près de Batterville (Missouri) aux Etats-Unis. Il est particulièrement instructif parce qu'il montre la résistance propre des véhicules métalliques. Neuf voitures ont été projetées hors de la voie. Si les voitures avaient été munies de caisses en bois, il est certain qu'un télescopage d'une gravité exceptionnelle se serait produit. Nous croyons inutile d'ajouter d'autres commentaires à ce qui précède. Les photographies que nous reproduisons montrent que l'emploi des voitures métalliques s'impose pour garantir la vie des voyageurs.

FIG. 19.



FIG. 19. VUE D'ENSEMBLE D'UN DERAILLEMENT AVEC TRAIN COMPOSE DE VOITURES METALLIQUES  
AUX ETATS-UNIS. (PHOTO « ACTUALIT ».)

# CONFORT DE LA VOITURE METALLIQUE



Nous venons de voir que seule la voiture métallique assure la sécurité des voyageurs.

Celle-ci étant assurée, il importe d'examiner maintenant **comment ce véhicule se présente au point de vue du confort.**

Actuellement le confort comme la rapidité et la fréquence des trains joue un rôle très important au point de vue du trafic des voyageurs.

Des transports rapides peu espacés et surtout s'effectuant dans les meilleures conditions de commodité ramèneront vers les chemins de fer une clientèle importante. Ce fut déjà le cas en Belgique lorsque la Société Nationale prit l'initiative de mettre en service des automotrices et des trains légers. Le confort réalisé grâce à l'emploi des voitures métalliques ne fera que compléter les heureuses modifications des horaires.

**Le confort dépend du volume et de l'espace offert à chaque voyageur, de la commodité des installations, de l'aspect esthétique intérieur, de la ventilation, du chauffage et de l'éclairage et enfin de la suppression dans les limites possibles des bruits et des trépidations.**

Il serait vain de vouloir prétendre que la réalisation des divers desiderata imposés par le confort dépendent uniquement de l'emploi de la voiture métallique. **Mais il est de fait que celle-ci permet de réaliser par place offerte et sans nécessiter des tares exagérées, des espaces plus considérables, ce qui constitue un point capital au point de vue du confort.** Ceci résulte de la constitution même des caisses métalliques réalisées avec des matériaux beaucoup plus résistants.

Les autres conditions de confort que nous avons indiquées ci-dessus sont applicables tant à la voiture avec caisse en bois qu'au véhicule métallique. Mais leur application ne peut se faire à des voitures anciennes et la réalisation du confort tel que nous venons de l'indiquer implique d'une façon générale la commande d'un matériel nouveau, qui au point de vue sécurité ne peut être que métallique. Nous examinerons en fin de ce travail toutes les améliorations qui ne dépendent pas nécessairement de l'emploi du métal. Nous montrerons comment la question de confort a été résolue dans les premières voitures commandées par la Société Nationale. Nous nous contentons ici de démontrer qu'au point de vue esthétique, thermique et acoustique, les voitures métalliques peuvent rivaliser avec les voitures en bois.

On objectait surtout jadis contre l'emploi de voitures métalliques qu'on ne pourrait pas obtenir à l'intérieur de celles-ci un effet décoratif suffisamment agréable comme c'était le cas dans les voitures en bois. On prétendait également que les véhicules métalliques seraient plus chauds en été et plus froids en hiver et enfin qu'ils seraient plus bruyants. Ce sont ces objections qu'il importe de rencontrer. Examinons le problème posé ainsi dans son ensemble.

Tout comme dans la voiture en bois, il faut cloisonner et panneauter la voiture métallique, mais immédiatement se présente la question du mode de réalisation. Faut-il proscrire le bois et employer uniquement du métal ou peut-on employer le bois comme garnissage intérieur ?

Les partisans du métal invoquent la question de la sécurité, mais nous croyons que le danger des éclats de bois si redoutables dans le cas d'un tamponnement avec caisse en bois n'est pas à craindre avec des caisses métalliques résistantes et des éléments de bois de courte longueur, et de section très réduite, disposés dans les panneaux. Ce danger est d'autant moins à redouter que c'est plus souvent du bois contre-plaqué qui est utilisé, ce qui élimine le risque des éclats. Les avis sont cependant partagés. Il faut reconnaître que l'emploi du bois de revê-

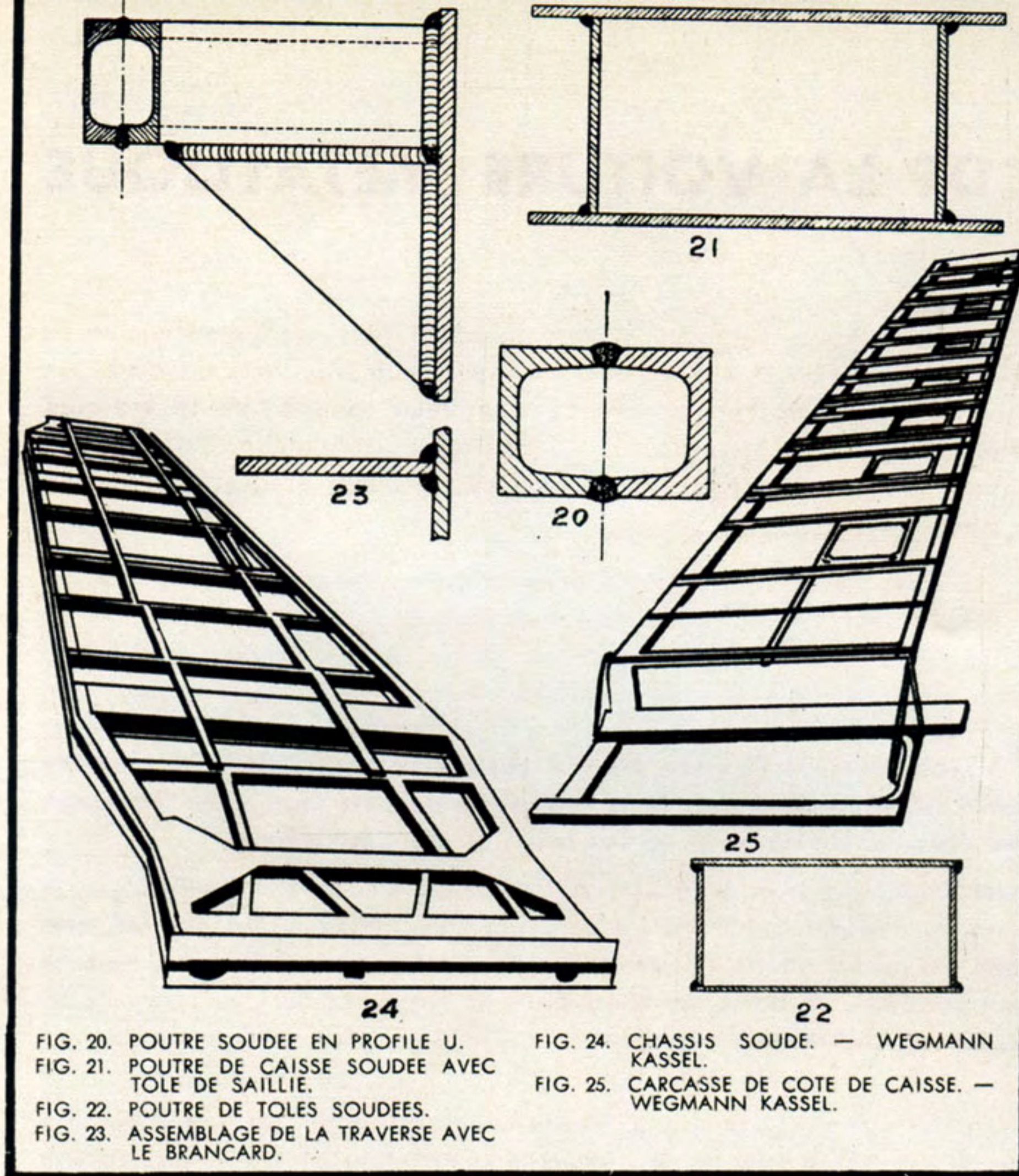


FIG. 20. POUTRE SOUDEE EN PROFILE U.  
 FIG. 21. POUTRE DE CAISSE SOUDEE AVEC TOLE DE SAILLIE.  
 FIG. 22. POUTRE DE TOLES SOUDEES.  
 FIG. 23. ASSEMBLAGE DE LA TRAVERSE AVEC LE BRANCARD.

FIG. 24. CHASSIS SOUDE. — WEGMANN KASSEL.  
 FIG. 25. CARCASSE DE COTE DE CAISSE. — WEGMANN KASSEL.

La tare des voitures métalliques rivées correspond à celle des voitures en bois de capacité équivalente. L'emploi de la soudure, des aciers à haute résistance, des alliages légers, permet de diminuer notablement cette tare.

tement permet les combinaisons esthétiques les plus heureuses. Les essences variées aux riches dessins s'allient facilement aux tissus et cuirs des revêtements. L'œil y est habitué et les voitures où le garnissage intérieur en tôles est maintenu apparent, présentent un aspect beaucoup plus froid et moins agréable quelles que soient la décoration et les laques qui les recouvrent. Les parois en tôles prennent d'ailleurs beaucoup plus facilement l'empreinte des mains ce qui nuit à leur bonne tenue.

Jusqu'ici le bois a toujours été utilisé par la Société Nationale pour le revêtement et la décoration intérieure de ses voitures. L'effet esthétique obtenu nous paraît des plus heureux et le bois est un bon calorifuge. Le calorifugeage peut encore être amélioré par des isolants spéciaux comme le liège, le celotex, etc.

Au point de vue de la sonorité quelques précautions spéciales sont à prendre. Elles consistent à supprimer la continuité métallique en un endroit quelconque entre le rail et le châssis de la voiture. Il suffit d'interposer du caoutchouc entre la traverse du pivot d'une part et la crapaudine et les patins d'appui d'autre part.

**On peut donc conclure d'une façon indiscutable que la voiture métallique convenablement isolée présente tous les avantages attribués à la voiture caisse en bois avec la possibilité très importante d'augmenter notablement le confort par la réalisation d'espaces plus considérables par place offerte.**

Dans le cas d'utilisation de panneaux intérieurs en bois ou de revêtements cachant la tôle, il est douteux que les usagers puissent dire s'ils voyagent dans une voiture en acier ou dans une voiture en bois.

# TARE DES VOITURES METALLIQUES

# 5

La question de la tare des voitures métalliques est complexe. Il est évident qu'à égalité de poids la voiture à caisse métallique est infiniment plus résistante que la voiture avec caisse en bois ou mixte (caisse en bois et métal). En effet, il suffit de se rappeler comme l'a fait remarquer M. E. Dahnick, Inspecteur au Service de construction des voitures à voyageurs de la Reichsbahn, qu'à égalité de poids, **l'acier a une capacité de travail équivalente à environ trente fois celle du bois**. Examinons la tare par voyageur transporté. Cette tare est variable avec le type de voiture, avec le degré de confort exigé (elle varie suivant les classes) mais aussi avec la sécurité demandée.

On peut, pour alléger les voitures adopter des profils économiques, c'est-à-dire qui réalisent une même résistance avec un poids moindre. On peut citer dans cet ordre d'idées l'emploi de pièces embouties ainsi que des pièces monoblocs en acier moulé utilisées surtout dans le cas d'assemblages compliqués. La suppression du rivetage et l'emploi de la soudure permettent également un allègement. Il n'y a, en effet, plus de sections déforcées. Enfin l'utilisation des aciers à haute résistance et des alliages légers permet de même de réduire la tare, mais au détriment du coût du véhicule. En tout état de cause, la sécurité étant une condition primordiale, un allègement des voitures ne peut être recherché qu'à la condition de la conservation expresse d'une résistance suffisante.

Dans leur rapport au Congrès International des chemins de fer de 1930, M. Lancrenon, Ingénieur en Chef adjoint du matériel et de la traction de la Compagnie du Chemin de Fer du Nord Français et Vallancien, Ingénieur principal à l'Office central d'études de matériel de chemins de fer à Paris, donnent les indications suivantes. Ils comparent pour un matériel semblable métallique et en bois, de construction récente et destiné aux grandes lignes, les poids par place, les poids par mètre courant et les poids par mètre carré. Ce dernier renseignement permet en particulier de tenir compte de certains éléments appréciables pour le confort des voyageurs, tels que la largeur des compartiments, l'importance ou la distribution des dégagements et le nombre de W.-C.

## VOITURES METALLIQUES

	1 <sup>re</sup> classe.	2 <sup>me</sup> classe.	3 <sup>me</sup> classe.
Poids par mètre courant .....	2,050	2,060	1,960
Poids par place offerte .....	950	625	530
Poids par mètre carré .....	760	774	738

## VOITURES EN BOIS

	1 <sup>re</sup> classe.	2 <sup>me</sup> classe.	3 <sup>me</sup> classe.
Poids par mètre courant .....	2,012	2,046	1,968
Poids par place offerte .....	915	595	513
Poids par mètre carré .....	730	735	715

Comme on peut le voir, les poids comparatifs des 2 types de voitures sont sensiblement les mêmes. Ils se rapportent au matériel de construction française.

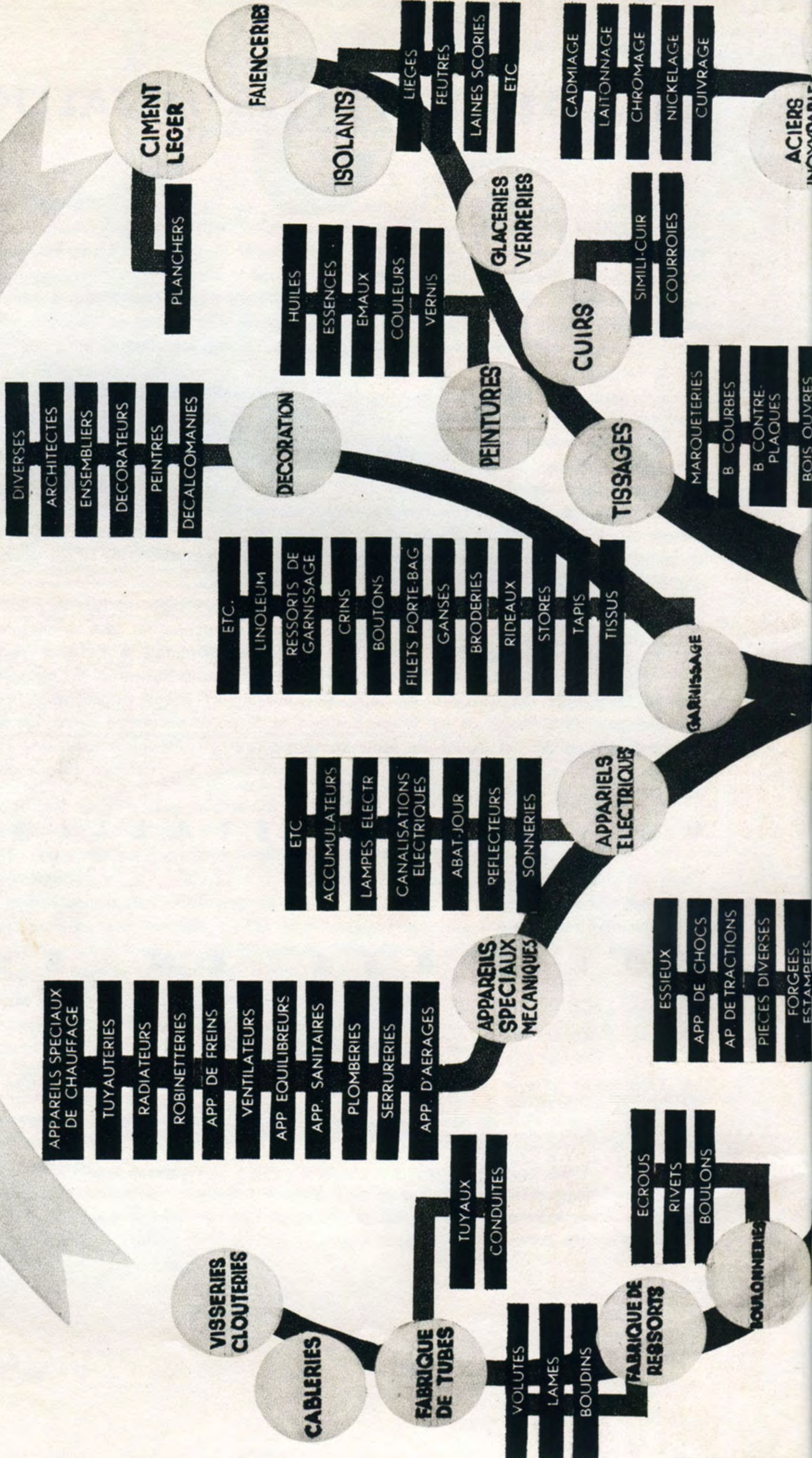
M. E. Dahnick dans son rapport au Congrès de 1930 nous renseigne sur le matériel allemand.

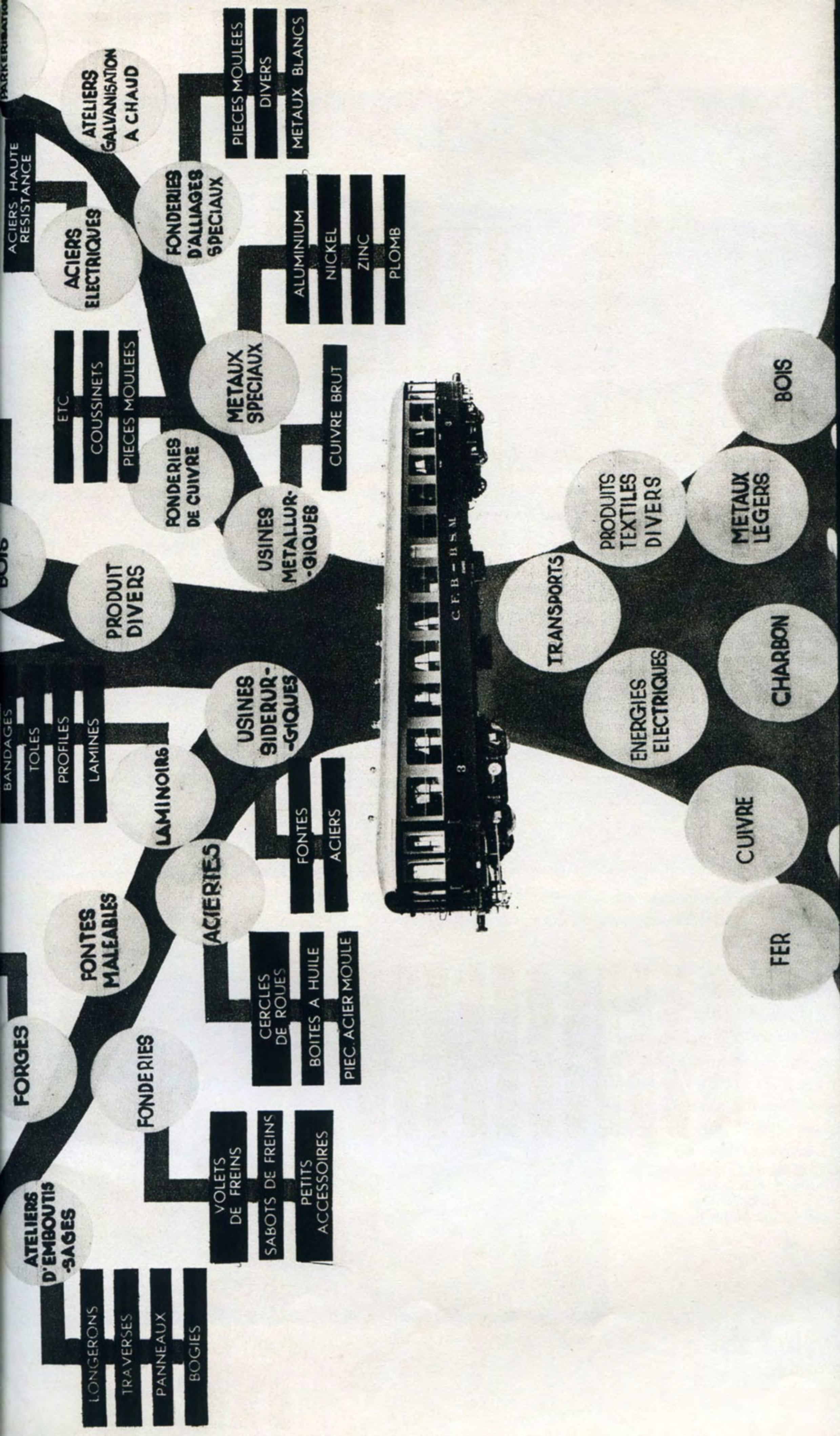
Voitures de 1 <sup>re</sup> classe	Voitures en bois	Voitures métalliques
Poids par mètre courant .....	2298	2,184
Poids par place offerte .....	1,048	1,062
Poids par mètre carré .....	881	822



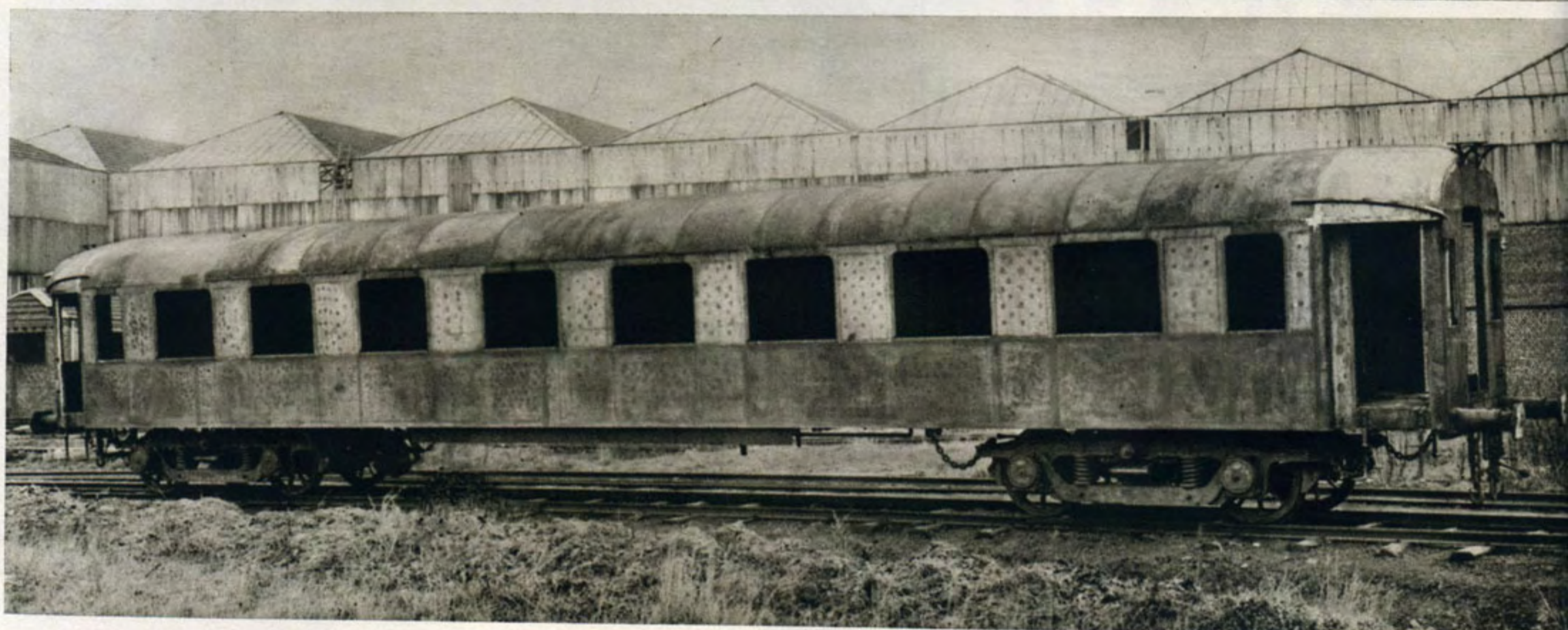
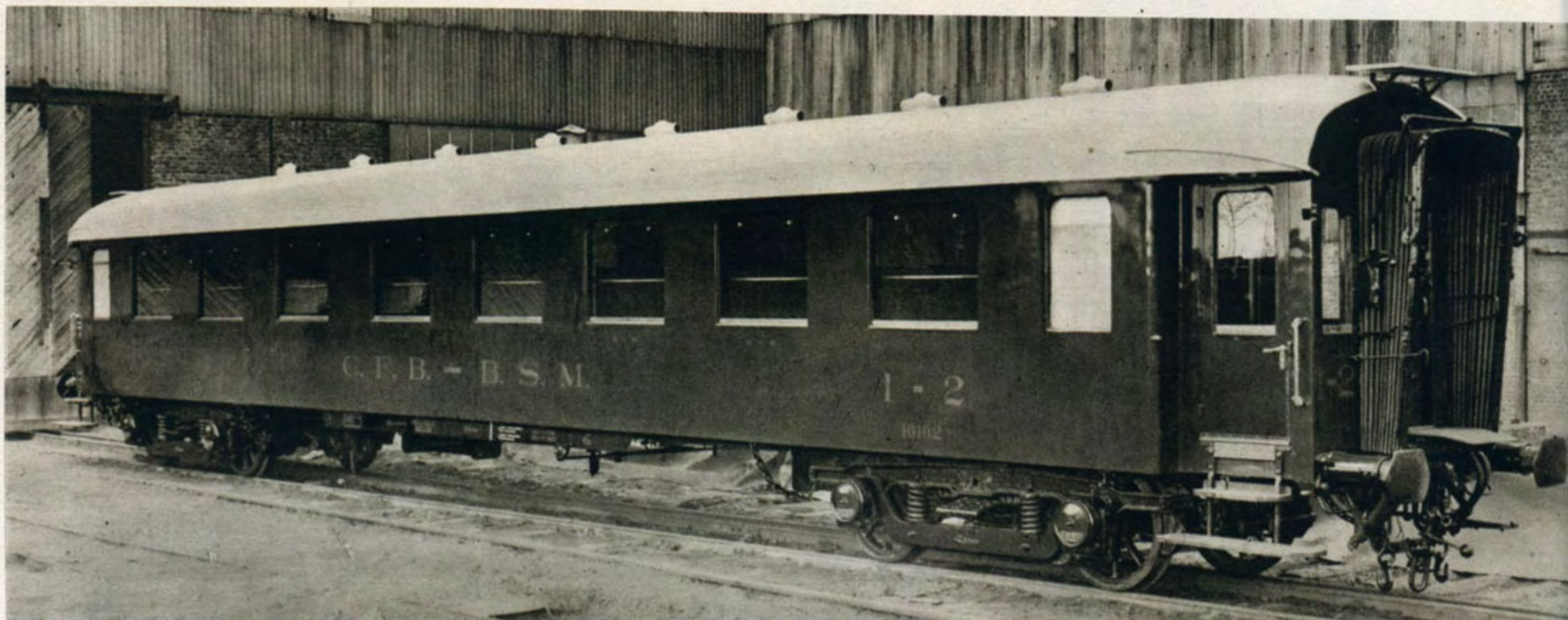


**ATELIERS DE CONSTRUCTION DU MATERIEL ROULANT**  
**USINAGE MONTAGE**



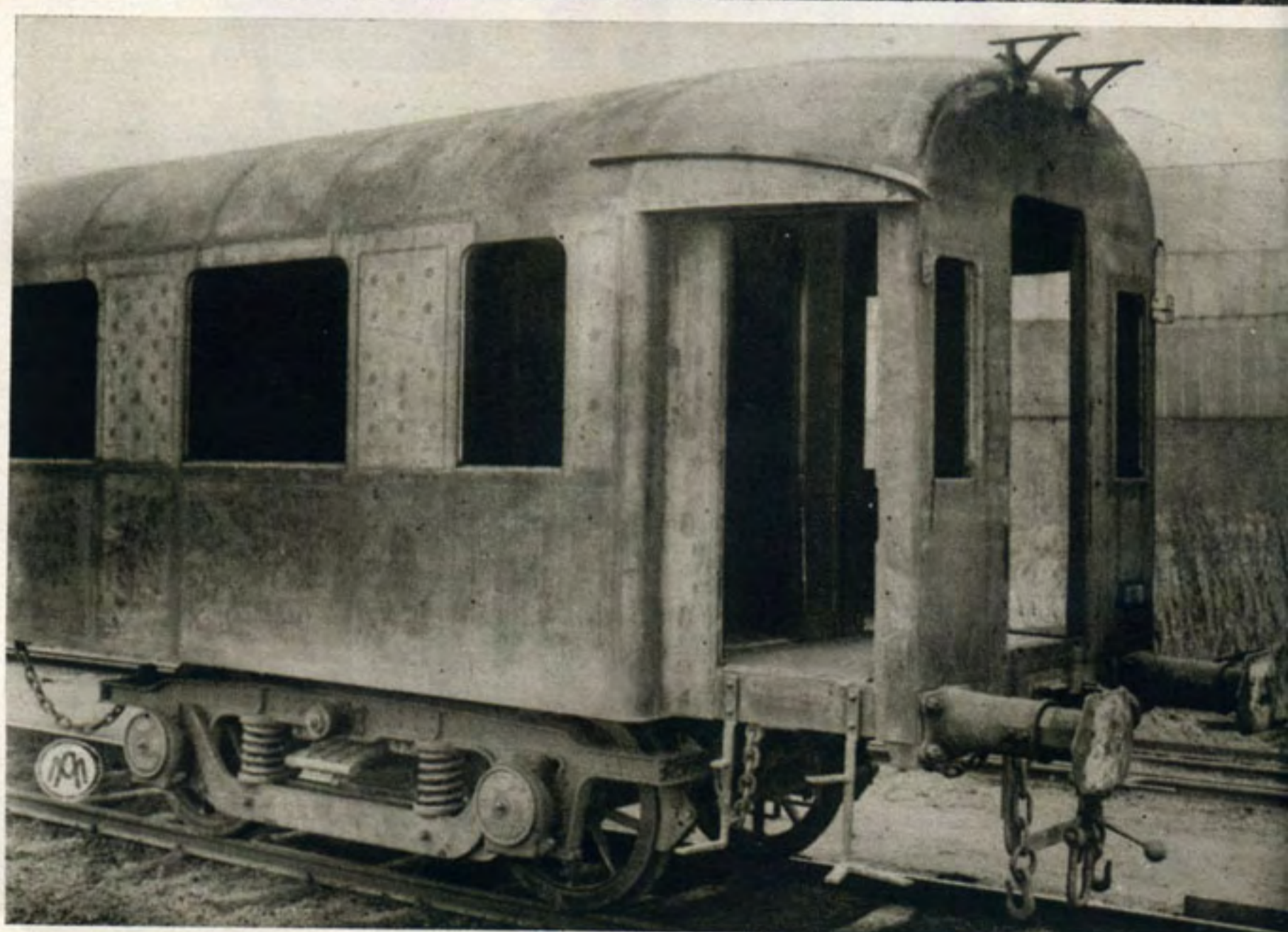


Une voiture métallique comporte 10.000 postes et 500 corps de métiers sont utilisés pour son exécution. Le graphique ci-dessus indique les principales industries intéressées dans sa fabrication.



L'emploi de plus en plus répandu des aciers inoxydables rend la **durée des voitures métalliques** plus considérable que celle des voitures en bois. Les frais d'amortissement, les frais d'entretien et les frais d'assurance seront donc moindres.

FIG. 26, 27, 28 : PREMIERE REALISATION DE CAISSES SOUDEES POUR LA S. N. C. F. B. (VOITURES INTERNATIONALES MIXTES DE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES).



VOITURES METALLIQUES

L'augmentation de poids par place, dans le cas de la voiture métallique est due à l'amélioration notable réalisée par l'augmentation de confort et du volume par place offerte.

Voitures mixtes de 1 <sup>re</sup> et 2 <sup>me</sup> classe	Voitures en bois	Voitures métalliques.
Poids par mètre courant ..... kg.	2,429	2,350
Poids par place offerte .....	1,107	1,000
Poids par mètre carré .....	923	877

Voici maintenant les résultats pour les voitures de 3<sup>me</sup> classe.

Voitures de 3 <sup>me</sup> classe	Voitures en bois	Voitures métalliques.
Poids par mètre courant ..... kg.	2,377	2,302
Poids par place offerte .....	669	588
Poids par mètre carré .....	885	858

De même le rapprochement des voitures semi-métalliques avec les voitures entièrement métalliques qui leur sont comparables, accuse une diminution sensible de poids en faveur de ces dernières. Ainsi la voiture entièrement métallique de deuxième classe a un poids par place offerte de 589 kg. tandis que celui de la voiture semi-métallique est de 796 kg. Le poids par mètre courant n'est que de 1,781 kg. contre 2,137 kg. et le poids par mètre carré de surface du plancher de 733 kg. contre 855 kg. Ces chiffres comme on le voit ne peuvent être considérés que comme approximatifs, dépendant du mode de construction. Nous voyons que les voitures allemandes sont plus lourdes que les voitures françaises. Depuis cette époque, de nouveaux progrès ont été réalisés au point de vue de la tare. Ils furent surtout obtenus du fait de la suppression de la rivure par l'emploi de la soudure ainsi que par l'utilisation d'aciers spéciaux et d'alliages légers.

En ce qui concerne la **soudure**, tous les procédés actuels sont employés : soudure autogène, arc électrique avec apport de métal ou soudure par points. Ces modes de soudure sont employés suivant les cas et suivant le genre d'assemblage. C'est la soudure électrique qui est la plus répandue actuellement. Les avantages spéciaux de la soudure sont les suivants :

- 1) Elimination des points faibles dus aux trous dans les pièces;
- 2) Economie de matériaux grâce à une meilleure utilisation des profilés et des tôles;
- 3) Réduction ou élimination des goussets et cornières d'attache;
- 4) Remplacement de pièces moulées par des pièces soudées notablement plus légères.

L'emploi de la soudure dans la construction nous paraît rationnel du fait qu'elle permet une réduction de poids sans entraîner une diminution de la résistance qui constitue la qualité primordiale du matériel métallique. Il nous semble intéressant de reproduire ici quelques dispositions d'ensemble d'éléments assemblés par soudure et de montrer leur simplification par rapport aux pièces rivées.

Les fig. 20, 21 et 22 montrent des sections de poutres employées dans les châssis et assemblées par soudure. On voit la simplification et l'allègement à égalité de résistance soit à la compression ou à la flexion. Les cornières d'assemblage employées dans les poutres rivées sont supprimées. De plus on utilise la section pleine du profil employé sans devoir décompter les trous de rivets. L'assemblage des traverses de tête avec les brancards peut se faire également par soudure (fig. 23). Cette figure indique les 2 dispositifs, l'assemblage de la traverse par le rivetage et l'assemblage par soudure. Les pièces forgées et moulées qui existaient autrefois dans le châssis ont été remplacées par des éléments soudés. On peut arriver ainsi à des économies de poids pouvant aller jusqu'à 50%. Nous montrons encore (fig. 24) un châssis soudé fini et (fig. 25), une carcasse de côté de caisse. Les figures 26, 27 et 28 donnent encore des détails de caisses soudées.

L'emploi d'aciers à haute résistance et d'alliages légers permet également de diminuer la

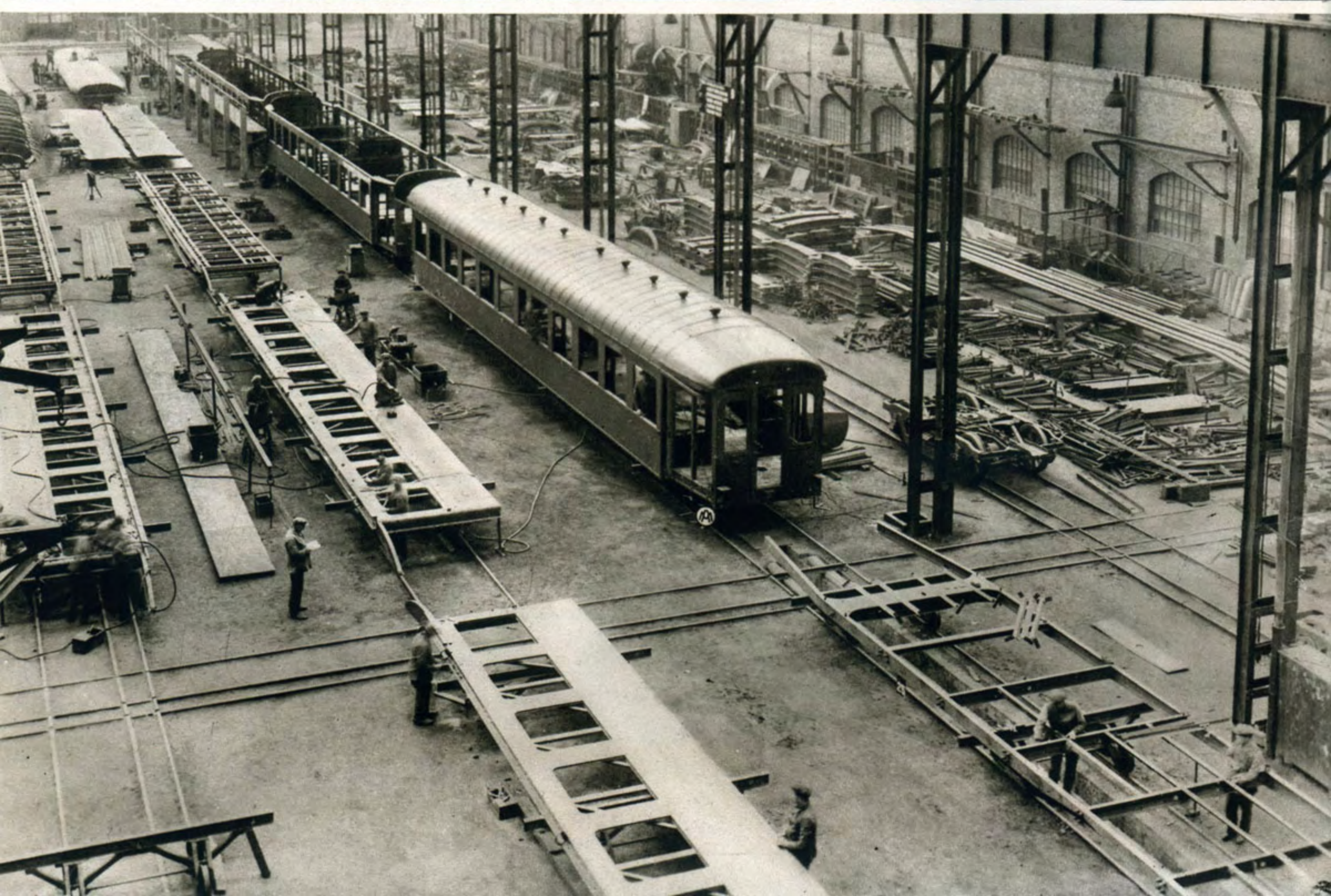
FIG. 20, 21, 22.

FIG 23.

FIG. 24.

FIG. 25, 26, 27, 28.





tare. Actuellement, grâce aux progrès récents de la métallurgie, l'acier présentant 52 kg. de résistance à la rupture par mm<sup>2</sup> est entré dans la pratique courante (surtout en Allemagne).

M. Dahnick estime comme suit l'allègement d'une voiture de 3<sup>m</sup>e classe pour trains rapides.

Le type rivé pèse environ 47 tonnes. Par la soudure et l'emploi d'aciers à haute résistance les économies de poids suivantes seraient à envisager :

1) par l'emploi d'éléments d'aménagement plus légers, tels que fenêtres, chauffage, supports de filet à bagages, éclairage, etc. ....	environ 2,20 T., soit 4,7 %
2) par soudure des bogies lourds .....	» 1,18 T., soit 2,5 %
3) par soudure de la caisse avec le châssis.....	» 2,50 T., soit 5,3 %
4) par l'emploi d'aciers de qualité supérieure .....	» 1,02 T., soit 2,2 %
5) par une nouvelle disposition du panneautage intérieur ...	» 1,00 T., soit 2,2 %
	-----
Soit au total .....	environ 7,90 T., soit 16,8 %

Ces diminutions de poids ont permis l'adoption de bogies légers qui réalisent une économie de .....	environ 2,60 T., soit 5,5 %
D'où économie totale de .....	» 10,50 T., soit 22,3 %

Les **métaux et alliages légers** sont surtout employés en grande quantité pour les garnitures de l'aménagement intérieur. Quelquefois ce sont les cloisons transversales, les revêtements intérieurs de parois et les plafonds qui ont été faits de semblables matériaux. Enfin, on a construit des voitures complètes en matériaux légers. L'utilisation de ceux-ci ne conduit pas en général à une réduction du prix de revient de la voiture, mais entraîne au contraire une augmentation de celui-ci. Par contre le prix de revient n'augmente pas lorsque les pièces en alliage aluminé sont utilisées à la place de bronze ou de pièces de confection difficile (portes et portières). C'est pour ce motif que pour les voitures normales de chemins de fer (abstraction faite de certaines automotrices ou peut-être un allègement excessif est recherché à tort) une certaine réserve dans l'emploi de ces matériaux s'impose. Le module d'élasticité de ces matériaux n'est que le tiers de celui de l'acier d'où il résulte une réduction considérable de la résistance au flambage. La résistance à la traction est en général inférieure à celle de l'acier d'où difficulté de réaliser une construction rationnelle.

M. Mariani signale les réductions de poids notables obtenues ainsi. Elles varieraient de 14,20 à 40%. D'autre part, l'augmentation du coût de ce matériel s'élève, d'après M. Mariani de 20 à 60%. Il faut surtout se demander alors ce que devient la question de sécurité que nous envisageons comme primordiale et comme justifiant à elle seule le remplacement du matériel en bois par du matériel entièrement métallique.

**Pour conclure, nous croyons que sans emploi de métaux légers et dans le cas de voitures rivées, à égalité de type, les tares du matériel métallique peuvent être sensiblement les mêmes que dans le cas d'emploi de caisses en bois. Ce résultat est appréciable étant donné l'accroissement de la sécurité et du confort.**

**La soudure et l'emploi d'aciers à haute résistance semblent appelés à un grand avenir** dans la construction des voitures et permettront, en maintenant une résistance suffisante de la caisse de réduire la tare d'une façon appréciable.

FIG. 29. EXECUTION DES VOITURES METALLIQUES A LA CHAINE.  
FIG. 30. EXECUTION DES VOITURES METALLIQUES A LA CHAINE.

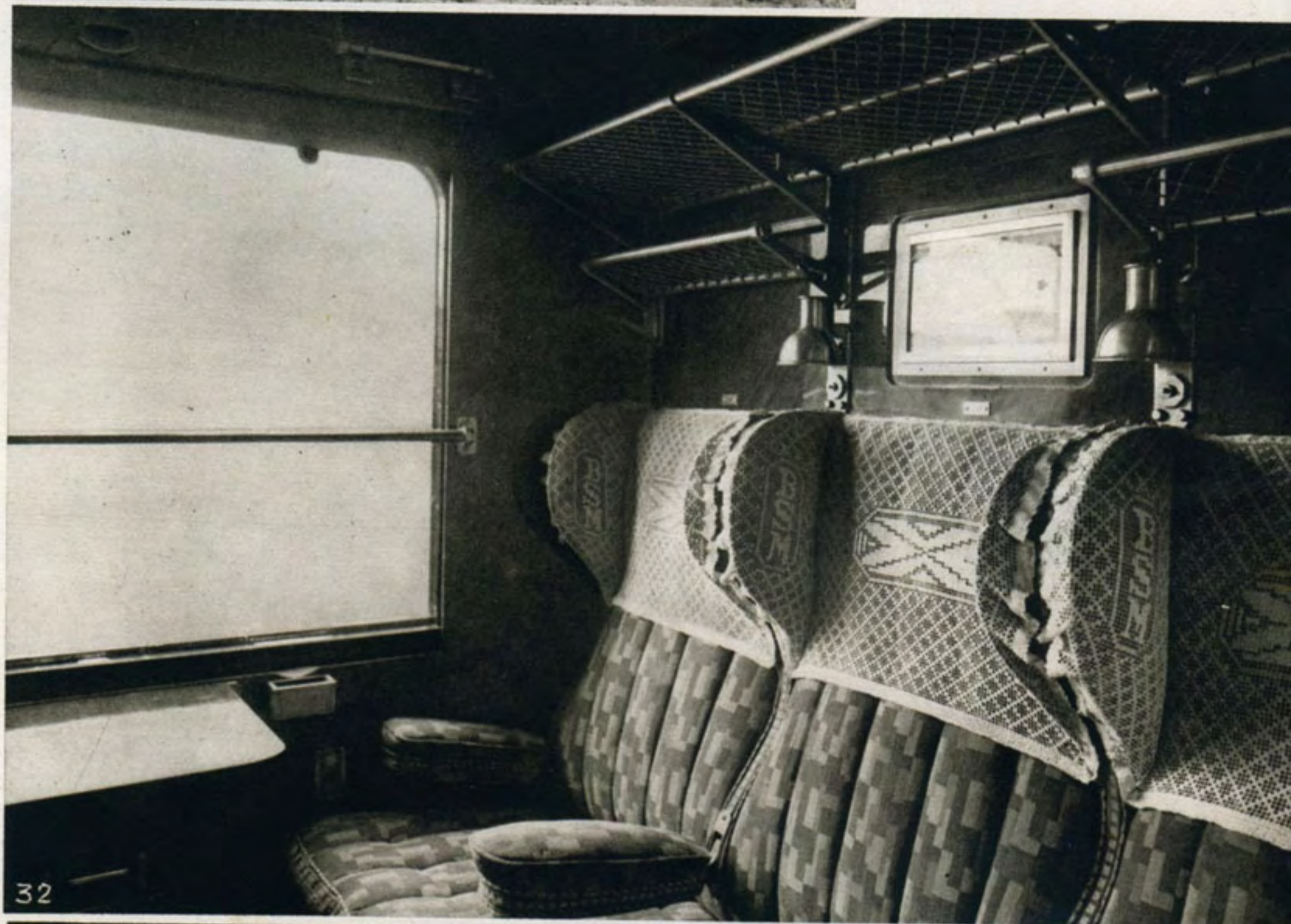
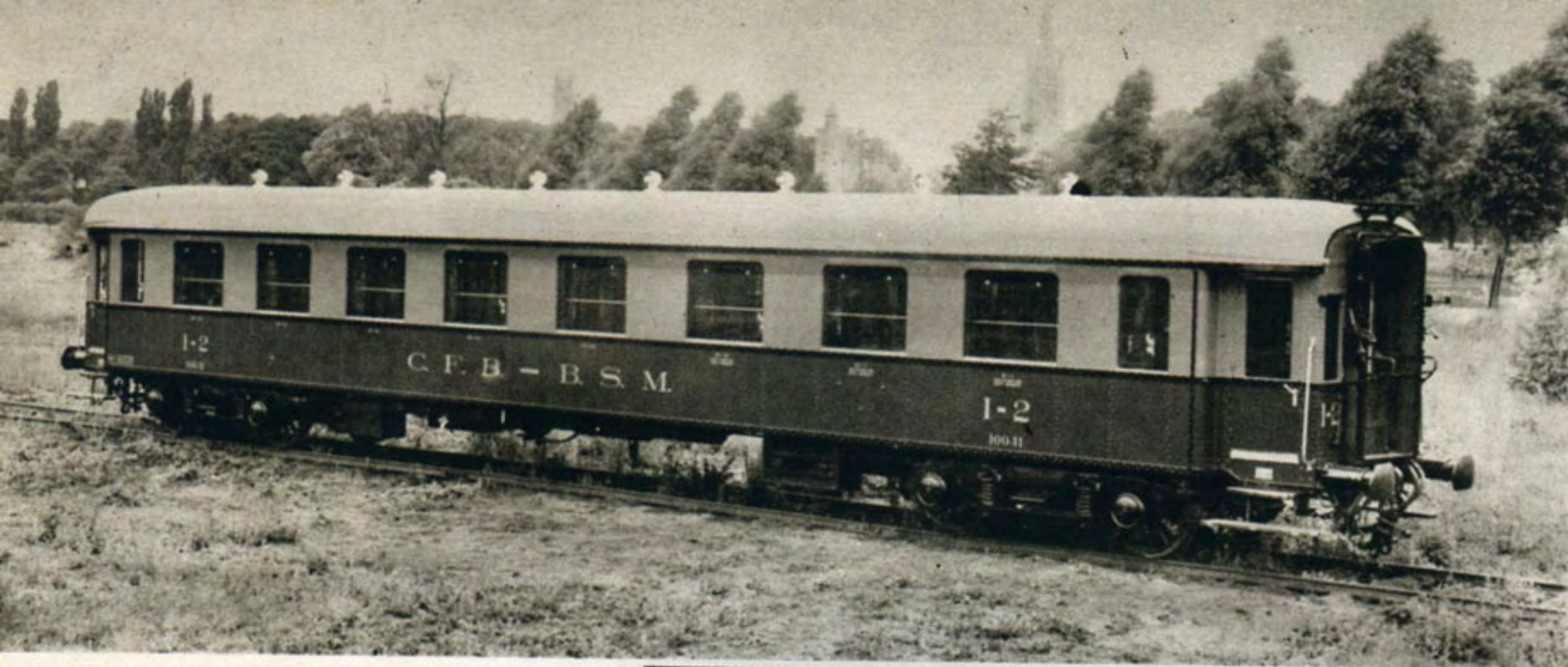


FIG. 31. VOITURE INTERNATIONALE MIXTE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES. VUE EXTERIEURE. S. N. C. F. B.

FIG. 32. COMPARTIMENT DE 1<sup>re</sup> CLASSE DE LA VOITURE INTERNATIONALE MIXTE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES S. N. C. F. B.

F. 33. COMPARTIMENT DE 2<sup>me</sup> CLASSE DE LA VOITURE INTERNATIONALE MIXTE DE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES S.N.C.F.B.



VOITURES METALLIQUES

# DUREE ET ENTRETIEN DES VOITURES METALLIQUES

Il faut reconnaître tout d'abord que l'expérience de l'entretien des voitures métalliques s'étend encore sur une période bien courte pour en tirer des déductions certaines, basées sur l'expérience. Il en est à fortiori de même pour la question de la durée des voitures et il est même à prévoir que les types seront devenus désuets avant l'usure complète de celles-ci.

Il apparaît comme évident que l'acier est plus durable que le bois et qu'il procure une augmentation notable de résistance et de rigidité. Dans les carcasses les assemblages délicats des pièces en bois sujets à se détériorer sont remplacés par des joints rigides. Les toitures demanderont moins d'attention. Il est vrai qu'en cas de réparation, l'enlèvement des éléments d'une caisse métallique est plus coûteux que celui des pièces en bois. Enfin en défaveur du métal il reste le danger d'oxydation. Mais on y pare déjà par l'emploi des aciers au cuivre et des aciers inoxydables à base de chrome et de nickel.

Nous croyons cependant que les avantages l'emportent de loin sur les inconvénients. Si nous comparons les frais d'entretien d'une voiture métallique à ceux d'une voiture avec caisse en bois, nous constatons que dans les diverses rubriques relatives à ce travail il ne peut exister de différences que sur les postes :

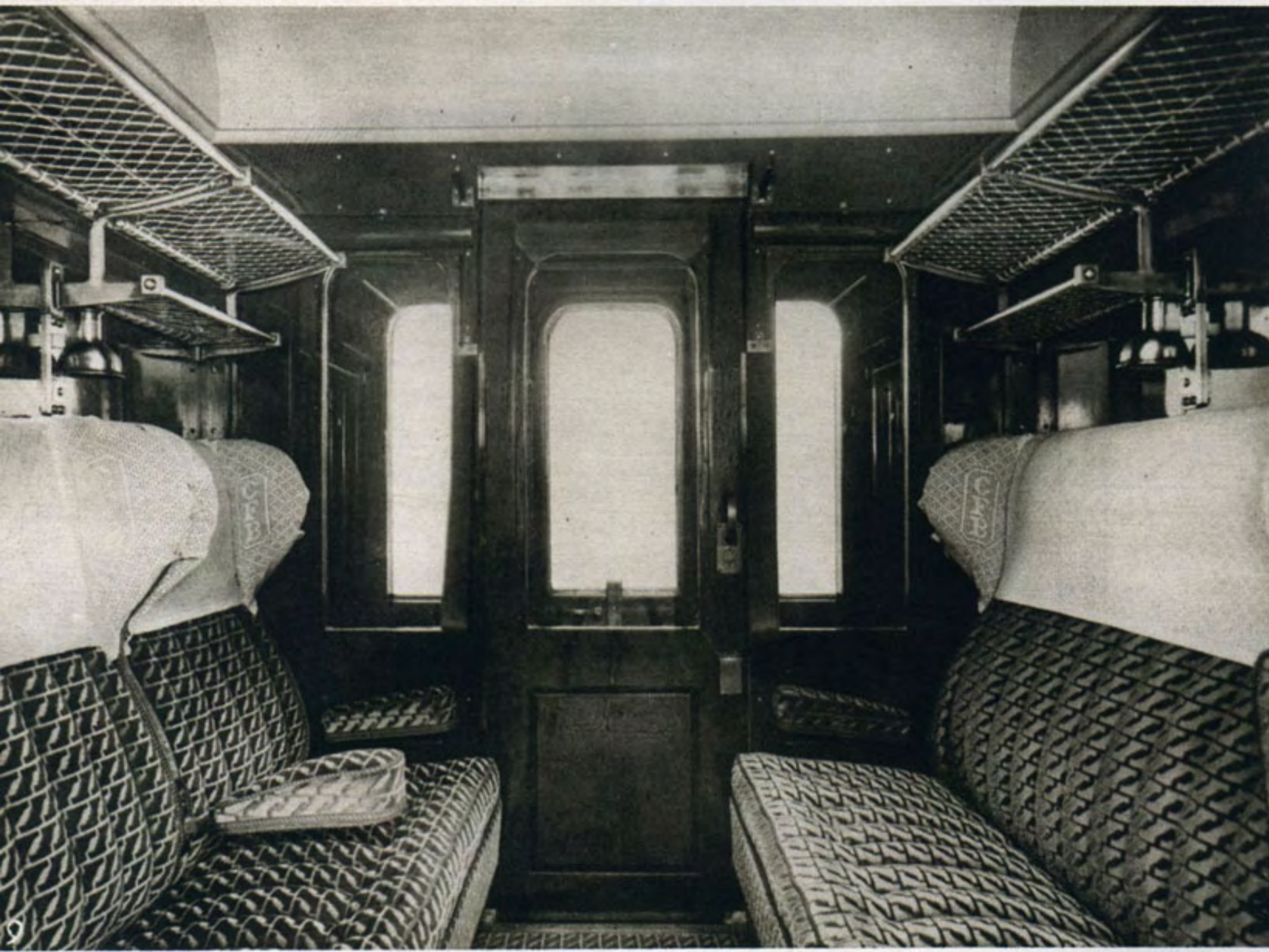
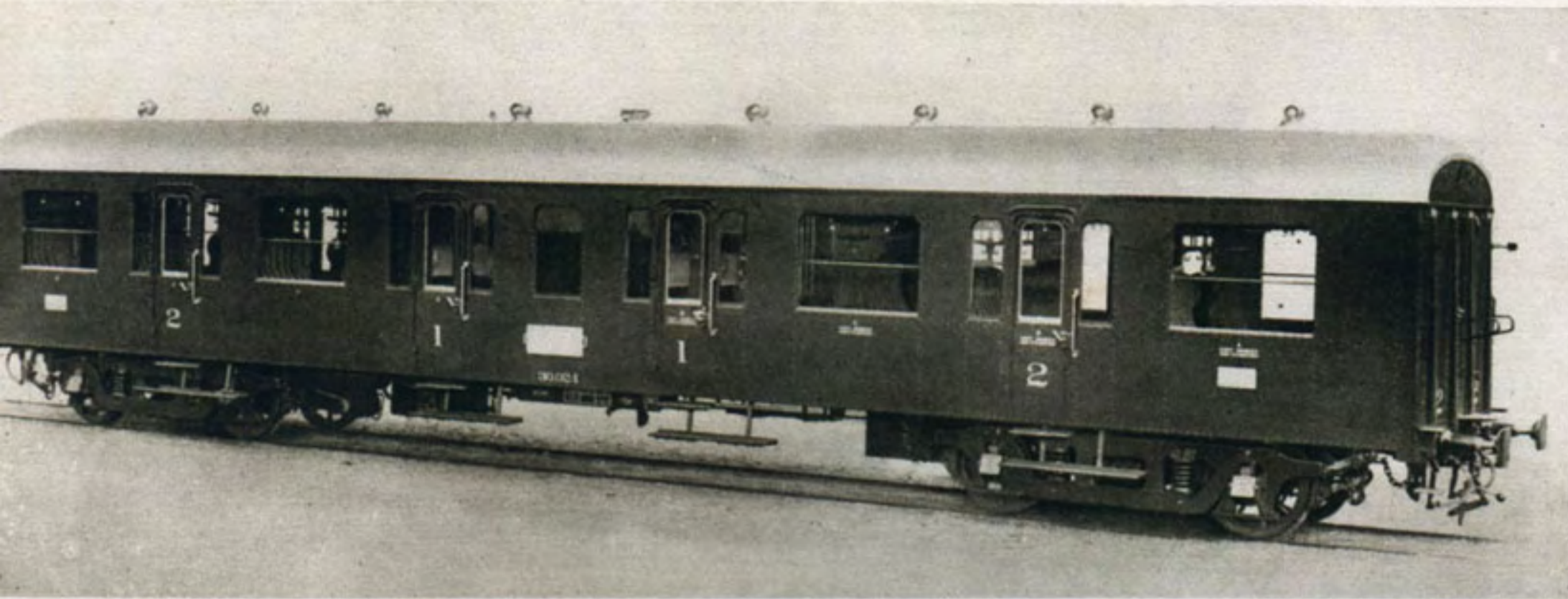
caisse —  
peinture —

En ce qui concerne la caisse et sans qu'on puisse dès maintenant exprimer un jugement définitif, tout indique que du fait de l'augmentation de résistance et de la possibilité de réaliser des joints parfaits entre les éléments constitutifs métalliques, il doit résulter moins de sujétions d'entretien. Ceci sera d'autant plus exact que **l'emploi de la soudure permettra de réaliser pour ainsi dire, un monobloc.** Or, avec le bois, à la suite de chocs accidentels et même des vibrations continues auxquelles les voitures sont soumises, les assemblages perdent inévitablement à la longue de leur résistance et prennent du jeu, malgré tout le soin qu'on y apporte. Ceci résulte également de la résistance inférieure du bois qui demande de ce fait même un entretien plus consciencieux. En ce qui concerne la peinture des voitures métalliques avec revêtement intérieur en bois ou élément ligneux, on peut, croyons-nous, considérer les frais d'entretien comme équivalents.

La technique actuelle des peintures et des procédés de métallisation (galvanisation, chromage, etc...), permettent de constituer un revêtement suffisant de l'acier pour résister victorieusement aux effets de l'oxydation.

Il résulte de ce qui précède que l'emploi de la voiture métallique amènera **une réduction des frais d'entretien.** On arrivera également à **une durée plus considérable de ce matériel, donc à des frais d'amortissement moindres.** Ajoutons enfin que les frais d'assurances des voitures métalliques seront inférieurs à ceux relatifs à des véhicules avec caisses en bois pour les motifs ci-dessus.





Les réalisations de la Société Nationale faites avec le concours des grandes firmes de construction montrent que notre matériel nouveau peut rivaliser avec celui des grands réseaux étrangers.

FIG. 34. CABINET DE TOILETTE DE LA VOITURE INTERNATIONALE MIXTE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES S. N. C. F. B.

FIG. 36. VOITURE MIXTE DE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES DE 22 METRES POUR SERVICE INTERIEUR S. N. C. F. B. VUE EXTERIEURE.

FIG. 39. VOITURE MIXTE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES DE 22 METRES S. N. C. F. B. — VUE D'UN COMPARTIMENT DE 1<sup>re</sup> CLASSE.


  
**VOITURES METALLIQUES**

A black and white photograph showing the interior of a train carriage. The view is from a 2nd class compartment, looking down a central aisle. On either side of the aisle are rows of seats with a dark, textured fabric. The seats have a distinct diamond or quilted pattern. The carriage has a curved, ribbed ceiling with circular light fixtures. In the background, a doorway leads to another part of the carriage. The overall atmosphere is that of a classic, functional railway interior.

**2<sup>ème</sup> PARTIE**

**L'EMPLOI DE VOITURES METALLIQUES PAR LA  
S.N.DES CHEMINS DE FER BELGES**

FIG. 38. VOITURE MIXTE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES DE 22 METRES S. N. C. F. B. - VUE D'UN COMPARTIMENT DE 2<sup>me</sup> CLASSE.

1932

AMERIQUE

100%



35%<sub>5</sub>



ITALIE

20%



EGYPTE

19%<sub>3</sub>



FRANCE

18%



ALLEMAGNE

12%<sub>6</sub>



ETAT NORD FRANC.

BELGIQUE



# 1 CONSIDERATIONS GENERALES

Dans sa séance du 9 février 1934, le Conseil d'Administration de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges a décidé de proposer au Gouvernement la construction de 2,000 voitures métalliques. C'est, guidé par des considérations graves, basées sur la nécessité d'assurer avant tout la sécurité des voyageurs, que cette décision fut prise. **Le Conseil estimait, à la suite des collisions survenues sur les réseaux étrangers où tout comme en Belgique de nombreuses voitures avec caisses en bois sont encore en service, et en considérant les nombreux cas mortels qui étaient à déplorer, qu'il était indispensable que, sur toutes les lignes où circulaient des trains à grande vitesse, tout le matériel destiné au transport des voyageurs, soit des trains rapides, soit des trains de banlieue fût métallique.**

La décomposition de notre effectif de voitures à voyageurs en fin des années 1931, 1932 et 1933 est donnée par le tableau annexe I. Les tableaux 2 et 3 (voir annexe) donnent la même décomposition, mais par type de voitures, le premier de ces tableaux au 31 décembre 1932 et le second au 31 décembre 1933.

On peut remarquer immédiatement l'augmentation des voitures à bogies nécessitée par le confort et la vitesse croissante des trains, ainsi que l'accroissement du nombre de places offertes de ces types de voitures. En 1931, aucune voiture métallique n'était encore en service; en fin 1932, la Société Nationale avait mis 23 voitures métalliques en service et, enfin, le 31 décembre 1933, 516 voitures et 5 fourgons roulaient sur le réseau belge. Ces voitures et fourgons formaient la première étape des fournitures d'une commande de 1,028 voitures métalliques faite par la Société Nationale à l'industrie belge. La fourniture du restant des voitures se poursuivra au cours de l'année 1934 et sera terminée en 1935.

Si la proposition de la commande des 2,000 nouvelles voitures métalliques était admise par le Gouvernement, la Société Nationale disposerait après livraison de celles-ci de 3,028 véhicules métalliques.

Le graphique de la page 34 concrétise la progression de l'emploi de ces véhicules.

En nous reportant au **tableau I** de l'annexe et en nous basant sur les statistiques de fin 1931, époque à laquelle tout le matériel était composé de voitures avec caisses en bois, les conclusions suivantes se dégagent :

Pour un même nombre de places offertes et **en notant que la capacité des voitures métalliques est approximativement supérieure de 50 % à celle des voitures en bois** l'acquisition de 3,028 voitures métalliques permettrait la mise hors service de 4,548 voitures anciennes.

Pour environ 466,000 places offertes, il y aurait environ 7,200 voitures dont 3,028 métalliques. La proportion des voitures métalliques serait alors approximativement de 42 %. Ce chiffre est évidemment inférieur à celui de certaines statistiques américaines, mais il est cependant appréciable. Il est évident, étant donné les résultats de l'expérience et les conclusions de la première partie de notre note, que le remplacement de tout le matériel ancien serait à souhaiter.

Examinons maintenant d'une façon sommaire et à titre comparatif la question de l'utilisation des voitures métalliques sur les réseaux étrangers.

Le graphique de la page 34 indique le pourcentage des voitures métalliques par rapport au nombre total de véhicules utilisés pour quelques réseaux importants. Nous remarquons que, en 1932, les grands réseaux américains n'utilisaient que des voitures métalliques — proportion 100 %; l'Etat italien 35,5 %; l'Etat égyptien 20 %; l'Etat français 19,3 %; les Chemins de

# BELGIQUE

1932

0,38%

1933

5,7%

1934

11,8%

1937

34,8%



fer allemands 18 %; le Nord français 12,6 %. En 1932, la proportion des voitures métalliques utilisées en Belgique était insignifiante.

A la suite des catastrophes survenues, il est à noter que d'importantes commandes sont prévues par tous les réseaux. L'effort financier des grandes compagnies françaises, notamment s'est orienté vers le renouvellement du matériel à voyageurs. Ainsi d'après des informations récentes le programme des commandes de matériel roulant comporterait pour 1,100 millions de francs français. A ce chiffre correspondraient 2,300 voitures métalliques et environ 200 locomotives.

**La Belgique ne peut rester en arrière dans cette voie, tout d'abord au point de vue de la sécurité des voyageurs et ensuite au point de vue touristique il importe qu'elle offre aux étrangers visitant notre pays, un matériel irréprochable et dépassant en confort, sécurité, et élégance, celui de nos grands pays voisins. Il faut, en plus, que pour les pays tributaires de l'étranger pour l'achat de ce matériel, nos voitures constituent une réclame vivante pour notre industrie nationale.**

Il reste évidemment la question du problème financier. Nous avons estimé en moyenne le coût d'une voiture à 500,000 francs. La dépense totale à effectuer pour les nouvelles commandes projetées serait de 1 milliard pour lequel l'aide financière du Gouvernement serait nécessaire.

Mais il importe de faire remarquer que notre pays souffre du chômage et qu'une commande de 1 milliard serait de nature à maintenir dans leur activité actuelle, les ateliers de construction de voitures de chemins de fer, ainsi que les nombreux sous-traitants et fournisseurs divers qui en dépendent (voir tableau de la page 36). Cette activité pourrait être maintenue pendant une période de 3 ans et, en considérant que 70 % de l'import total de la commande constituent de la main-d'œuvre, tant d'ouvriers que des cadres employés, cette commande correspondrait à l'utilisation, pendant cette période, de 22,000 hommes.

Elle éviterait une dépense improductive pour le chômage d'environ 400,000,000 de francs, en même temps qu'elle procurerait une récupération de taxes et de frais de transports d'environ 80,000,000 de francs.

La commande de ce matériel constitue un sacrifice justifié par la nécessité d'assurer la sécurité du voyageur et aussi d'augmenter le confort.

Cette dépense est nécessaire et si le programme du Conseil d'Administration de la Société Nationale n'est pas admis actuellement, il faudra le réaliser dans un avenir prochain.

Grâce à cet effort, la plus grande vitesse possible des trains, le supplément de confort et de sécurité donnés aux voyageurs, ramèneront au transport sur rail la faveur du public, et avec un supplément de recettes, la diminution des subsides à octroyer par l'Etat pour combler le déficit. Cet effort, en évitant la ruine, sans cela certaine, de l'industrie de la construction du matériel roulant, conservera au pays une des sources importantes de sa vitalité et de ses revenus, qui a contribué à sa renommée mondiale depuis plus d'un demi-siècle.



**Il faut que la Belgique, occupant une situation prédominante dans le domaine industriel et touristique, dispose d'un matériel irréprochable, dépassant en sécurité, confort et élégance celui des grands pays voisins.**

# DETAILS DE CONSTRUCTION DU MATERIEL ROULANT MODERNE DESTINE AU SERVICE DES VOYAGEURS

Nous n'avons pas insisté jusqu'ici sur les détails de construction communs aux deux types de véhicules, voitures métalliques et voitures en bois. Nous donnons ci-dessous un aperçu des perfectionnements adoptés par la Société Nationale des chemins de fer belges pour les nouvelles voitures mais qui ne dépendent pas du genre de matériel.

Il est évident que ces perfectionnements imposent du matériel neuf et il serait illusoire de vouloir transformer les véhicules existants en leur appliquant les améliorations dont il est question. La commande de nouveau matériel avec caisses en bois n'entre pas en considération.

**Bogies.** — Actuellement, presque la totalité des voitures modernes sont à bogies, ce qui permet de construire de longs véhicules sans grands porte-à-faux et sans grands angles de cisaillement et de produire concurremment avec la suspension multiple un roulement particulièrement doux. Grâce à cette suspension et aux dispositions pendulaires, le bogie absorbe la plus grande partie des chocs verticaux et horizontaux et des mouvements de lacet de sorte que la caisse de la voiture est soustraite à leurs effets. Si on ajoute une flexibilité croissante des ressorts, on arrive dans la réalisation des véhicules à un degré de confort remarquable au point de vue de la suppression de tous les mouvements parasites. Actuellement les bogies sont réalisés en éléments emboutis, qui permettent de supprimer les assemblages relativement complexes des châssis soit en tôles et profilés, soit en acier moulé. Les poids des deux types sont équivalents. Le bogie monobloc en acier moulé semble meilleur au point de vue de l'indéformabilité. De l'emploi de ces bogies perfectionnés, il résulte un mouvement beaucoup plus doux, une meilleure conservation de la caisse.

**Choc et traction.** — Les appareils de choc et de traction dans lesquels il est fait usage de simples ressorts en spirales présentent l'inconvénient de restituer presque intégralement le travail de compression développé. Sans vouloir discuter ici la valeur de chacun des systèmes disons que ceux-ci sont basés sur le principe d'amortissement du travail. Ils restituent une faible partie de l'énergie parasite provenant du choc et permettent en fin de course un effort de compression notable qui est obtenu d'une façon progressive.

Leur emploi constitue donc une amélioration très sérieuse au point de vue des efforts entre véhicules surtout lors de démarrages et freinages brusques par suite de circonstances accidentelles. Il en résulte la suppression dans une large mesure des chocs dans les véhicules lors de démarrages ou de freinages brusques et une meilleure sécurité en ordre de marche.

**Chauffage.** — Le chauffage à vapeur, appliqué aux nouvelles voitures métalliques présente les caractéristiques suivantes :

Il comporte des radiateurs cuivre-aluminium au lieu des radiateurs en acier employés dans les anciennes voitures, ce qui a permis de réduire la tare d'environ une tonne par voiture. Cet avantage important a été obtenu sans dépense supplémentaire. Ces nouveaux radiateurs permettent de réaliser une mise au régime beaucoup plus rapide, et de réduire ainsi considérablement la durée du chauffage préalable.

La Société Nationale vient d'adapter la régulation automatique à ce système de chauffage





FIG. 39. CABINET DE TOILETTE DE LA VOITURE INTERNATIONALE MIXTE DE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES S. N. C. F. B.

de telle manière qu'une température convenable pourra être maintenue constante sans l'intervention des voyageurs ni du personnel. Il en résultera un meilleur confort pour les voyageurs et une économie importante de vapeur.

En outre, il est intéressant de signaler que la Société Nationale des Chemins de fer belges vient d'adopter un nouveau système de chauffage par air chaud pour l'équipement du matériel roulant électrique de la ligne Bruxelles-Anvers. Ce nouvel équipement permet de réaliser automatiquement dans la voiture, et suivant les saisons, la ventilation chaude, la ventilation fraîche et la ventilation refroidie.

Ce système réalise un confort incomparablement supérieur à celui dont les voyageurs ont disposé jusqu'à ce jour, et il sera possible de le prévoir dans l'équipement des nouvelles voitures métalliques.

**Diffusion de l'air.** — L'un des points les plus délicats d'une installation de ventilation mécanique est la diffusion de l'air dans les enceintes. Cette diffusion doit se faire sans créer la moindre sensation de courant d'air. Le système appliqué par la Société Nationale des Chemins de fer belges résoud parfaitement la question et permet de ventiler énergiquement un endroit relativement exigü sans incommoder les occupants. Les appareils sont réglables.

**Eclairage.** — L'éclairage des voitures a été complètement modernisé. Il assure aux voitures une lumière uniforme et plus intense que celle donnée par les anciens appareils. De grands progrès ont été réalisés en ce qui concerne l'esthétique des appareils constitués suivant les cas de plafonniers encastrés et dans d'autres de plafonniers combinés avec des appliques disposées au-dessus des sièges (1<sup>er</sup> et 2<sup>m</sup>e classes) des voitures internationales et 1<sup>re</sup> classe des voitures de service intérieur. Tous ces appareils sont munis de réflecteurs en verre argenté ou en émail répartissant convenablement la lumière.

En général, il est fait usage dans les compartiments de plafonniers disposés de chaque côté au-dessus des banquettes sauf dans le cas d'utilisation des appliques.

**Glaces.** — Dans les voitures modernes, toutes les glaces sont munies d'un système d'équilibrage permettant de maintenir celles-ci à la hauteur désirée par le voyageur, avec maniement sous effort constant. De plus, en cas de choc, il importe que les glaces présentent un maximum de résistance car en cas de bris leurs éclats sont très dangereux pour les voyageurs. On emploie donc des glaces trempées de type « Sécurité » ou autres.

**Planchers.** — Jadis les planchers étaient en bois. Ils présentaient l'inconvénient d'être combustibles et de produire des éclats dangereux en cas de destruction des voitures. Actuellement les planchers sont constitués en tôles galvanisées ondulées en queue d'aronde. Ces tôles sont recouvertes d'un léger magnésien dont le nettoyage est facile. Ce plancher est beaucoup plus hygiénique que celui employé ultérieurement.

**Sièges.** — Ceux-ci sont en général étudiés pour donner un maximum de confort au voyageur. Souvent ils peuvent être aménagés de façon à former des couchettes. Les accoudoirs peuvent alors s'effacer entièrement et les sièges être retirés de façon à constituer un lit d'une largeur suffisante.

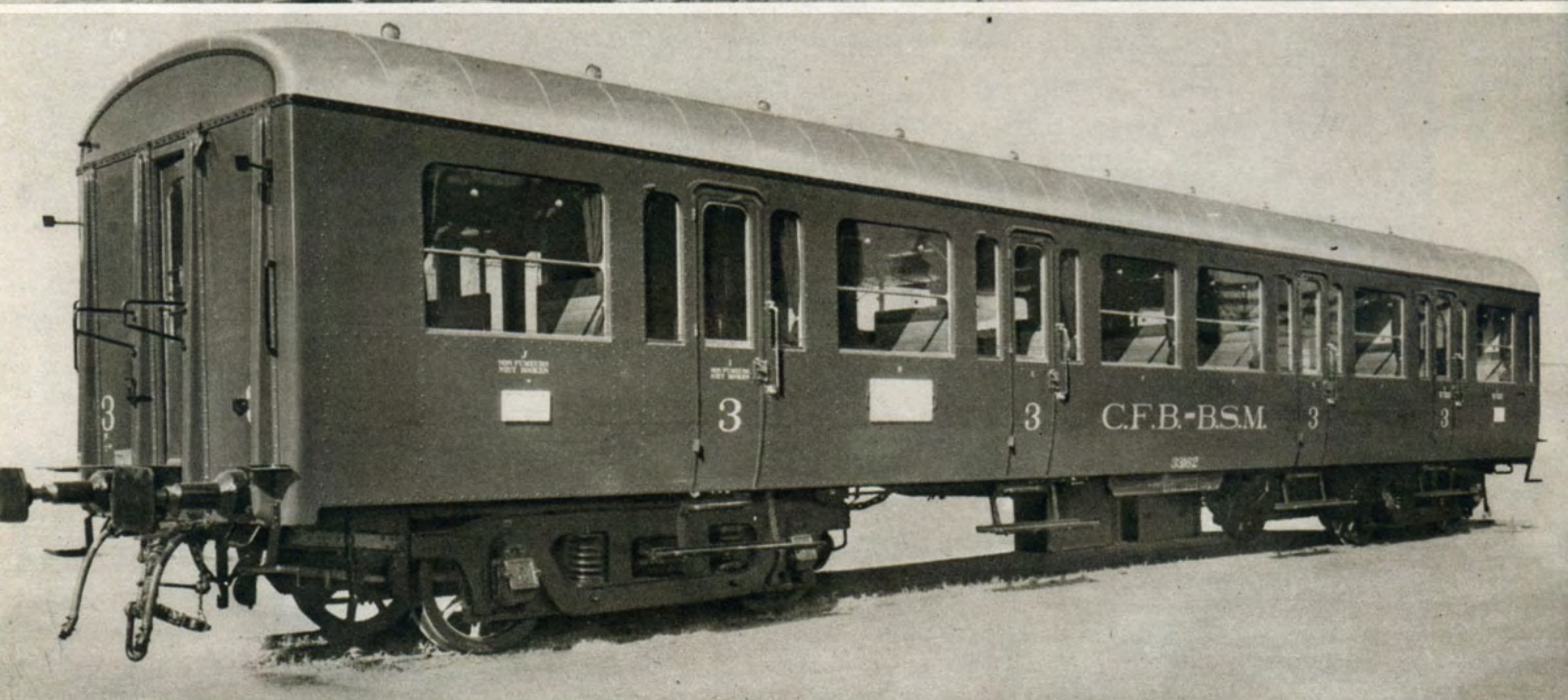
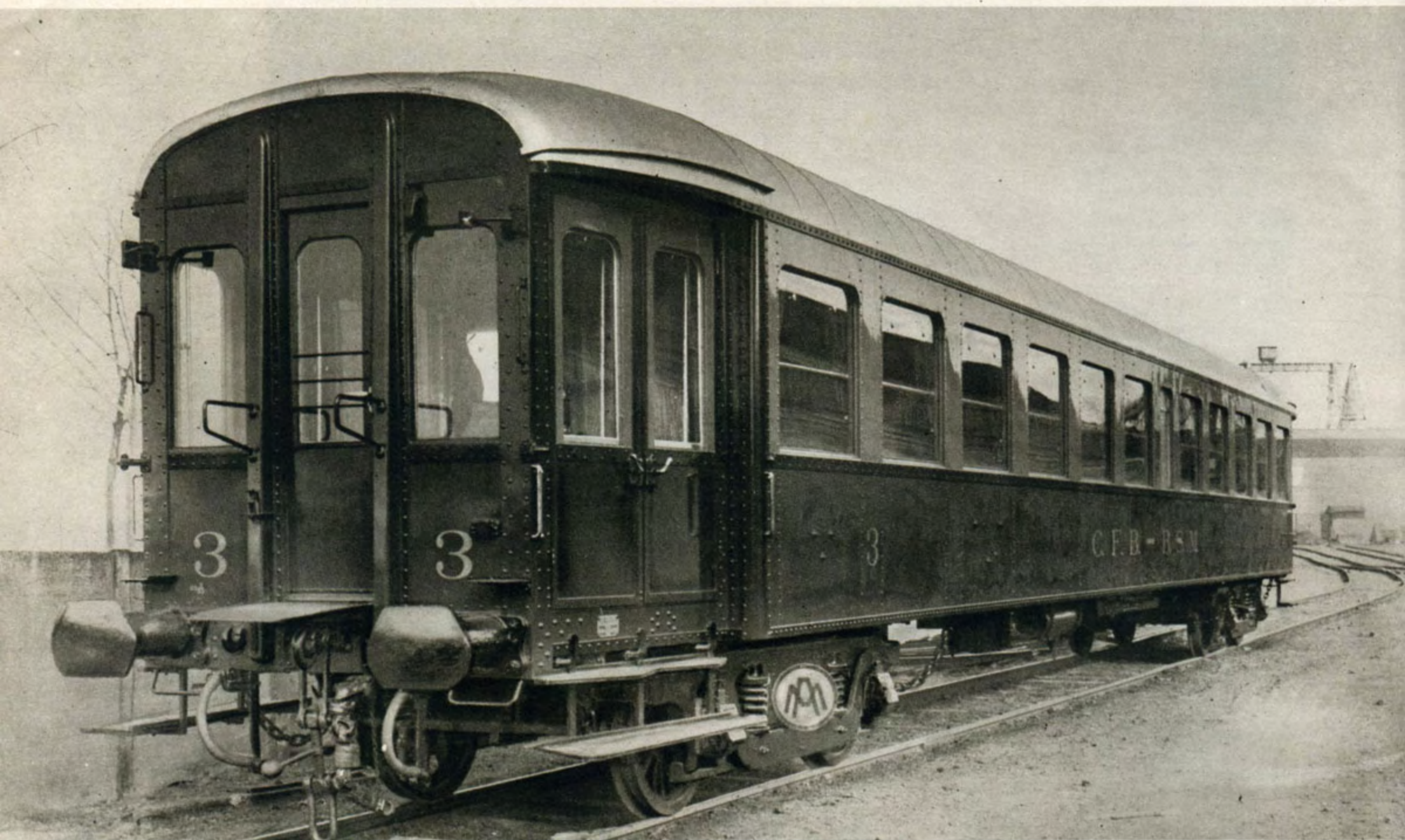


FIG. 40. VOITURE DE 22 METRES POUR SERVICE INTERIEUR. ENSEMBLE. 3<sup>me</sup> CLASSE.  
 FIG. 41. VOITURE DE 18 METRES POUR SERVICE INTERIEUR. ENSEMBLE. 3<sup>me</sup> CLASSE.

# QUELQUES VOITURES METALLIQUES DE LA S. N. DES CHEMINS DE FER BELGES

Avant de donner quelques indications et photographies relatives à ces voitures, il nous paraît intéressant d'en montrer le mode de construction en grande série. Tout le travail est fait à la chaîne et l'emploi du métal pour l'exécution des parties constitutives de ces voitures est particulièrement favorable à l'organisation du travail (voir fig. 29-30).

FIG. 29, 30.

Ces photographies montrent la façon rationnelle avec laquelle les opérations de montage sont effectuées. On y voit les phases successives d'assemblage des parties constitutives : châssis, longs-pans, toitures, et enfin, la terminaison de l'ensemble de la voiture. Dans l'étude méticuleuse des temps nécessaires et de l'organisation méthodique du travail résulte un prix de revient réduit.

Voici la décomposition du matériel métallique appartenant à la société nationale des chemins de fer belges :

Voitures internationales de 1 <sup>re</sup> et 2 <sup>me</sup> classes.....	50
Voitures internationales de 3 <sup>me</sup> classe .....	50
Fourgons internationaux .....	15
Voitures de 22 mètres 1 <sup>re</sup> et 2 <sup>me</sup> classes .....	122
Voitures de 22 mètres 2 <sup>me</sup> classe .....	40
Voitures de 22 mètres 3 <sup>me</sup> classe .....	247
Voitures-fourgons de 22 mètres 2 <sup>me</sup> classe .....	40
Voitures-fourgons de 22 mètres 3 <sup>me</sup> classe .....	53
Voitures de 18 mètres 1 <sup>re</sup> et 2 <sup>me</sup> classes .....	50
Voitures de 18 mètres 2 <sup>me</sup> classe .....	20
Voitures de 18 mètres 3 <sup>me</sup> classe .....	190
Voitures-fourgons de 18 mètres 2 <sup>me</sup> classe .....	20
Voitures-fourgons de 18 mètres 3 <sup>me</sup> classe .....	30
Fourgons de 14 m. 300 .....	53
Voitures métalliques pour la ligne électrique Bruxelles-Anvers .....	48
Total .....	1,028

Nous donnons ci-après la description de quelques-unes de ces voitures :

## VOITURES INTERNATIONALES MIXTES DE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES

La figure 31 représente ce type de voitures dont voici les principales dimensions :

FIG. 31.

Longueur de la voiture .....	21 mètres.
Largeur extérieure .....	2 m. 932
Hauteur maxima au-dessus du rail .....	3 m. 890
Nombre de places 1 <sup>re</sup> classe .....	12
Nombre de places 2 <sup>me</sup> classe .....	48
Empattement de bogies .....	14 m. 400
Ecartement des roues des bogies .....	2 m. 500
Poids total à vide .....	48 T. 555
Diamètre au roulement .....	1 m. 010





FIG. 42. VOITURE DE 18 METRES POUR SERVICE INTERIEUR VUE INTERIEURE DU COMPARTIMENT DE 3<sup>me</sup> CLASSE.

Le revêtement intérieur de ces voitures est constitué de panneaux contre-plaqués avec marqueteries, les boiseries sont massives, en acajou poli. Les cuivreries sont en métal blanc patiné, les plafonds sont recouverts de tissus collés sur des tôles en aluminium. Les baies de fenêtres sont larges de 1,200 mm., les glaces mobiles sont équilibrées sur appareils compensateurs, des tablettes mobiles sont prévues devant chaque fenêtre. Chaque compartiment est muni de cendriers.

Les sièges des compartiments de 1<sup>re</sup> classe sont à tirer pour former couchette; ils sont recouverts d'un tissu en velours épingle à dessins modernes d'un ton brun clair avec tapis assortis placés sur le linoleum et le feutre. Le même tapis est prévu dans le couloir des premières. Les sièges des secondes classes sont en velours vert avec coussin. Le plancher y est recouvert de linoleum sur feutre, les fenêtres sont munies de stores automatiques d'une teinte assortie aux sièges. Le chauffage muni de modérateurs est du système Westinghouse. Il est disposé sous les sièges et longe le couloir. L'éclairage électrique est du système Dick. Chaque voiture est munie de 2 cabinets de toilette disposés à chaque extrémité. L'éclairage se fait par plafonniers centraux encastrés et par des liseuses disposées au-dessus des sièges.

La fig. 32 représente un compartiment de 1<sup>re</sup> classe ; la fig. 33 un compartiment de 2<sup>me</sup> classe et la fig. 34 et 35 un cabinet de toilette.

FIG. 32, 33.  
FIG. 34, 35.

## VOITURES MIXTES DE 1<sup>re</sup> ET 2<sup>me</sup> CLASSES DE 22 METRES P O U R S E R V I C E I N T E R I E U R

Cette voiture est représentée par la figure 36.

FIG. 36.

Voici les caractéristiques principales de ces voitures :

Longueur de la voiture .....	22 mètres.
Largeur extérieure .....	2 m. 985
Hauteur maxima au-dessus du rail .....	3 m. 950
Nombre de places 1 <sup>re</sup> classe .....	12
Nombre de places 2 <sup>me</sup> classe .....	52
Empattement des bogies .....	15 m. 500
Ecartement des roues des bogies .....	1 m. 435
Poids total à vide .....	43 T. 500
Diamètre au roulement .....	1 m. 010

Pour la décoration de ces voitures on a fait un large appel aux bois coloniaux disposés en panneaux tant dans les compartiments que dans les couloirs. Les voitures possèdent dans les compartiments de 2<sup>me</sup> classe un corridor intérieur fermé par des portes donnant sur les plateformes d'accès. Le sol est recouvert d'un terrazolith coulé et le plafond garni d'une percaline blanche.

Les banquettes très confortables sont à deux places munies d'accoudoirs, le porte-bagages est double dont le plus petit est réservé aux objets délicats. Des tablettes fixes sont disposées devant les fenêtres largement dimensionnées, elles sont garnies de cendriers placés en creux. Les glaces sont en « Sécurité » et protégées par une barre métallique destinée à faciliter le passage de bagages. L'éclairage se fait par plafonniers centraux en verre dépoli. Les premières classes sont luxueuses; elles sont à compartiments fermés, l'éclairage se fait par un plafonnier central qui est doublé par des liseuses à commandes individuelles. Le revêtement des banquettes est bleu ainsi que les tapis. Les cabinets de toilette sont garnis de lavabos à pied de faïence blanche.

La fig. 37 donne la vue intérieure du couloir de ces voitures, la fig. 38 la vue intérieure d'un compartiment de 2<sup>me</sup> classe, et la fig. 39 l'aspect d'un compartiment de 1<sup>re</sup> classe.

FIG. 37, 38.  
FIG. 39.

## VOITURES DE 3<sup>me</sup> CLASSE DE 22 MÈTRES POUR SERVICE INTÉRIEUR

FIG. 40.

La fig. 40 représente l'ensemble de cette voiture dont les caractéristiques sont les suivantes :

Longueur de la voiture .....	22 mètres.
Largeur extérieure .....	2 m. 960.
Hauteur maxima au-dessus du rail .....	4 m. 150
Nombre de places .....	108
Empattement des bogies .....	15 m. 500
Ecartement des roues des bogies .....	2 m. 500
Poids total à vide .....	41 T. 855
Diamètre au roulement .....	1 m. 010

Tout le revêtement est constitué de panneaux en chêne contre-plaqué avec encadrement en même essence, les cuivrieres sont en métal léger, les plafonds sont en tôles peintes en ton crème. Les sièges sont en lattes de chêne clair sur pieds en acier embouti. Le plancher est en ciment léger « Fibrolith » de teinte brune, les fenêtres ont 1 m. 200 de largeur, les glaces en « Sécurité » sont équilibrées avec dispositif du système Héra. Le chauffage est du système Westinghouse avec radiateurs sous les sièges, l'éclairage est électrique du système Stone.

Ces voitures comportent un cabinet de toilette placé au centre du véhicule.

## VOITURES DE 18 MÈTRES DE 3<sup>me</sup> CLASSE POUR LE SERVICE INTÉRIEUR

FIG. 41.

La fig. 41 montre l'ensemble de ces voitures; elles sont à portières latérales, elles répondent aux caractéristiques suivantes :

Longueur de la voiture .....	18 mètres.
Largeur intérieure .....	2 m. 930
Hauteur maxima au-dessus du rail .....	3 m. 950
Nombre de places .....	97
Empattement des bogies .....	12 m. 300
Ecartement des roues des bogies .....	2 m. 500
Poids total à vide .....	37 T. 800
Diamètre au roulement .....	1 m. 010

Les caractéristiques constructives sont à peu près les mêmes que celles des voitures de 3<sup>me</sup> classe décrites ci-dessus, hormis les boiseries qui sont avec panneaux contreplaqués en chêne. Les voitures comportent un cabinet de toilette à l'extrémité. Enfin, au point de vue de la sécurité il a été prévu à chaque bout un espace libre de 650 mm. formant compartiment tampon; la fig. 42 représente l'intérieur de ces voitures.

FIG. 42.

Ajoutons que pour toutes ces voitures l'isolement est soigneusement prévu par interposition de liège dans les parois et de celotex dans les plafonds.

Toutes ces voitures ont été étudiées avec la collaboration des services techniques de la Société Nationale qui, avec une compétence et un soin méticuleux, sont arrivés à mettre sur pied ces véhicules. Ceux-ci peuvent être comparés aux modèles des compagnies étrangères.

En vue de la commande éventuelle des 2,000 nouvelles voitures, de nouvelles études ont été entreprises et il est hors de doute que si les projets du Conseil d'Administration des chemins de fer belges peuvent être réalisés, notre réseau se trouvera en possession d'un des meilleurs matériels métalliques existants.



# T A B L E A U   A N N E X E   N ° 1

NUMERO DES COLONNES DE LA STATIS- TIQUE INTER- NATIONALE	DESIGNATION	1931	1932	1933
	Effectif des voitures :			
4	à 2 essieux .....	1,072	910	515
5	à 3 essieux .....	6,944	6,859	6,646
6	à 4 essieux .....	719	701	969
7	à 6 essieux .....	3	3	3
	Total .....	8,738	8,473	8,133
9	Nombre total des essieux .....	25,810	25,473	24,803
	Nombre des places y compris les places de luxe :			
10	de 1 <sup>re</sup> classe .....	19,312	18,445	17,410
11	de 2 <sup>me</sup> classe .....	78,451	76,766	75,862
12	de 3 <sup>me</sup> classe .....	368,567	359,996	357,571
13	Total .....	466,330	455,207	450,843
14	Nombre moyen de voitures par kilomètre exploité.	1.81	1.75	1.67
15	Effectif des fourgons à bagages :			
	à 2 essieux .....	56	47	30
16	à 3 essieux .....	1,281	1,251	1,163
17	à 4 essieux .....	71	77	82
18	Total .....	1,408	1,375	1,275
19	Nombre total des essieux .....	4,237	4,155	3,915
20	Nombre moyen de fourgons par kilomètre exploité.	0.29	0.28	0.26
	Voitures et fourgons n'appartenant pas à la Société mais immatriculés dans son parc :			
21	Effectif .....	102	62	60
22	Nombre total d'essieux .....	335	223	217
	Véhicules divers .....	—	—	—
	Voitures funéraires .....	5	4	4
	Wagons fermés pour petits colis .....	258	—	—
	Trucks et wagons fermés pour équipages .....	50	—	—
	Boxes et wagons pour chevaux .....	26	—	—
	Matériel divers .....	27	67	82
	Nombre de places en moyenne par voiture .....	53	53	65



T A B L E A U A N N E X E N° II										
	NOMBRE DE VOITURES PAR CLASSE						NOMBRE DE PLACES PAR CLASSE			
	Mixte Mixte									
TYPES	1	2	3	1-2	1-2-3	TOTAL	1	2	3	TOTAL
1) à bogie, à couloir à soufflet, 4 essieux .....	18	20	119	186	36	379	3,485	6,988	10,145	20,618
2) à bogie, à couloir sans soufflet, 4 essieux .....	—	—	14	—	—	14	—	—	1,194	1,194
3) à bogie et compartiments sans soufflet, 4 essieux .....	—	33	215	43	20	311	674	3,689	19,561	23,924
<b>TOTAL A BOGIE.</b>	<b>18</b>	<b>53</b>	<b>348</b>	<b>229</b>	<b>56</b>	<b>704</b>	<b>4,159</b>	<b>10,677</b>	<b>30,900</b>	<b>45,736</b>
4) à 3 essieux .....	—	155	4,637	1,674	393	6,859	13,018	61,771	295,505	370,294
5) à 2 essieux .....	—	—	648	138	124	910	1,268	4,318	33,591	39,177
<b>TOTAL SANS BOGGIE.</b>	<b>—</b>	<b>155</b>	<b>5,285</b>	<b>1,812</b>	<b>517</b>	<b>7,769</b>	<b>14,286</b>	<b>66,089</b>	<b>329,096</b>	<b>409,471</b>
<b>TOTAL SANS BOGIE.</b>	<b>—</b>	<b>155</b>	<b>5,633</b>	<b>2,041</b>	<b>573</b>	<b>8,473</b>	<b>18,445</b>	<b>76,766</b>	<b>359,996</b>	<b>455,207</b>

T A B L E A U A N N E X E N° III										
	NOMBRE DE VOITURES PAR CLASSE						NOMBRE DE PLACES PAR CLASSE			
	Mixte Mixte									
TYPES	1	2	3	1-2	1-2-3	TOTAL	1	2	3	TOTAL
1) à bogie, à couloir à soufflet, flet, 4 essieux .....	18	19	141	196	36	410	3,503	7,792	11,225	22,520
2) à bogie, à couloir sans soufflet, 4 essieux .....	—	—	119	29	—	148	348	1,508	12,296	14,152
3) à bogie et compartiments sans soufflet, 4 essieux .....	—	33	299	62	20	414	902	4,525	27,709	33,136
<b>TOTAL A BOGIE.</b>	<b>18</b>	<b>52</b>	<b>559</b>	<b>287</b>	<b>56</b>	<b>972</b>	<b>4,753</b>	<b>13,825</b>	<b>51,230</b>	<b>69,808</b>
4) à 3 essieux .....	—	150	4,500	1,559	397	6,646	12,139	59,758	286,467	358,364
5) à 2 essieux .....	—	—	366	55	94	515	518	2,279	19,874	22,671
<b>TOTAL SANS BOGIE.</b>	<b>—</b>	<b>150</b>	<b>4,866</b>	<b>1,656</b>	<b>491</b>	<b>7,161</b>	<b>12,657</b>	<b>62,037</b>	<b>306,341</b>	<b>381,035</b>
<b>TOTAL GENERAL.</b>	<b>18</b>	<b>202</b>	<b>5,425</b>	<b>1,941</b>	<b>547</b>	<b>8,133</b>	<b>17,410</b>	<b>75,862</b>	<b>357,571</b>	<b>450,843</b>



VOITURES METALLIQUES

# ALL-METAL ROLLING STOCK FOR BELGIUM.

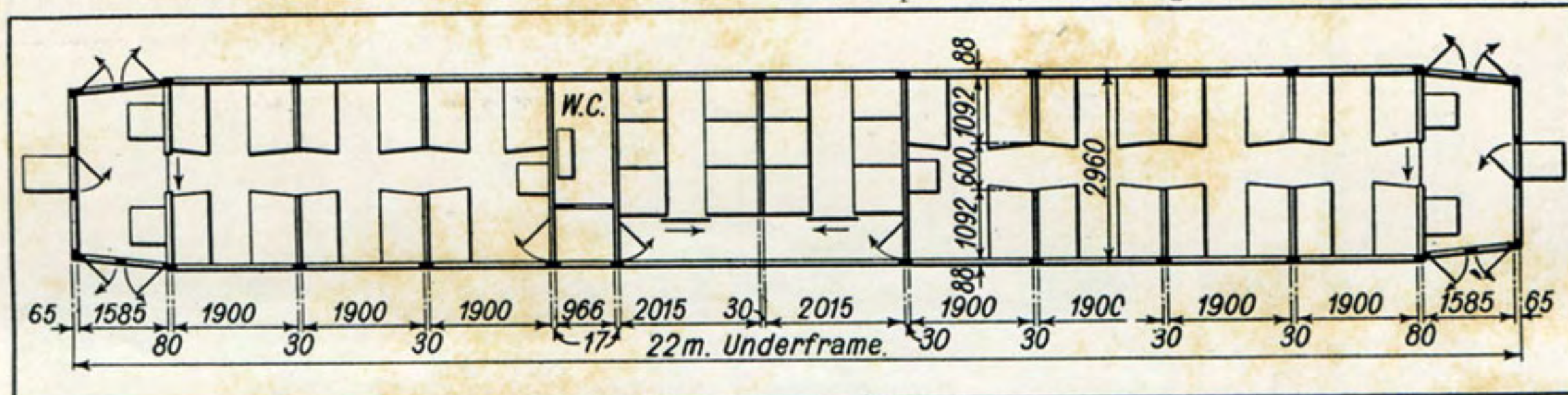
## New Anti-Telescoping Device

**I**N 1932 the Société Nationale des Chemins de Fer Belges placed an order with a number of Belgian firms for approximately one thousand all-metal coaches of three different types. Whilst differing in length and in the interior disposition of the body, according to whether they are intended for international, main line or local services, the main constructional features of the three types of coach are essentially the same. Consequently, the description which follows has been restricted to the com-

The tare of the coach is 43 tons, and it comprises two first class compartments and seven second class compartments, providing a total seating accommodation for 72 persons.

### The Vierendeel Truss.

The structural design of the new coaches, as may be seen by reference to the accompanying illustrations, constitutes a noticeable departure from current practice, including, as it does, several novel

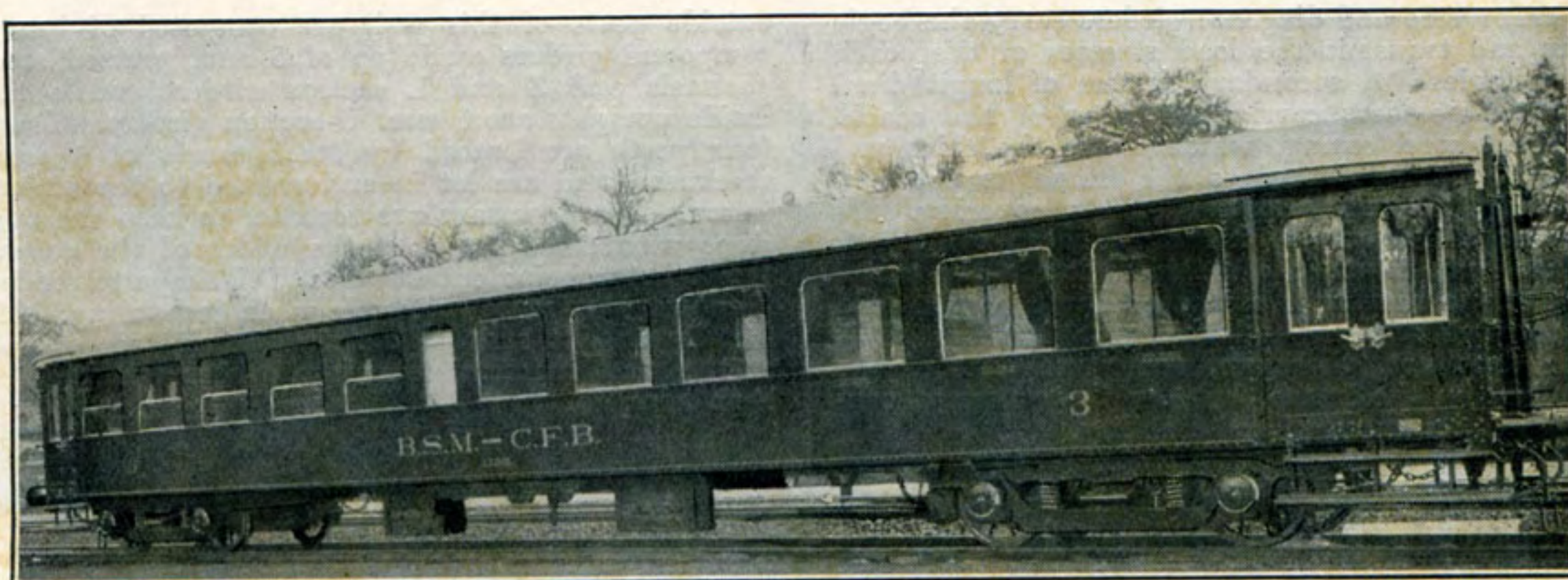


Plan showing general arrangement of the all-metal composite first and second class main line passenger coaches built by the Société Baume-Marpent, of Haine St. Pierre, Belgium, for the Belgian National Railways.

posite first and second class main line passenger type of coach, the first deliveries of which have just left the Morlanwelz shops of the Société Baume-Marpent, of Haine St. Pierre, Belgium. The principal dimensions of this "Pennsylvania" type of bogie coach are as follows:—

Length over headstocks ... ..	72 ft. 1½ in.
Length over buffers ... ..	76 ft. 5½ in.
Overall width of body ... ..	9 ft. 9¼ in.
Length between bogie centres ... ..	59 ft. 10 in.
Bogie wheelbase ... ..	7 ft. 2¼ in.
Diameter of wheels on tread ... ..	3 ft. 3½ in.

features which, it is believed, will render them practically free from all danger of "telescoping," even when travelling at their maximum speed of 120 km. (nearly 75 miles) an hour. The principal members of the frame comprise two Vierendeel trusses, which have been designed as though intended for a bridge and are transversely braced and sheathed in a casing of 2.5 mm. sheet steel. The Vierendeel truss is a compound girder composed of uprights and longitudinal members specially reinforced at the angles and assembled to form a series of panels the rigidity



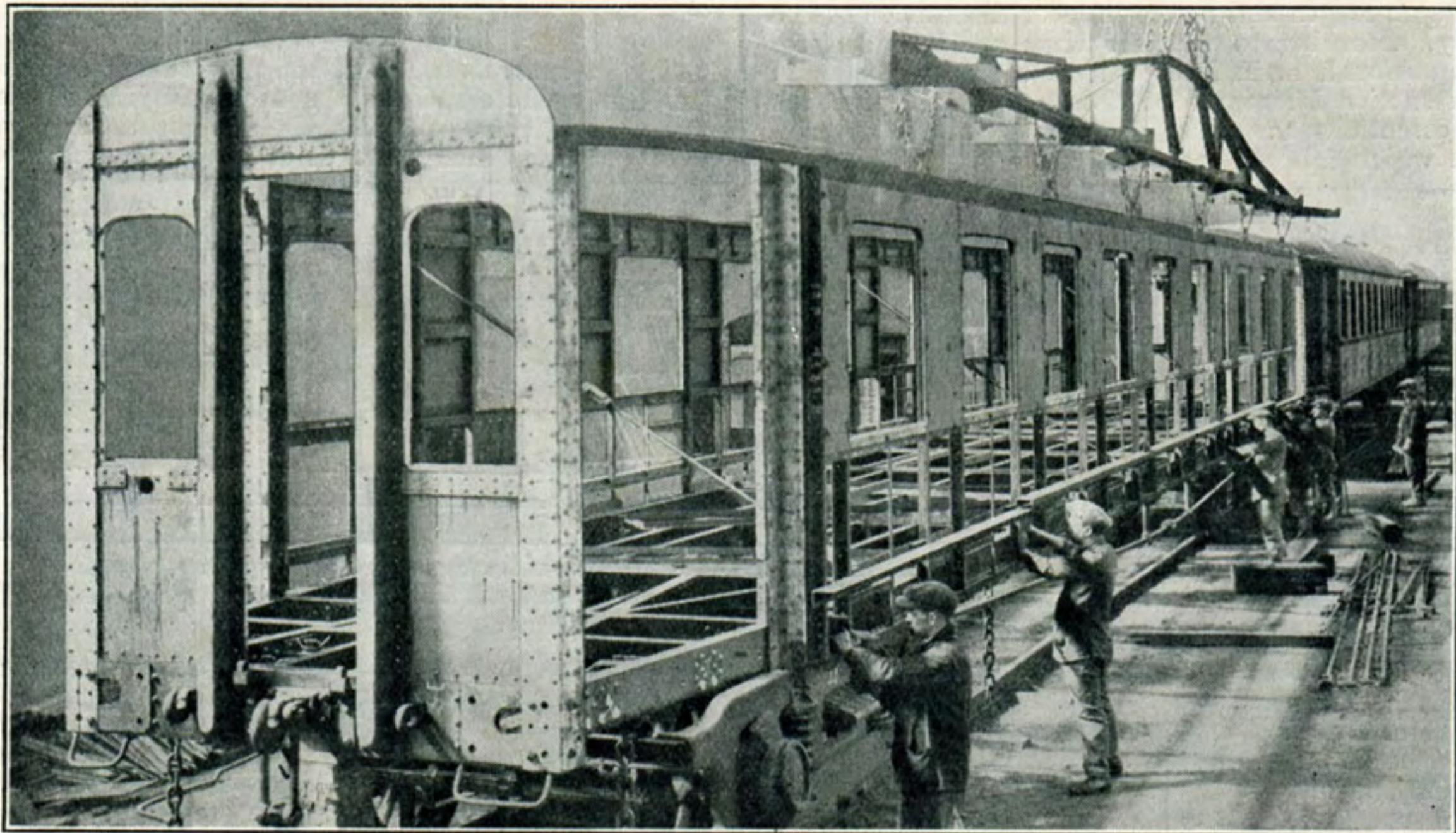
One of the new all-metal third class coaches, Belgian National Railways.

of which is such that the lattice-work, or diagonal struts usually considered indispensable to bridge trusses, are not required. This type of truss, although hitherto applied almost exclusively to bridge building, is claimed to lend itself particularly well to railway carriage construction, the absence of diagonals allowing the designer great latitude for the arrangement of doors and windows, without impairing in any way the rigidity of the frame.

The two Vierendeel trusses form the sides of the frame, the lower longitudinal members of each comprising, at the same time, the main side-sills of the underframe. They are built up of longitudinal U-section girders with Z-section uprights, gusset plates being riveted at the angles. The two lower longitudinal U-section members are connected transversely by profiled cross-members, and fur-

U-section pressed steel uprights, these four pillars being braced by the 2.5 mm. sheet steel end wall to which they are riveted. The end walls, in the event of a serious collision, are intended not to resist but to absorb the greater part of the shock. If the force of the collision should be such that the end walls give way, a further obstacle to the riding of one coach over another is created by the drop-forged door jambs, the pressed steel door frames, and the sheet steel double doors themselves. The whole of the vestibule is thus sacrificed to act as a shock-absorber, while the interior partition wall, which constitutes the last line of defence, is calculated to withstand, without damage, further shock, and so prevent the telescoping of the coach itself.

The drawing on page 7 shows details of the consolidation of the interior partition wall. The



One of the new all-metal composite first and second class main line coaches in process of erection at the Morlanwelz shops of the Société Baume-Marpent.

ther transverse and diagonal girders carry the bogie pivots and transmit the load stresses of the coach to the bogies. A secondary system of longitudinal and cross-members carries the floor of the coach. The sheet steel casing, which forms the sides and the roof, and is riveted to the frame, is not considered by the designers purely as a covering. Its stiffening effect on the frame has been evaluated, and has been taken into consideration in the calculation of the resistance of the coach to normal load and tractive stresses and accidental shocks. This casing does not, therefore, constitute part of the dead load on the frame, but, on the contrary, contributes to its strength and stability.

#### Shock-resisting Device.

At each end of the coach the partition wall of the compartment and the end wall of the coach are specially reinforced. Between the two corner pillars, which are of 5 mm. pressed steel, are two 6 mm.

outside posts of this wall are composed of heavy compound girders made up of 5 mm. pressed steel channels and Z and L section girders, while the inside uprights are 6 mm. U-section girders. These four posts are braced by steel panels of 1 mm. thickness, and are let in and riveted to the underframe. The doorways are recessed to keep the two steps within the limits of the width of the coach, the top step being cut away to a W shape to render the lower step more accessible when descending. All metal work, it should be noted, is riveted, except at the most inaccessible points, where welding has been adopted.

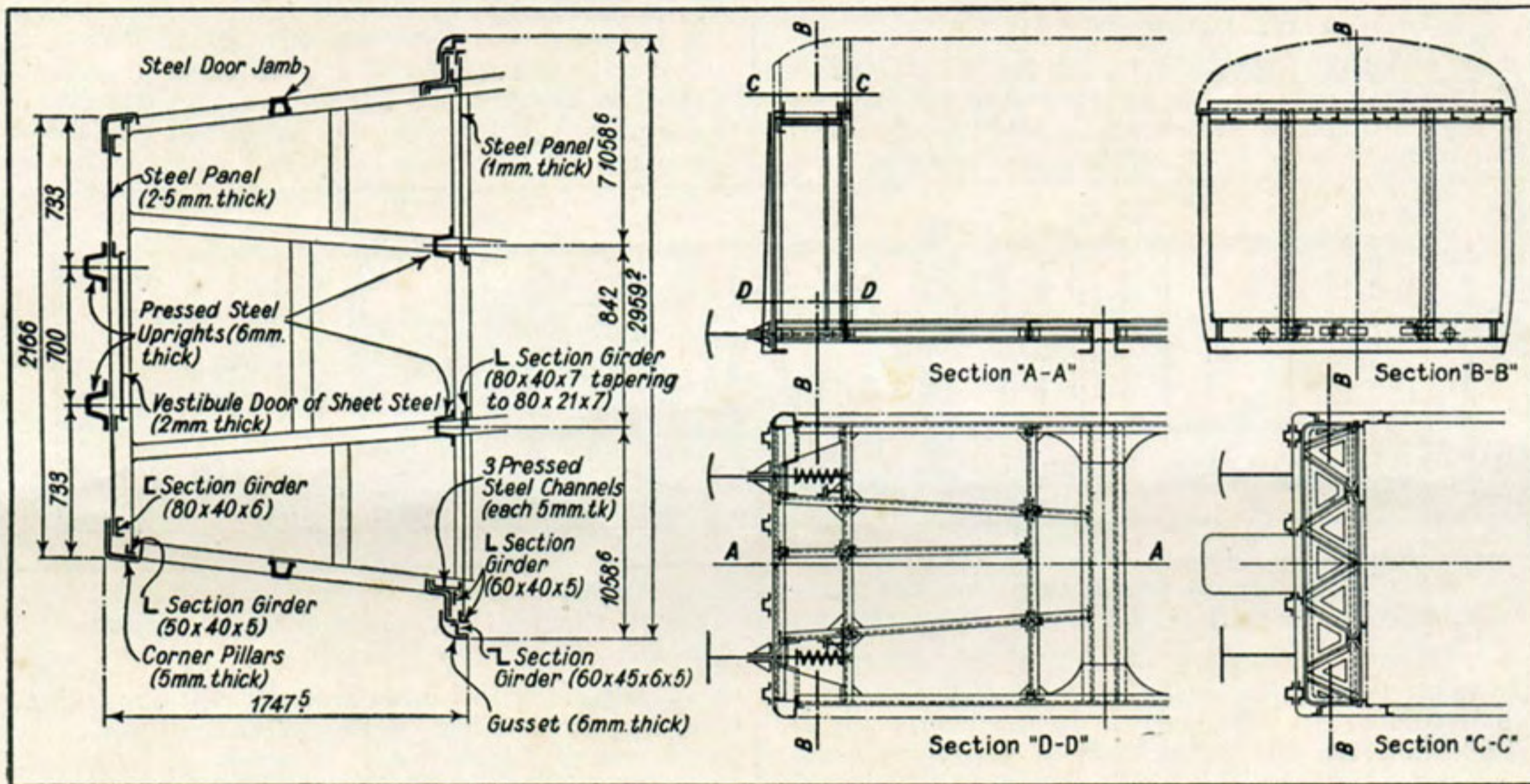
#### Interior Arrangement.

In the composite first and second class coaches the two first class compartments are situated towards the middle of the coach, and are reached by a side corridor. The seven second class compart-

ments are disposed three at one end and four at the other. These compartments are not separated, but have a central gangway. The lavatory is centrally situated between the first and second class compartments. The floor of the coach is built up of corrugated galvanised iron covered with a layer of cement, on which is laid cork sheeting. The final covering is linoleum. The ceiling is of aluminium panelling covered inside with a non-conductible composition, and outside with an impregnated material. All the interior panelling and woodwork is carried out in Kambala and Limba wood from the Belgian Congo, while the metal fittings are in oxidised white bronze. The seats are well sprung, and are upholstered in velvet. The counterpoised windows, 3 ft. 7 in. wide, are of frameless tempered plate glass of great strength.

Electric lighting is supplied by dynamo and bat-

teries, the light fittings being let in flush with the ceiling. The coach is well heated by Anemostat low-pressure steam radiators placed beneath the seats. An air conduit passing between the roof and wall panels ensures adequate ventilation and prevents dampness in the bodywork. In the third class coaches seats are placed face to face on either side of the central gangway. Little improvement, as compared with existing stock, has been made in the third class seating accommodation, the seats being of wood. They are, however, of better design, with lower and deeper seats and slightly curved backs, instead of the high, narrow seat and straight back, as in the old coaches. In the 59 ft. coaches for local services lateral doors are fitted, and there are no end vestibules. A special anti-telescopic arrangement has, therefore, been devised for this type of coach.



Plan showing general arrangement of the anti-telescoping device employed in the construction of the new Belgian all-metal passenger coaches for international and main line services. On the right are four sectional drawings showing the anti-telescoping arrangements incorporated in the new coaches for local services.