



VOITURES METALLIQUES

VOITURES METALLIQUES

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



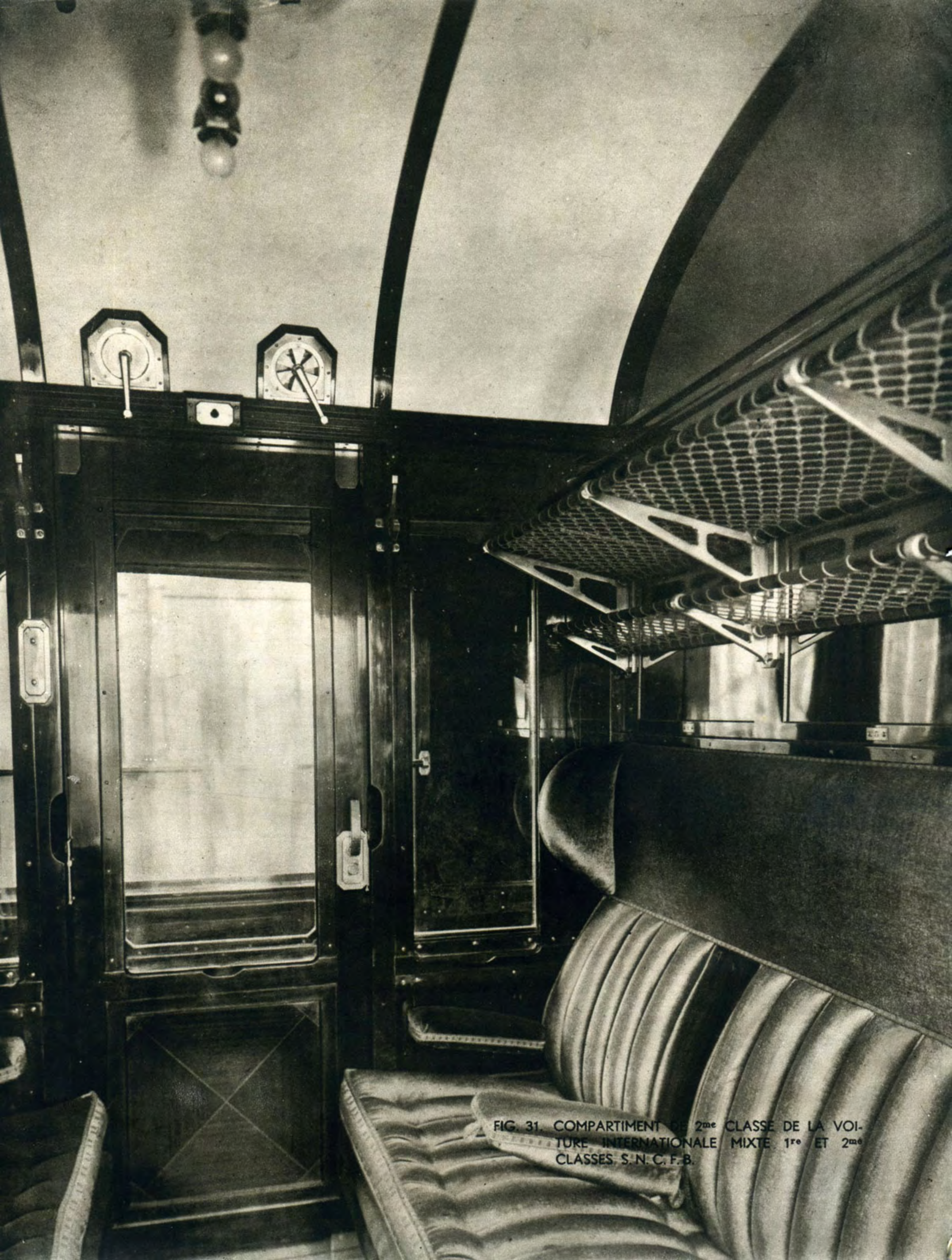


FIG. 31. COMPARTIMENT DE 2^{me} CLASSE DE LA VOI-
TURE INTERNATIONALE MIXTE 1^{re} ET 2^{me}
CLASSES S. N. C. F. B.

S O M M A I R E

1^{re} 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^{me} 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 Etats 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
» que 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 perspective is looking down the length of the car, with windows on both sides and overhead lighting fixtures. The corridor is empty, and the text is overlaid in the center.

1^{er} PARTIE

**LE PROBLEME DE LA
VOITURE METALLIQUE**

FIG. 37. VOITURE MIXTE DE 1^{re} ET 2^{me} CLASSES DE 22 METRES S. N. C. F. B. — VUE INTERIEURE DU COULOIR.

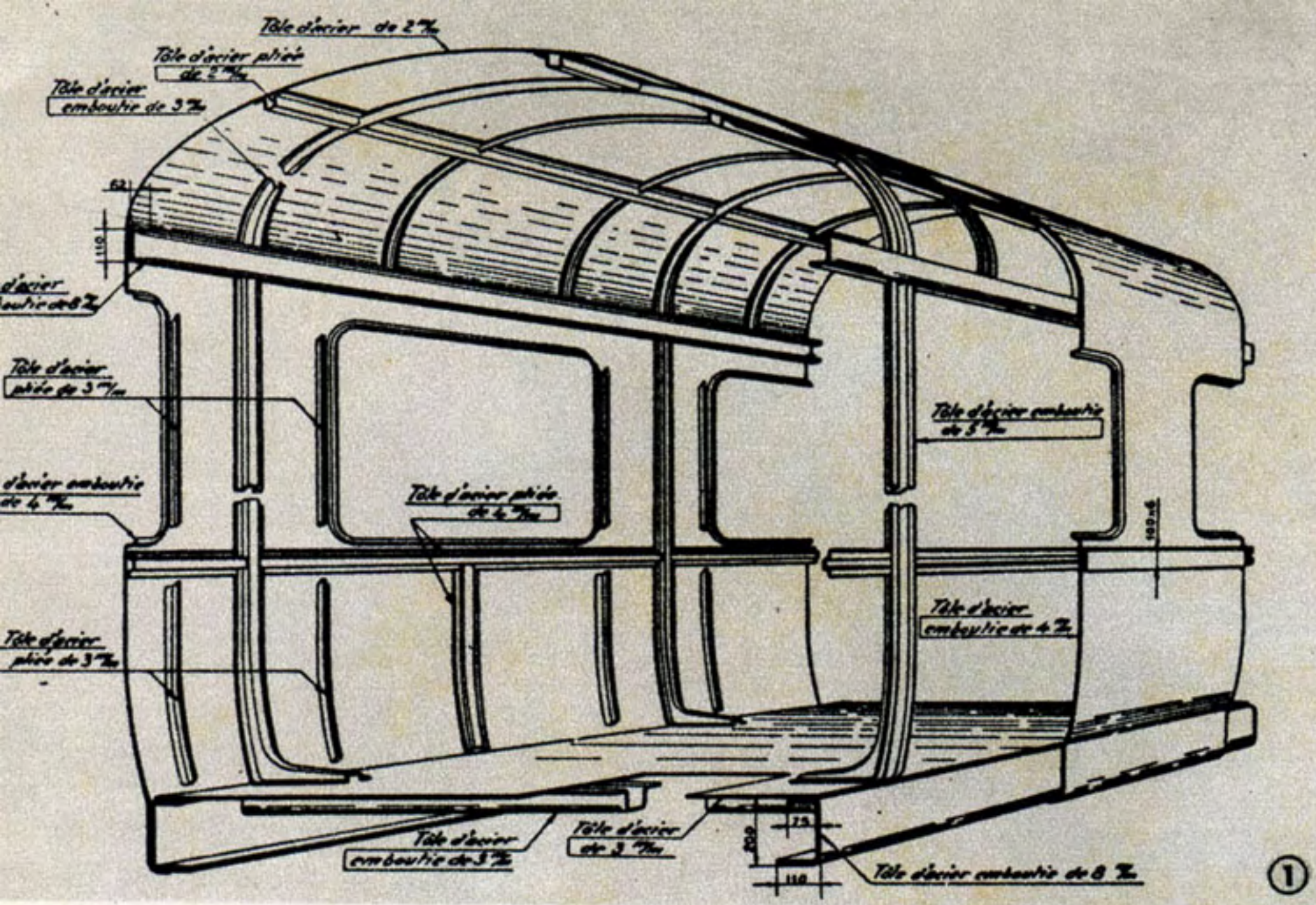


FIG. 1. CHEMIN DE FER DE L'ETAT FRANÇAIS. VOITURES MÉTALLIQUES DE GRANDES LIGNES. CHARPENTE.

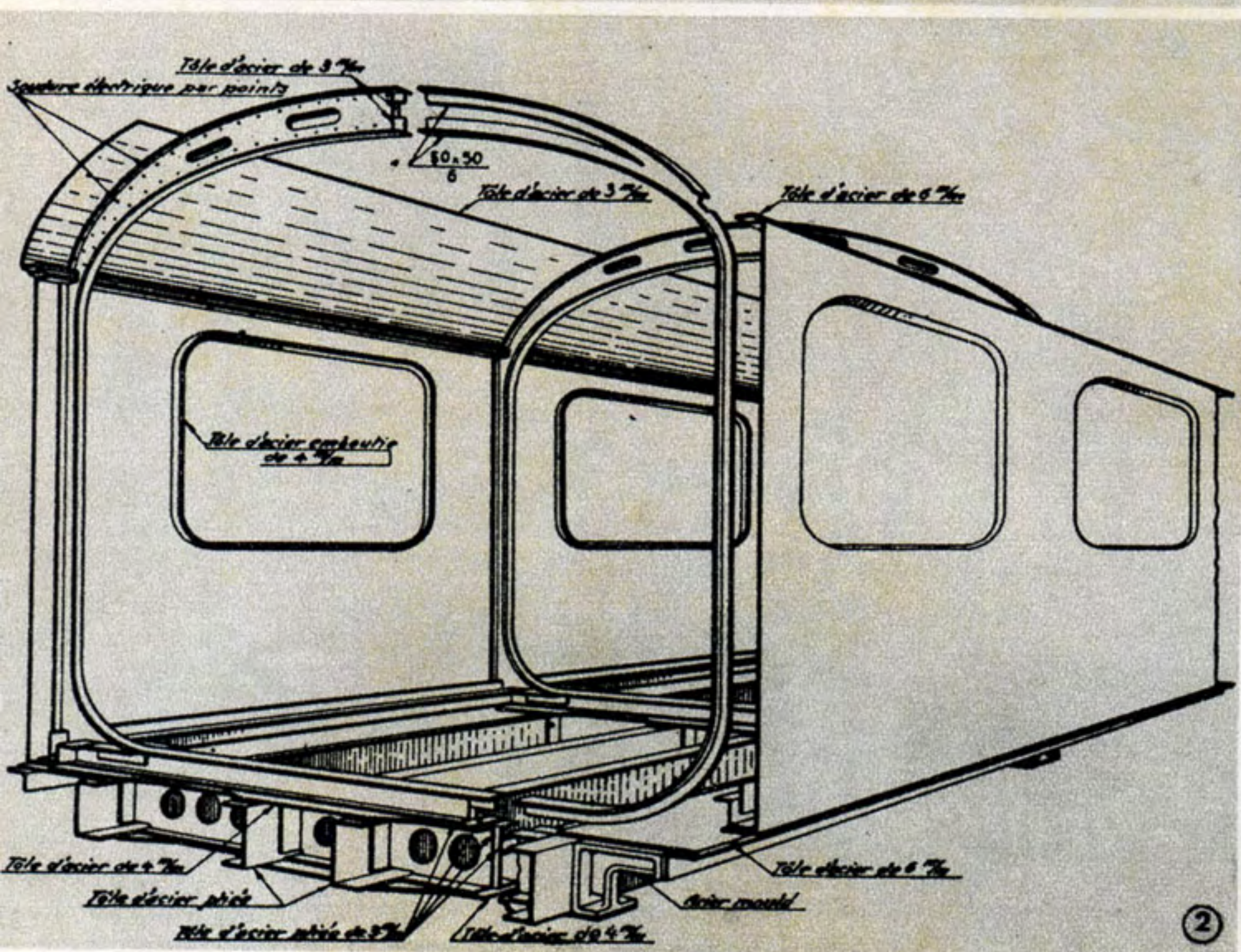
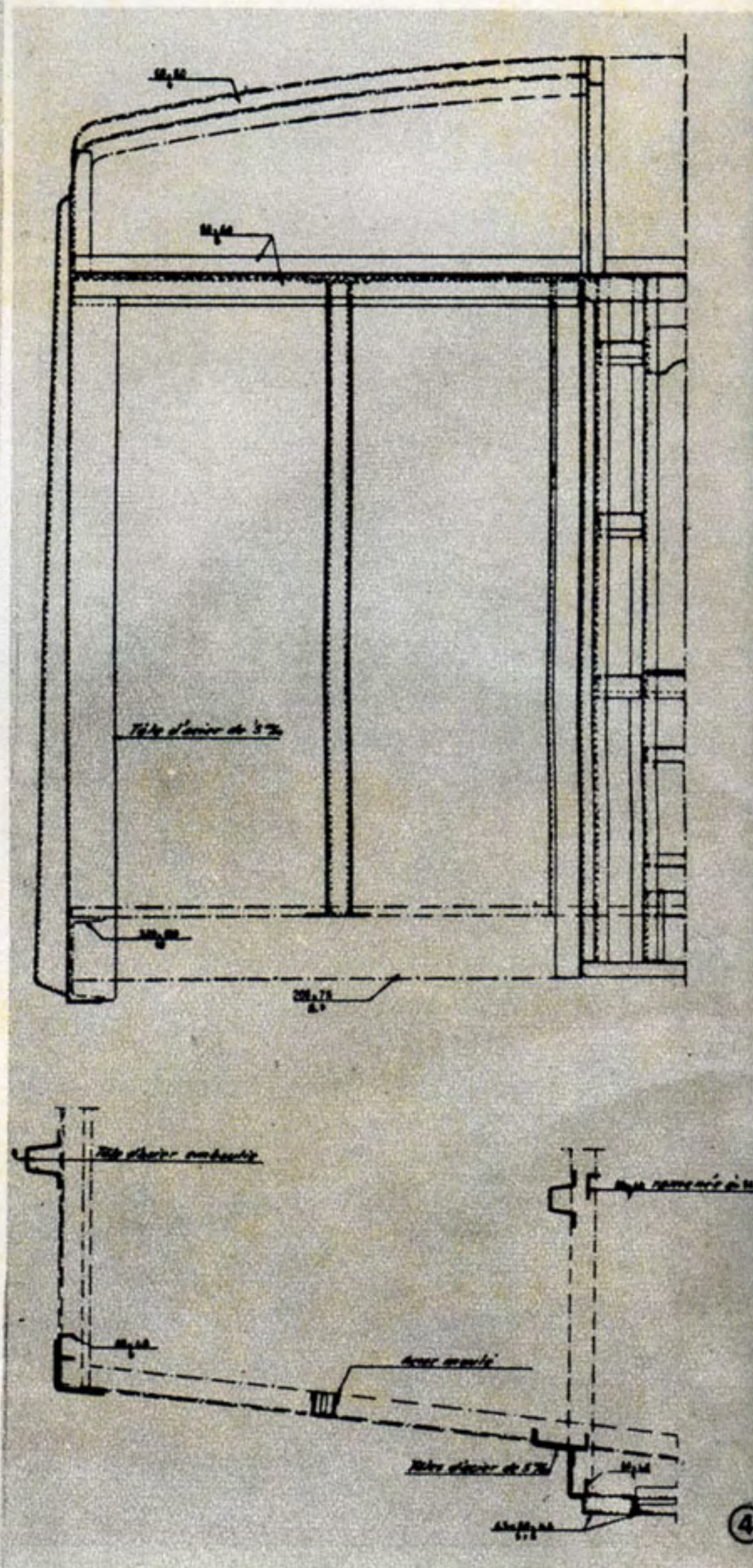


FIG. 2. CHEMIN DE FER DU NORD FRANÇAIS. VOITURES MÉTALLIQUES DE BANLIEUE. CHARPENTE.

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.

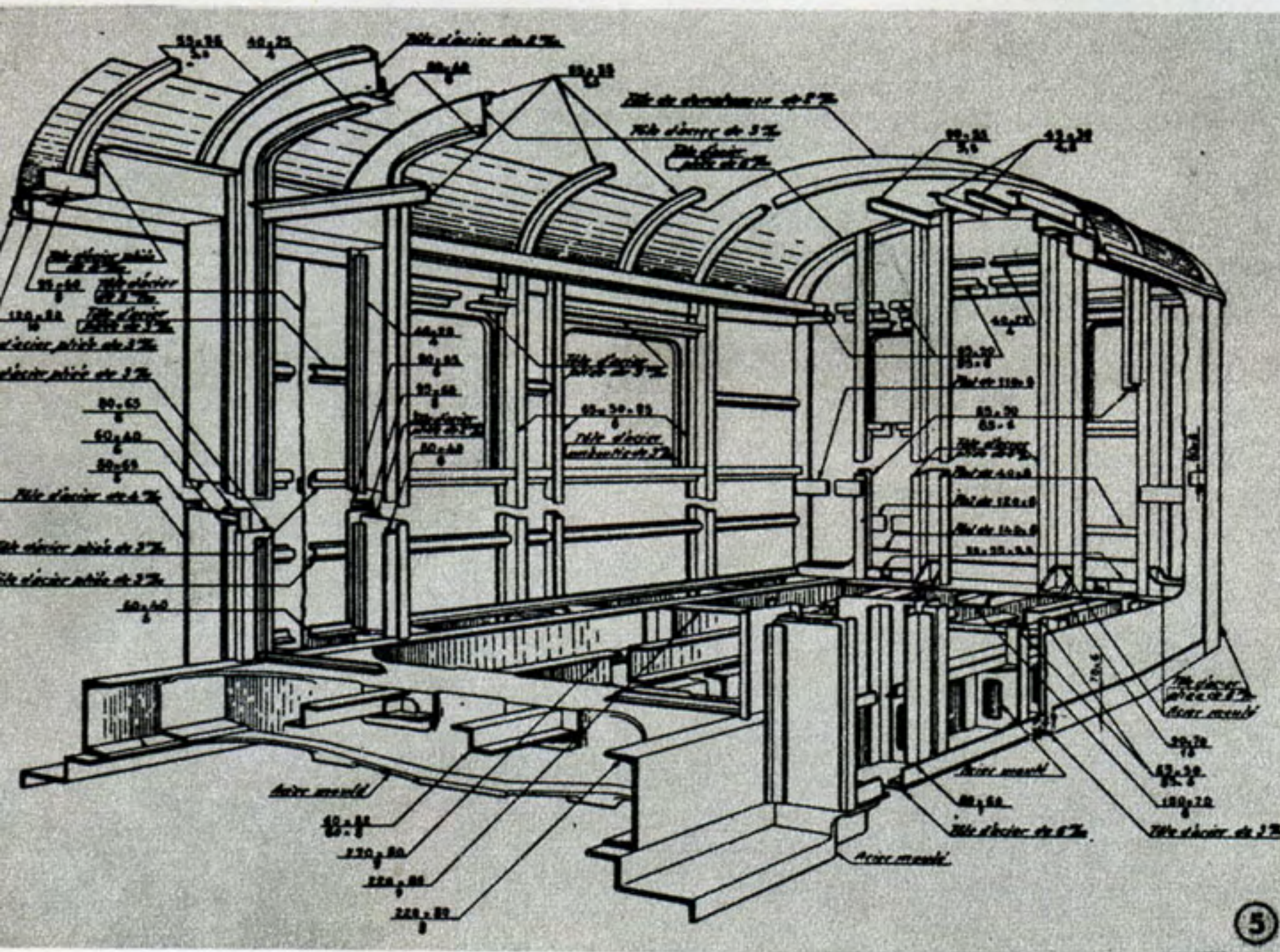
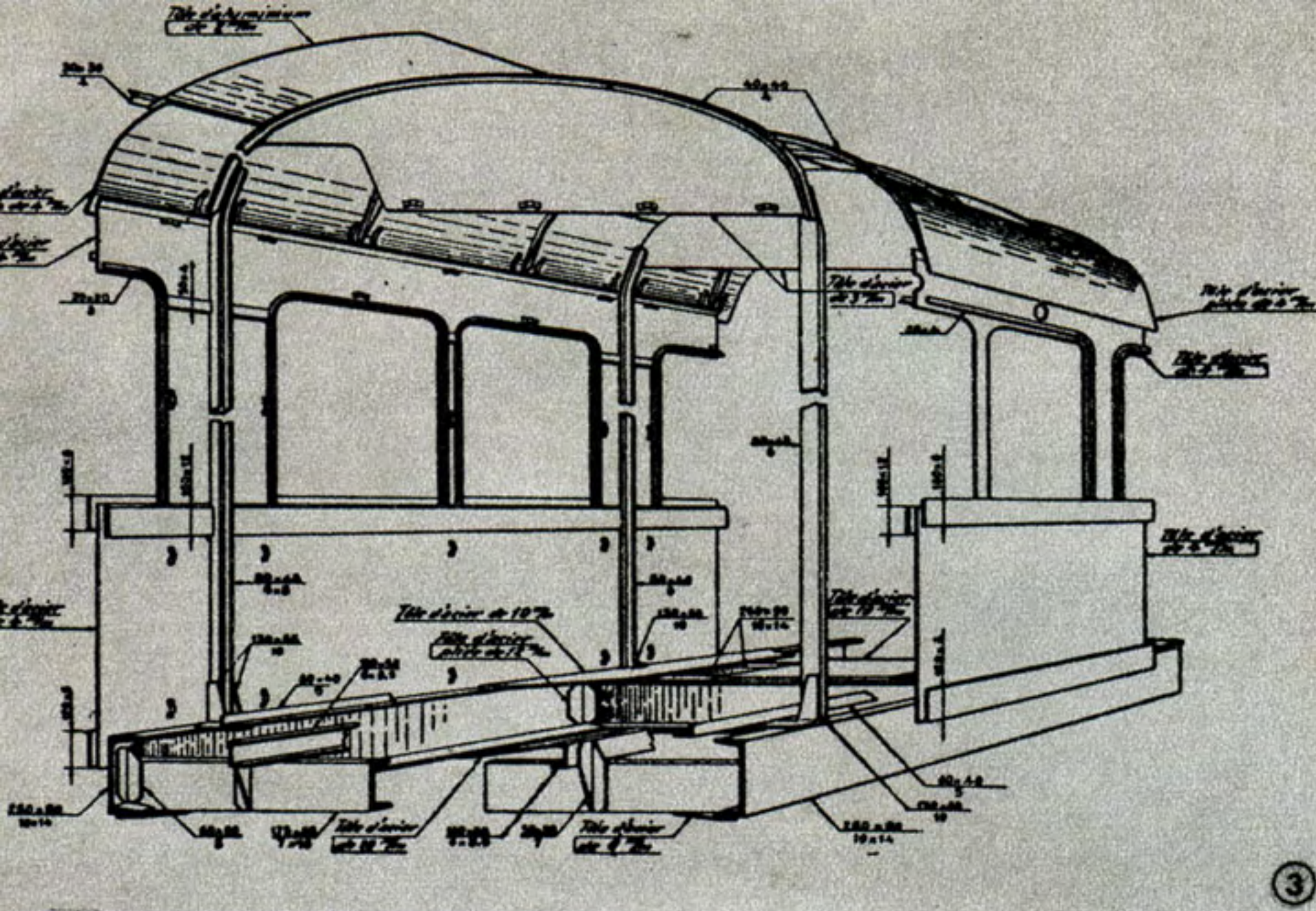


FIG. 3. CHEMIN DE FER DE L'ETAT ITALIEN. VOITURES METALLIQUES POUR LIGNES PRINCIPALES. CHARPENTE.

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.

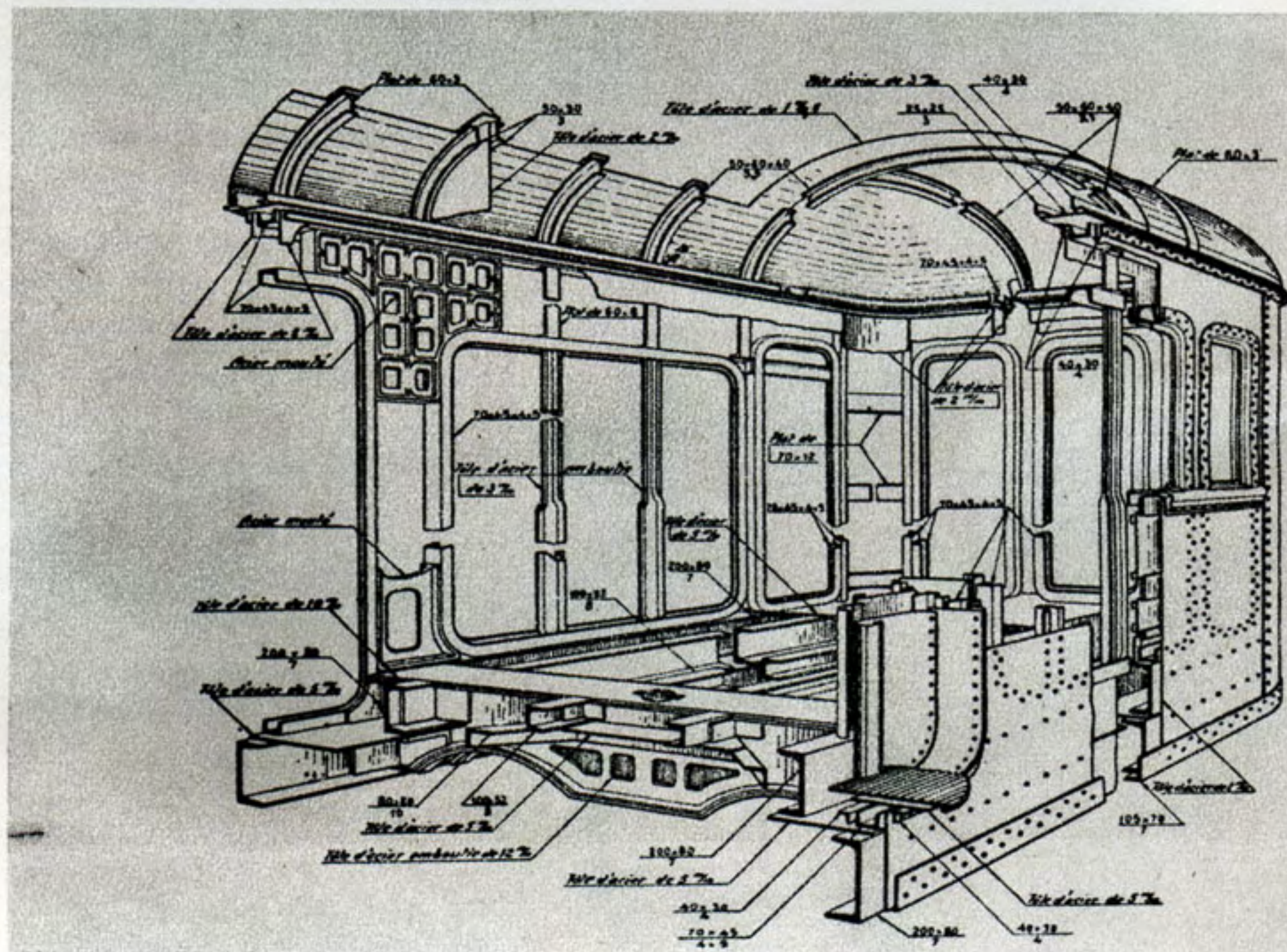




FIG. 8. TROIS VOITURES EN BOIS APRES DERAILLEMENT A 60 KM. A L'HEURE LE CHASSIS DU SECOND WAGON A LITTERALEMENT ECRASE LA CAISSE DE LA PREMIERE VOITURE. (CLICHE « ILLUSTRATION ».)

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.



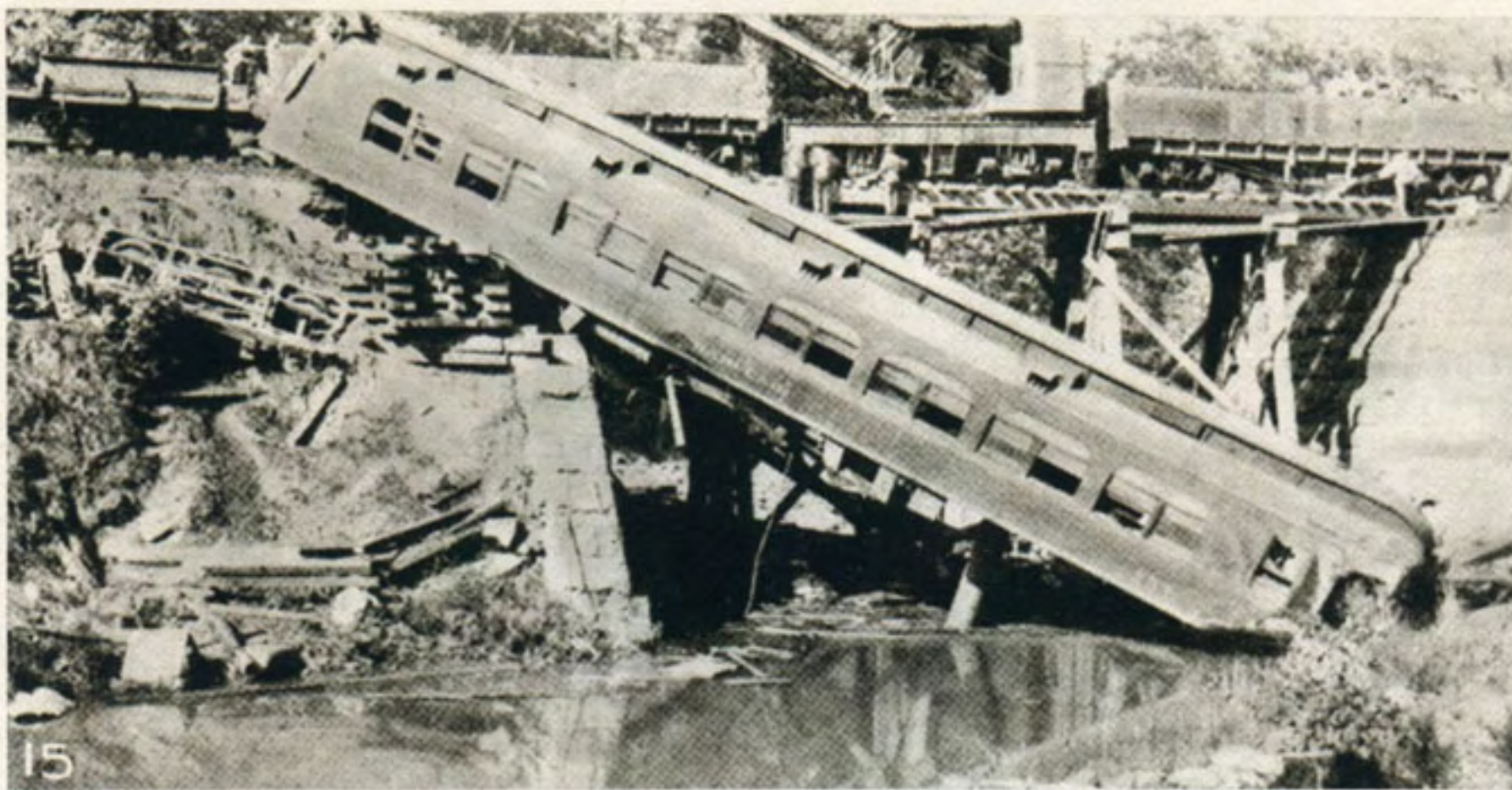


FIG. 14. UNE VOITURE METALLIQUE APRES UN
TAMPONNEMENT A 60 KM. A L'HEURE
(CLICHE « OSSATURE METALLIQUE ».)

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.



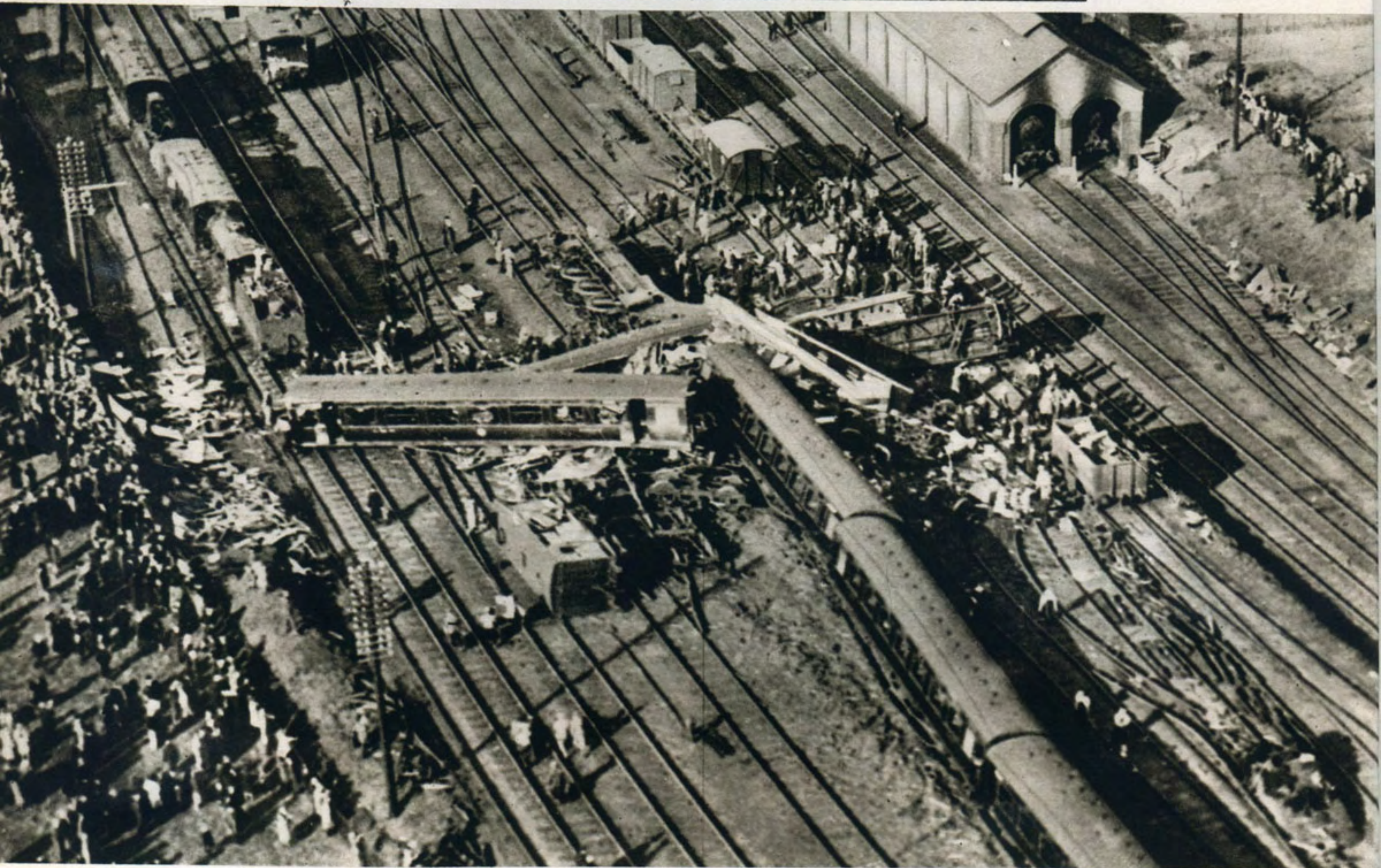
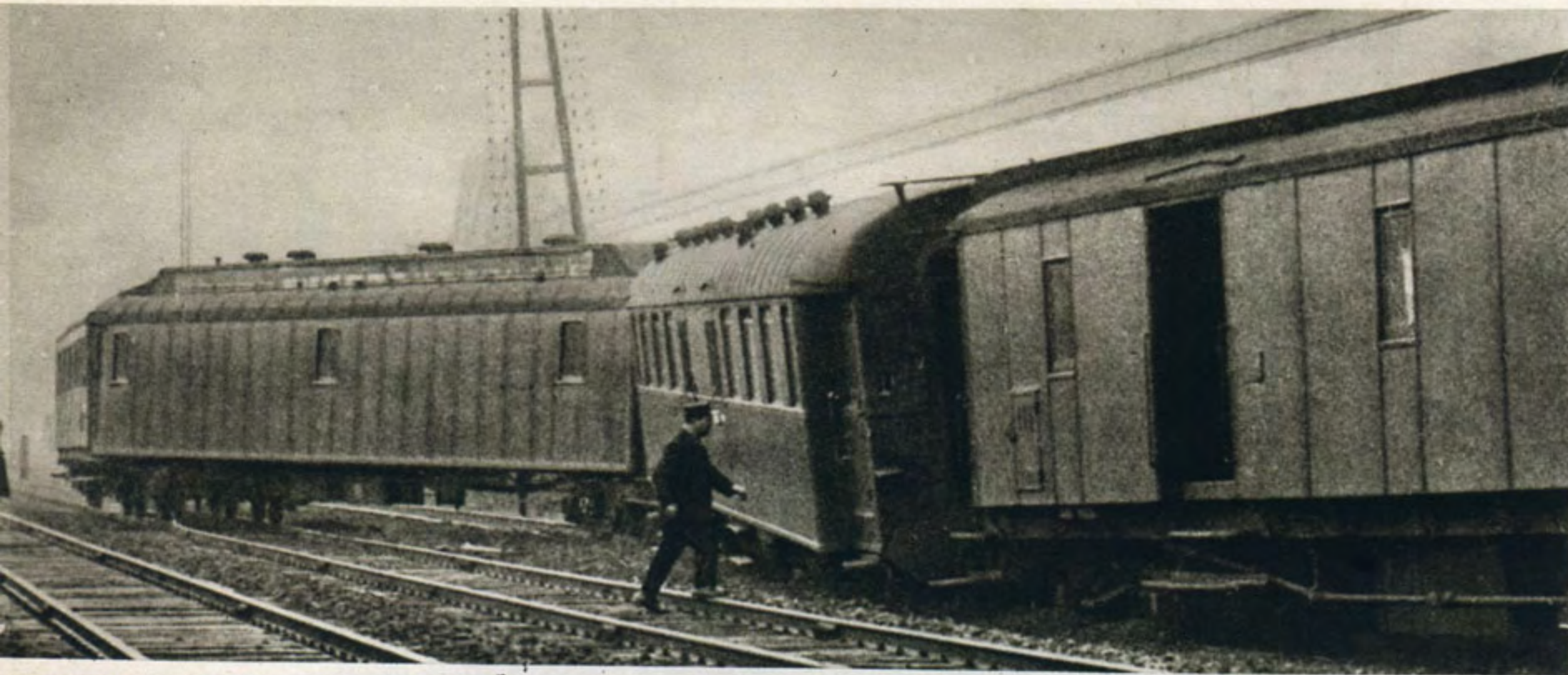


FIG. 17. DERAILLEMENT DU RAPIDE PARIS-AMSTERDAM A BUYSINGHEN. LES VOITURES METALLIQUES SONT INDEMNES. (PHOTO « ACTUALIT ».)

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-



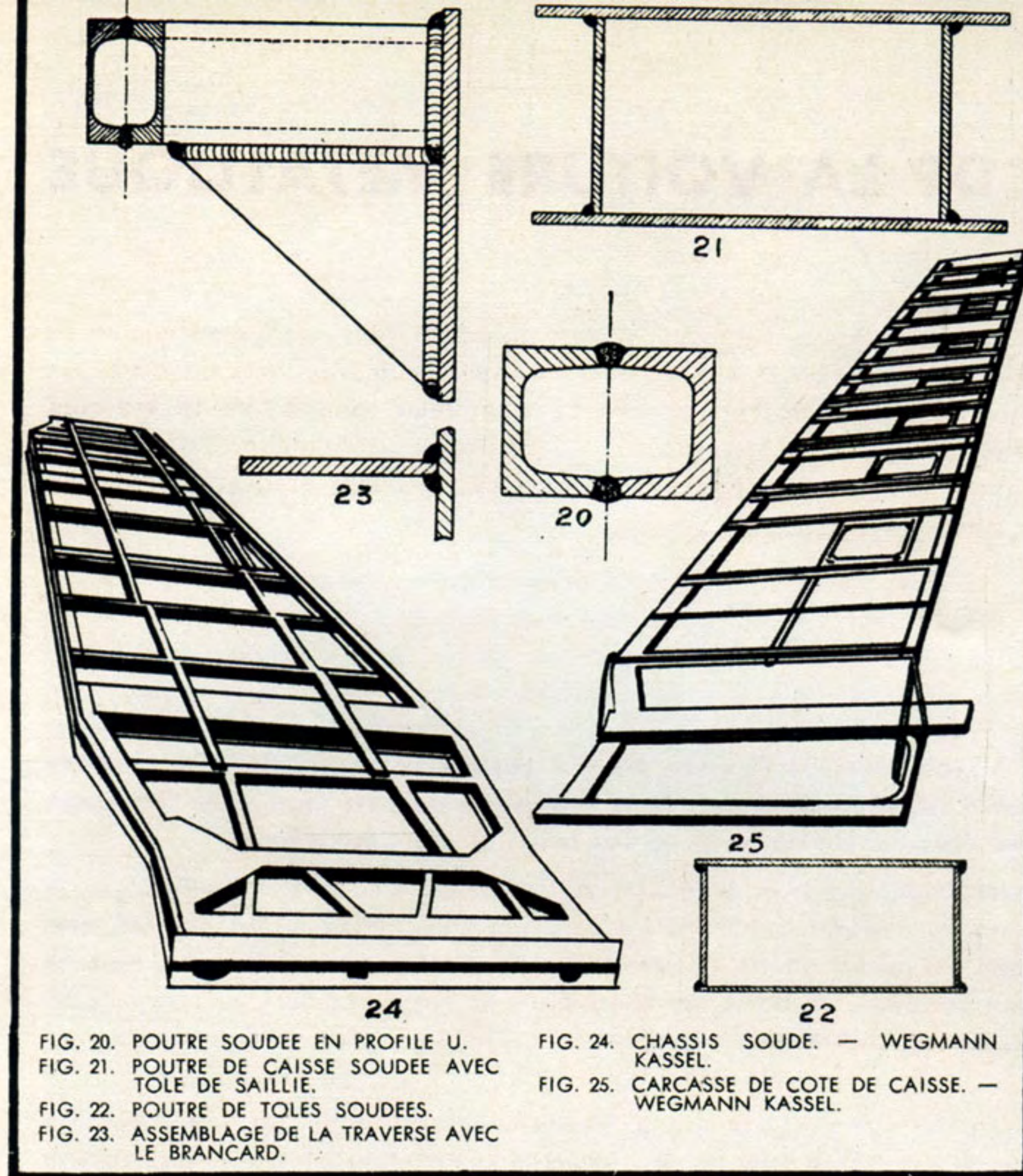


FIG. 20. POUTRE SOUDEE EN PROFILE U.
FIG. 21. POUTRE DE CAISSE SOUDEE AVEC TOLE DE SAILLIE.
FIG. 22. POUTRE DE TOLES SOUDEES.
FIG. 23. ASSEMBLAGE DE LA TRAVERSE AVEC LE BRANCARD.

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 ^{re} classe.	2 ^{me} classe.	3 ^{me} 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 ^{re} classe.	2 ^{me} classe.	3 ^{me} 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 ^{re} 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

