

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 84 (1958)  
**Heft:** 19: Comptoir Suisse, Lausanne, 13-28 septembre 1958  
  
**Artikel:** Le nouveau wagon à 18 essieux des C.F.F.  
**Autor:** Bergier, Pierre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-63506>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

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

Quant à la compensation, elle s'effectue alors aisément et ne donne lieu qu'à quelques remarques. Tout d'abord l'erreur indépendante de la longueur des côtés nécessite l'introduction d'une inconnue auxiliaire dans le système d'équations ([1] p. 42). En outre, les mesures linéaires se prêtent particulièrement bien au calcul d'ellipses ou d'ellipsoïdes d'erreur. Le Telluromètre, par exemple, permet la mesure de trajectoires courtes et fortement inclinées ; on sera alors amené, dans certains cas, à compenser simultanément les trois coordonnées et à calculer l'ellipsoïde d'erreur en un point ou plutôt la surface podaire de l'ellipsoïde dont l'équation est :

$$T_4 - m_1^2 (QT) = 0 \quad ([7] \text{ p. 355})$$

où  $T_4$  est un groupe de termes de 4<sup>e</sup> ordre indépendant de l'orientation des axes de coordonnées,  $m_1$  l'erreur moyenne quadratique relative au poids unité et  $(QT)$  une forme quadratique ternaire.

Pour les réseaux trilatérés Hiran, avec leurs longs côtés, on se bornera au calcul des ellipses d'erreur. Parfois certains praticiens déterminent ces courbes avant d'avoir calculé la valeur  $m_1$ , dont dépend l'échelle. Dans les réseaux triangulés, on connaît à peu près, *a priori*, l'ordre de grandeur de  $m_1$ . C'est la forme plus que l'échelle qui importe souvent. En trilatération, cet élé-

ment  $m_1$  ne sera connu qu'à la longue quant à son ordre de grandeur.

En résumé, on peut dire que la méthode Hiran ouvre des perspectives intéressantes ; il convient tout de même, dans ces réseaux, d'opérer des contrôles judicieux par les méthodes classiques, éventuellement par des observations astronomiques. Au point de vue économique, c'est une sujétion mais qui trouve sa contrepartie dans une bien plus grande sécurité quant à la précision des résultats.

#### LITTÉRATURE

- [1] BAESCHLIN, C. F. : *Sphärische Berechnungen von Streckennetzen* (Comm. géodésique, 1951).
- [2] GIGAS, E. : *Geodätische Entfernungsmessungen* (Frankfurt a/M., 1954).
- [3] LAURILA, S. : *Anwendung der elektronischen Methode Hiran* (Schweiz. Zeitschr. f. Vermessung, 1958).
- [4] RINNER, K. : *Reduktion grosser elektronisch gemessener Entfernungen* (Zeitschr. f. Verm. Wesen, 1956).
- [5] STRASSER, G. : *Das Tellurometer* (Zeitschr. f. Verm. Wesen, 1957).
- [6] ANSERMET, A. : *Sur l'application en géodésie des théorèmes de Gauss-Bonnet et Tchebychef-Darboux* (Schweiz. Zeitschr. f. Vermessung, 1958).
- [7] ANSERMET, A. : *Le calcul semi-graphique d'ellipsoïdes d'erreur mutuellement liés*. (Schweiz. Zeitschr. f. Vermessung, 1957).

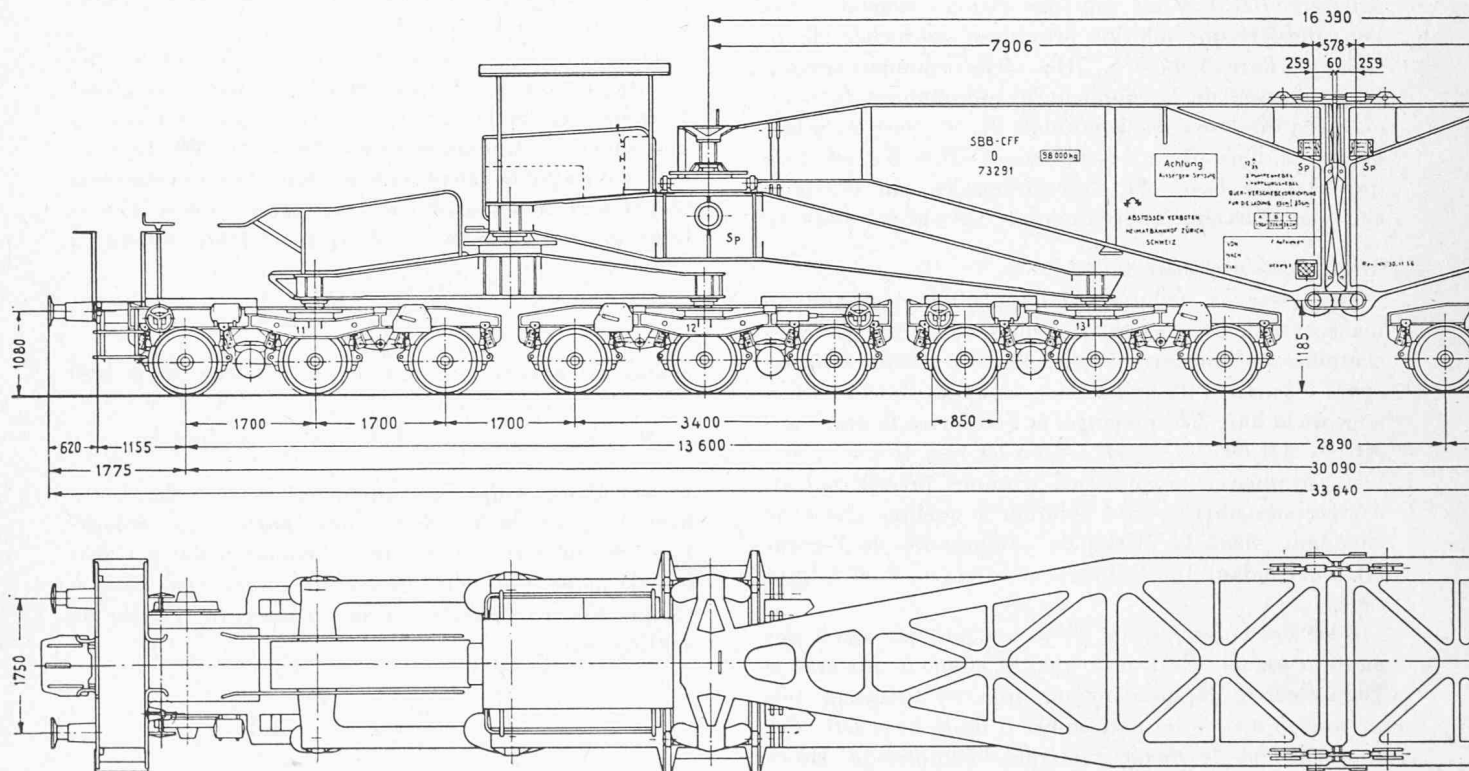
## LE NOUVEAU WAGON A 18 ESSIEUX DES C.F.F.

par PIERRE BERGIER, ingénieur EPUL, Monthey

C'est en février 1957 que le nouveau wagon à 18 essieux pour transports lourds s'est élancé sur les rails des réseaux suisses et européens.

Pompeusement dénommé par la presse quotidienne de « wagon le plus solide d'Europe », de « géant des rails » ou encore de « dinosaure d'acier », ce wagon a

Fig. 1.



déjà effectué, tant en Allemagne qu'en Italie, différents transports de générateurs d'un poids atteignant 205 tonnes la pièce.

Notre propos n'est pas d'en donner ici une description détaillée, qui a déjà été faite, et fort excellemment, par M. Weber, ingénieur diplômé à la division de la Traction et des Ateliers des C.F.F., dans le numéro du 20 avril 1957 de la *Schweizerische Bauzeitung*, mais plutôt de signaler les différents problèmes qui se sont posés au constructeur des châssis métalliques.

Dans un travail de ce genre, tout comme en aviation, le problème dominant est celui de la limitation du poids.

Pour déterminer en première approximation celui des châssis porteurs, on disposait des données suivantes :

Charge admissible . . . . .	20 t
Nombre d'essieux . . . . .	18
Poids total admissible du wagon chargé. . . . .	$18 \times 20 = 360$ t
Charge utile maximum . . . . .	260 t
Poids des boggies entièrement équipés . . . . .	60 t
Poids admissibles des châssis porteurs métalliques . . . . .	$360 - 260 - 60 = 40$ t

Avec ces 40 tonnes, il fallait construire des bras porteurs, fixés à la charge de 260 t, formant avec elle une poutre d'environ 25 à 26 m de longueur et transmettant des réactions verticales de l'ordre de 140 tonnes aux 2 crapaudines principales. Ces réactions sont ensuite réparties également à trois paires de boggies à trois essieux par l'intermédiaire de deux paires de châssis porteurs (fig. 1).

Pour des raisons de facilité d'entretien et d'esthétique, on adopta de prime abord une construction de poutres à âme pleine, de préférence à une construction à treillis. Une première étude, avec emploi d'acier doux ordinaire, donna un poids total de 54 tonnes. Il fallait donc le diminuer de 14 tonnes, et pour cela il parut indispensable d'employer de l'acier à haute

résistance (ac. 52), ce qui permit de réduire le poids à 38 tonnes.

Vu les fortes contraintes et les constantes vibrations sous charge maximum auxquelles est soumis le métal, il fallait choisir un acier présentant de bonnes qualités de résilience, de soudabilité et de constance de fabrication. A cet égard, le Feralsim 52, comportant une résistance à la rupture de 52-62 kg/mm<sup>2</sup>, une limite élastique de 36 kg/mm<sup>2</sup>, un allongement à la rupture de 24 % et une résilience de 8 km/cm<sup>2</sup> à +20° a donné satisfaction.

La figure 3 montre le détail des bras principaux. Ceux-ci portent la charge et en reçoivent deux réactions. L'une est un effort de traction d'environ 600 tonnes, réparti sur les deux tourillons inférieurs. L'autre, un effort de compression, de même valeur algébrique. Ces efforts doivent ensuite se diffuser dans toute la poutre.

Le tourillon inférieur a été réalisé en acier coulé GF E.50, soigneusement contrôlé aux ultrasons. Le calcul de cet élément, par la théorie des pièces à forte courbure, indiquait des contraintes théoriques de pointe atteignant 2800 kg/cm<sup>2</sup>.

Afin de centrer parfaitement les efforts de compression, les plaques supérieures ont été bombées. On remarque qu'il y en a deux superposées ; cela permet, en effet, de transporter également des pièces d'un plus petit diamètre et explique la présence de la grande nervure inclinée. Les zones proches des points d'attache au couvercle du générateur sont soumises à d'intenses efforts de traction ou de compression, transmis d'abord directement aux semelles puis peu à peu à l'âme. On voit clairement sur la figure 3 les variations d'épaisseur de l'âme, qu'on s'est efforcé d'adapter aux exigences du calcul statique et du calcul de poids, sans toutefois trop compliquer le travail d'atelier. La partie comprimée de l'âme est plus épaisse que la partie tendue. Elle est au surplus raidie par un fer T<sub>e</sub> placé à l'intérieur du châssis. Vu en plan (fig. 1), les bras porteurs prin-

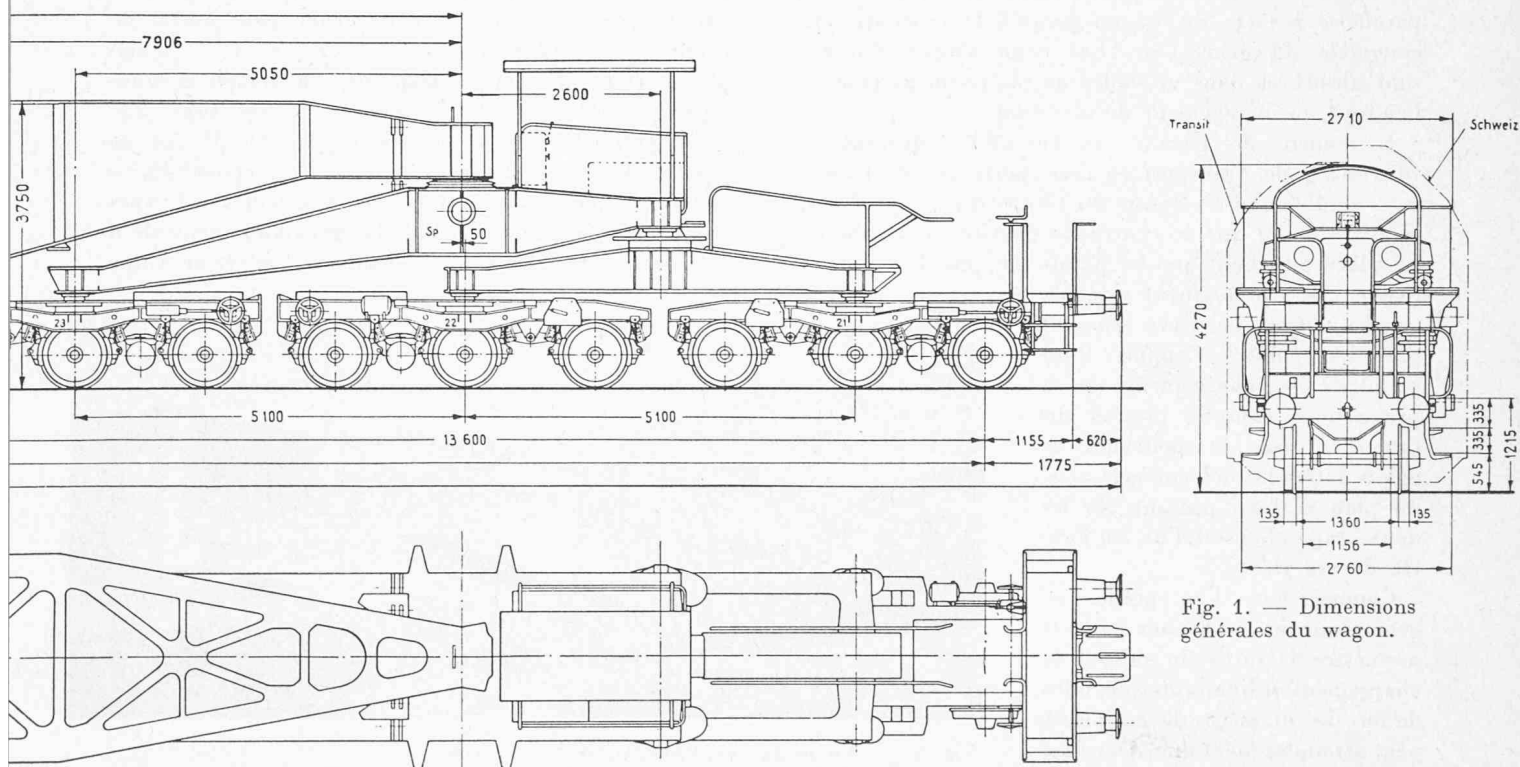


Fig. 1. — Dimensions générales du wagon.

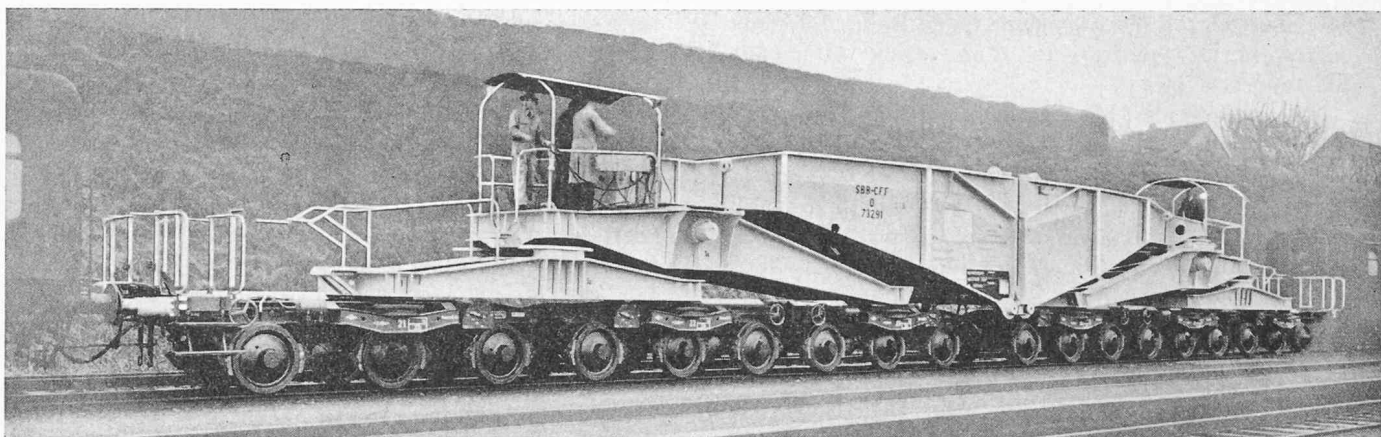


Fig. 2. — Le wagon sans son chargement.



Fig. 3. — Le châssis porteur principal, vu latéralement. (Photo SIG).

cipaux sont composés de deux poutres à âme pleine, divergentes depuis les crapaudines jusqu'à atteindre la largeur de 2410 mm entre axes. De là, elles sont parallèles à l'axe du wagon jusqu'à la rencontre du couvercle du générateur. Les composantes obliques sont absorbées dans un cadre de raidissement placé à l'endroit du changement de direction.

Le centre de gravité de l'ensemble générateur, couvercles de transport et bras porteurs, se trouve environ 150 mm au-dessus du centre des crapaudines, ce qui signifie que le centre de gravité de la charge est placé plus haut que les points d'appui. Il y a donc risque de pivotement de la charge autour de l'axe passant par les points d'appui. Pour stabiliser le chargement, on a prévu deux consoles placées sur l'un des bras et pourvues de galets latéraux, déterminant ainsi un plan d'appui passant par les deux crapaudines et l'un ou l'autre de ces galets.

Comme bien l'on pense, un générateur de 260 tonnes peut se permettre de sortir du gabarit de chargement ordinaire des chemins de fer. Le diamètre de ces pièces peut atteindre 4000 mm. Dès lors,

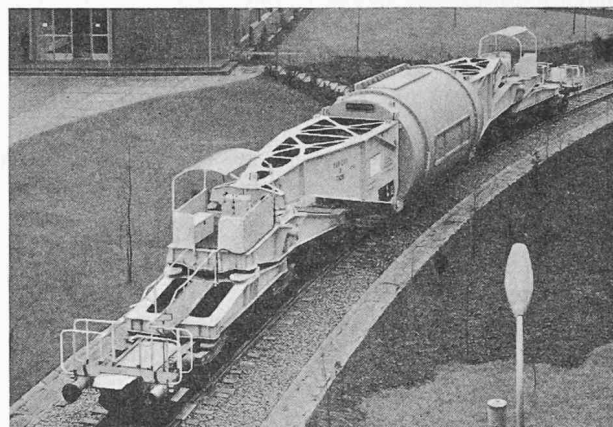


Fig. 4. — Le wagon à 18 essieux et son premier chargement : un générateur BBC de 205 tonnes. La voie étant en courbe, on voit clairement comment s'articulent les différents châssis. (Photo BBC).

le chef du convoi doit être très exactement orienté sur les obstacles qu'il peut trouver sur sa route. Dans les courbes à faible rayon en particulier, on conçoit que la charge à transporter peut entrer en conflit avec un mât de ligne électrique ou de sémaphore. Dans ce cas, un dispositif de pompe hydraulique permet de riper la charge et ses bras porteurs parallèlement à elle-même, jusqu'à 35 cm de part et d'autre de l'axe de la voie. Cette possibilité a été largement utilisée dans les transports effectués jusqu'à ce jour. Dans ce but, la crapaudine centrale a été montée sur un châssis glissant à l'intérieur d'une

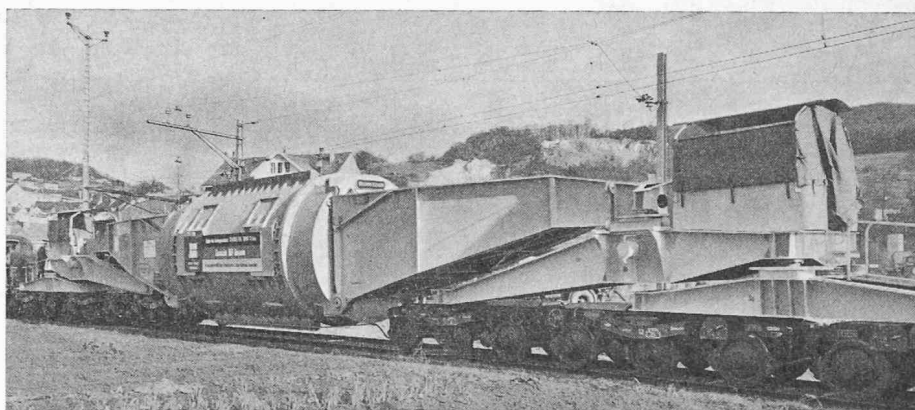


Fig. 5. — En route vers l'Allemagne. (Photo BBC).



caisse en tôle remplie d'huile, et actionné par les bras d'une pompe à piston mus par des moteurs situés dans les postes de commande.

Un tel déplacement surcharge considérablement les poutres porteuses du « châssis long » situé sous la crapaudine principale. Ce dernier, réalisé également en tôles soudées en acier 52, transmet le tiers de la charge directement à un boggie à trois essieux et les deux tiers au châssis court qui, à son tour, les répartit sur deux boggies. Chacun de ces châssis est également pourvu de barres de contreventement et de barres longitudinales transmettant d'une crapaudine à l'autre l'effort provoqué par les « coups de tampons ».

Au point de vue calculs, il n'y a pas eu de grandes difficultés à résoudre, mise à part la question des efforts dans le tourillon et les plaques bombées et leur répartition subséquente entre l'âme et la semelle. Mais la division de l'âme en tôles d'épaisseurs diverses, imposée par les exigences du poids, ainsi que la précision demandée par le maître de l'œuvre ont nécessité en atelier de grandes précautions pour réduire au maximum les déformations et les tensions de retrait dues à la soudure. Afin d'augmenter la sécurité et ne laisser aucune amorce de rupture, toutes les pièces ont été chanfreinées soigneusement, puis soudées à cœur, les soudures étant autant que possible exécutées de façon symétrique. Puis, avant l'usinage final, tous les châssis ont été recuits au four à 680° ; nous avons pu constater à ce sujet que les aciers spéciaux à haute résistance présentent une augmentation très sensible de la dureté dans les soudures et les zones de transition entre soudure et métal de base. Il semble que la soudure provoque une concentration des éléments d'alliage dans la zone de transition, ce qui en augmente considéra-

blement la dureté. La nécessité du recuit de détente est donc plus grande pour les aciers spéciaux que pour les aciers doux. Il a donc non seulement pour effet de réduire à peu de chose les tensions dans les pièces soudées, ce qui en facilite grandement l'usinage, mais aussi de produire une nouvelle égalisation des éléments d'alliage et par conséquent une égalisation de la dureté.

A titre d'exemple, nous avons eu des soudures non recuites où la dureté du métal de base était de 170 Vickers et de 340 en certains points de la soudure et des zones de transition. Après recuit à 680°, les points les plus durs ne dépassaient pas 190. Cette égalisation de la dureté est aussi importante que la réduction des tensions, pour la bonne tenue ultérieure d'une telle construction soumise à des chocs répétés et à de constantes vibrations.

Sitôt terminés en atelier, les châssis étaient recuits, sablés, et usinés, puis expédiés à Neuhausen pour le montage final avec les crapaudines et les boggies.

Terminons en notant que l'ensemble du wagon a pu être réalisé dans les délais voulus d'une année, grâce à l'étroite collaboration des organes compétents des C.F.F., de la maison Brown-Boveri & C<sup>ie</sup>, à Baden, de la Schweizerische Industrie Gesellschaft, à Neuhausen, auteur du projet d'ensemble et constructeur des boggies et crapaudines, et de la maison Giovanola Frères S.A., à Monthey, responsable des châssis métalliques, permettant ainsi à notre industrie suisse des machines d'exporter aisément des pièces entièrement finies en atelier, d'un poids de 260 tonnes et d'un diamètre pouvant atteindre 4,10 m, à la condition toutefois qu'elles puissent supporter les efforts considérables de traction et de compression transmis par les bras porteurs du wagon.

## L'ACTUALITÉ AÉRONAUTIQUE IX

### Aviation commerciale et marché commun européen

Dans la revue *Forces aériennes françaises* de mai 1958 (n° 138), on trouve un intéressant commentaire du lieutenant-colonel Escabasse sur le problème de l'intégration des compagnies européennes de transport aérien au marché commun.

Actuellement, une certaine disproportion existe entre les activités de ces compagnies et l'importance de leur marché national respectif. L'inégal développement qu'ont suivi ces différentes compagnies est mis en évidence dans le tableau suivant :

Compagnie Pays	AIR FRANCE Union française	KLM Hollande	SABENA Belgique	DLH Allemagne	AL- ITALIA Italie
Réseau (km)	302 000	250 000	157 500	77 470	87 600
Effectifs . . .	15 931	17 300	8 746	3 443	2 622
Passagers transportés en 1957 . . .	2 504 000	920 000	686 000	386 000	385 000
Tonnes-kilo- métriques produites (millions) . . .	387	228	138	55	50
Flotte (1963)					
Long-courriers .	98	66	37	16	19
Moyen-courriers	62	48	56	18	28

Par rapport à Air France, on pourrait conclure que la KLM et la SABENA ont une ampleur exagérée par rapport à leur importance nationale respective, tandis qu'il s'agit du contraire pour les flottes aériennes allemande et italienne, ces deux dernières ayant été fortement compromises par la dernière guerre, mais se trouvant actuellement en plein essor.

L'intégration de ces compagnies au marché commun européen devrait se faire très graduellement, afin de donner aux compagnies actuellement « sous-développées » l'occasion de rétablir l'équilibre. L'autorité centrale aurait entre autres tâches de fixer à chaque compagnie des attributions assez précises, plus ou moins proportionnelles à leur importance nationale respective. De cette manière, la libre concurrence serait en grande partie supprimée. Toutefois, il faudrait probablement laisser régner la libre concurrence sur les lignes long-courriers, extra-européennes, et introduire la coordination serrée seulement sur le marché européen lui-même.

### Utilisation du « Nimonic 100 » dans la fabrication des turbo-réacteurs

On sait que la poussée spécifique des turbo-réacteurs (poussée délivrée divisée par le poids à sec du turbo-réacteur) est limitée, entre autres, par la température