

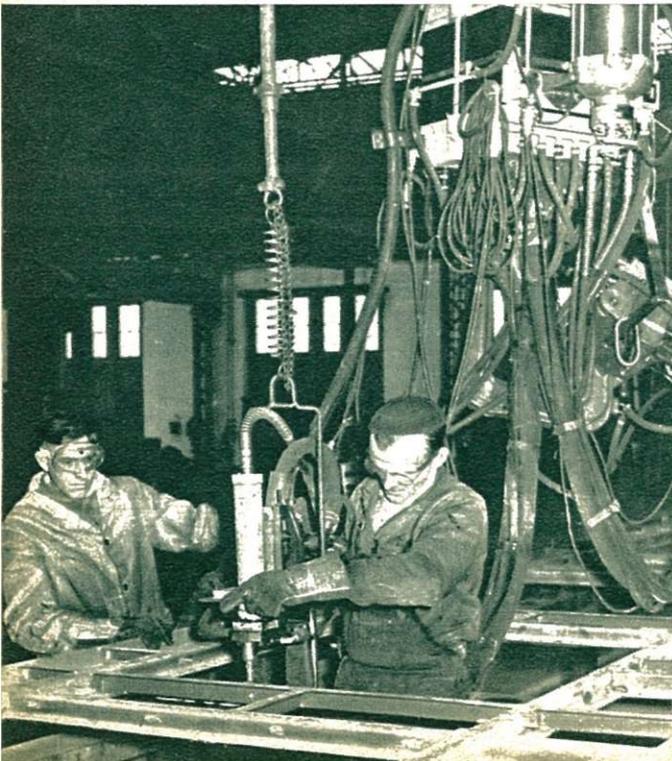


Un gabarit pour l'assemblage des éléments de la toiture.



Un gabarit mobile pour l'assemblage des parois latérales.

Soudure par pointe sur la paroi latérale.



LES CHEMINOTS CONSTRUISENT DES VOITURES

La construction

L'étude préalable a été exécutée par la Direction M.A., en collaboration avec l'Atelier central. Celui-ci a mis au point la méthode de construction, et le service des Achats de la Direction a passé les commandes.

Pour une seule caisse de voiture, il faut 4 kilomètres de cordons de soudure, 1.200 mètres de profilés, 6.000 rivets, 1.500 goujons, 800 mètres de câbles, 350 mètres de tubes. On utilise au total 12 tonnes d'acier brut.

Les éléments constitutifs de la charpente

Les différents éléments de la caisse nue (c'est-à-dire l'ossature métallique, recouverte uniquement de tôles de fer) sont préfabriqués séparément dans des « sous-chaînes ». Ils sont construits sur des gabarits mobiles, qui permettent d'exécuter les différents cordons de soudure en position horizontale (exceptionnellement, en position verticale).

Avant de parler plus en détail de ces « sous-chaînes », notons que les profilés qu'elles utilisent ont été pliés sur une presse et préparés dans des divisions spécialement équipées (les « chantiers de profilage »).

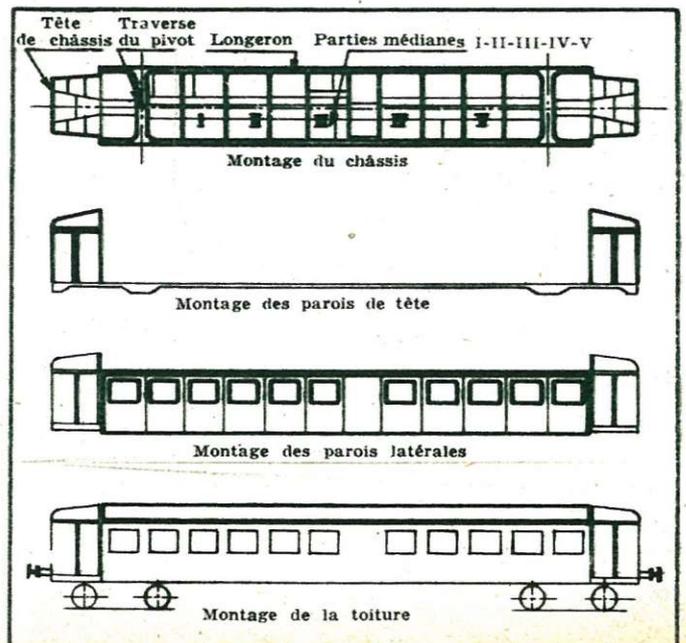
1. Le châssis.

Les châssis sont préfabriqués en neuf éléments principaux : deux têtes, cinq parties médianes et deux longerons.

- Les têtes de châssis** sont des pièces entièrement soudées, composées de seize éléments. Les principaux sont la traverse du pivot, la traverse de tête et les traverses intermédiaires.
- Les cinq **parties médianes** sont construites sur trois gabarits d'assemblage mobiles ;
- Les deux **longerons** sont constitués de profilés de 12,65 mètres de longueur.

2. Les parois de tête.

Ici aussi, on se sert d'un gabarit mobile pour souder des





Nos ateliers centraux de Malines et de Salzennes sont chargés de fabriquer cent voitures métalliques de deuxième classe, longues de 22 mètres. L'un construit la caisse; l'autre, les bogies. Ils sont ainsi, une fois de plus, associés pour une belle entreprise.

es caisses à l'A. C. de Malines

pièces préfabriquées, notamment les montants de portes. Les parois de tête sont ensuite recouvertes de tôles.

3. Les parois latérales.

Les éléments de base des parois latérales sont les montants latéraux, les éléments horizontaux (inférieurs et supérieurs) des fenêtres, le bord de la toiture et le bord du châssis. La caisse complète a onze compartiments, ainsi qu'un compartiment intermédiaire pour le cabinet de toilette et pour l'armoire de distribution électrique. Il faut donc 26 montants latéraux et 44 éléments horizontaux.

4. Les éléments de la toiture.

Les éléments de la toiture sont construits sous forme de profils courbés. Les uns sont simples; les autres se composent d'un cintre extérieur et d'un cintre intérieur.

5. Les cloisons.

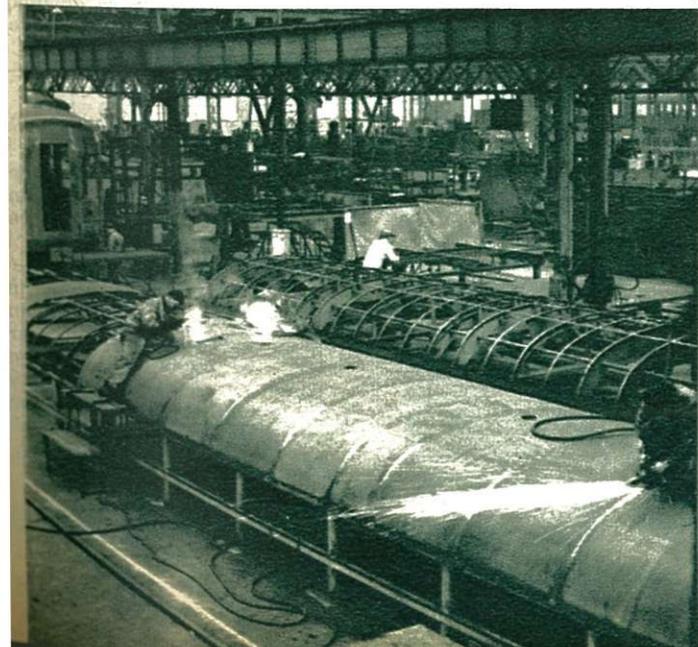
Quatre gabarits mobiles sont employés pour l'assemblage des cloisons pour la plate-forme (deux), pour le W.-C. (deux) et pour les compartiments « fumeurs » et « non fumeurs » (une).

Pour permettre le montage de la caisse complète dans un minimum de temps, on assemble préalablement des éléments fournis par les sous-chaînes précédentes. On monte les parois latérales, l'ossature complète du toit et les têtes de caisse, puis on revêt de tôles la partie supérieure de la paroi latérale et l'ossature du toit.

La chaîne principale

L'équipe 1 assemble les neuf éléments du châssis sur un gabarit mobile, soude les cinq parties médianes, monte les longerons, fore les goussets, soude les tôles d'angle et relie, en les soudant, la partie centrale du châssis aux deux têtes.

Le revêtement de la toiture.



L'équipe 2 rive le châssis et contrôle les soudures importantes au moyen des rayons X.

L'équipe 3 place les têtes de caisse sur le châssis et les attache; elle monte ensuite les parois latérales et met la toiture en place. Quand tous ces éléments sont assemblés, elle achève le revêtement des parois latérales.

L'équipe 4 se charge du parachèvement de la caisse nue. En plus des travaux de rivetage et de soudage, elle dresse les tôles de revêtement par des pointes de feu et par l'emploi du marteau à planer.

L'équipe 5 soumet la caisse nue à un contrôle, au cours duquel elle vérifie surtout la planitude des tôles de revêtement.

Enfin, l'équipe 6 nettoie complètement la caisse au jet de sable et donne une première couche de peinture.

La chaîne du parachèvement

L'équipe 1 pose les marchepieds, les cloisons transversales, le sous-plancher (1), le pavé du W.-C., les butoirs et l'appareil de traction.

En même temps, les doubles portes d'entrée sont ajustées dans les baies (elles seront placées par l'équipe 4). Ces doubles portes, ainsi que les plates-formes spacieuses, permettent aux voyageurs de monter et de descendre rapidement.

Les butoirs sont munis de ressorts à anneaux; ceux-ci éliminent les chocs, qui, d'autre part, sont freinés par un attelage continu.

L'équipe 2 pose le plancher proprement dit, la première partie de l'isolation thermique et acoustique du toit et des longs-pans, les fourrures de la toiture, le frein et les tubes pour les câbles électriques sous la voiture.

(1) Pour amortir le bruit (c'est surtout par le plancher qu'il pénètre), on a prévu un double revêtement avec matelas d'air.

Une vue de la chaîne principale pour l'assemblage de la caisse nue.





Pose de l'isolation en laine de verre.



Pose du revêtement intérieur, essai de l'allumage et montage des ventilateurs.



Montage des porte-colis.

Sur la couche de liège du sous-plancher, elle colle deux couches de laine de verre bakélinisée, d'une épaisseur d'un pouce, sur laquelle elle place des panneaux en multiplex de 18 mm. d'épaisseur.

Pour insonoriser la toiture et les longs-pans, elle projette une couche de liège en poudre de 6 mm. d'épaisseur sur la face intérieure des tôles.

Elle place aussi un appareil de réglage automatique qui maintiendra les sabots de frein de toutes les voitures d'une rame à une même distance des bandages.

L'équipe 3 pose le revêtement des cloisons, les fourrures des parois latérales et d'about, la deuxième partie de l'isolation thermique et acoustique du toit et des longs-pans, les tubes pour les câbles électriques dans la voiture, les conduites du signal d'alarme, les ventilateurs, deux réservoirs d'eau et le revêtement intérieur des W.-C.

Sur la tôle galvanisée des cloisons, elle applique des panneaux en bakélite, de 1,6 mm. d'épaisseur, couverte de papier mélaminé, avec un dessin en gris bleu. Ce revêtement est utilisé pour la première fois dans la construction en série ; il résiste très bien aux griffures, ne demande aucun entretien spécial et est facile à nettoyer.

Sur le toit, la troisième équipe dispose encore des ventilateurs aspirants ; ils apporteront une quantité d'air suffisante, empêcheront la pénétration des poussières, des cendres ou de la fumée et ne provoqueront pas de courants d'air, ni de baisse exagérée de la température en hiver.

L'équipe 4 place les panneaux de plafond, les fenêtres, les portes d'entrée, les canalisations pour le chauffage électrique (3.000 v. et 25 kW.) et à la vapeur, ainsi que l'installation sanitaire. En même temps, elle pose les câbles électriques.

Les anciennes voitures métalliques sont munies de fenêtres coulissant dans la partie inférieure des longs-pans. Ce dispositif affaiblit ceux-ci et laisse pénétrer la pluie ; en outre, les trous d'évacuation des eaux au bas des longs-pans laissent pénétrer beaucoup trop de bruits. Pour remédier à ces inconvénients, on utilise maintenant des fenêtres en deux parties, la partie supérieure glissant devant l'autre. Ces fenêtres sont placées à l'extérieur, contre les parois latérales, au moyen d'un dispositif de fixation spécial.

L'équipe 5 pose le revêtement intérieur des parois latérales et d'about, les encadrements et les stores des fenêtres (une innovation dans les voitures de deuxième classe), les radiateurs électriques et à vapeur, les plinthes des longs-pans, les tubes fluorescents (72 v.) et l'armoire de commande de l'équipement électrique ; elle procède aussi à la connexion des canalisations électriques sous la voiture.

A noter qu'un dispositif nouveau éclaire les marchepieds des portes d'entrée, pour faciliter la montée et la descente des voyageurs dans l'obscurité.

L'équipe 6 place les portes intérieures et d'about, les encadrements des baies de portes, les plinthes des cloisons et de la plate-forme, les coffres sous les banquettes et les soufflets. Elle raccorde les canalisations électriques dans la voiture.

L'équipe 7 place les banquettes pour 108 places, les quatre strapontins, les porte-colis, les tablettes, les ornements, le linoléum (4 mm. d'épaisseur) et les couvre-joints des seuils et du plancher. La voiture est posée sur ses bogies et tous les équipements (frein, signal d'alarme, éclairage électrique, chauffage) sont essayés et mis au point.

Les banquettes sont garnies de caoutchouc mousse et recouvertes de similicuir bleu pétrole. Un dossier surélevé donne un appui convenable à la tête et protège celle-ci contre les courants d'air.

Pour la première fois, on a disposé des boîtes à ordures et dessous des tablettes.

A l'achèvement du gros œuvre, la voiture reçoit une première couche de peinture.

A cours du parachèvement, on applique les couches de fond. Il reste encore les dernières couches et les inscriptions. Ce travail se fait au chantier de peinture (équipe 8).

Puis la voiture est complètement vérifiée par l'équipe 9.

Enfin, on lui fait faire des parcours d'essai. Ils prouvent que les nouvelles voitures roulent sans bruit, même grande vitesse. Les voyageurs s'y sentent comme dans un salon agréable et ne doivent pas élever la voix pour parler. Les techniciens qui ont conçu ce matériel moderne et les travailleurs qui l'ont construit peuvent être fiers du résultat.

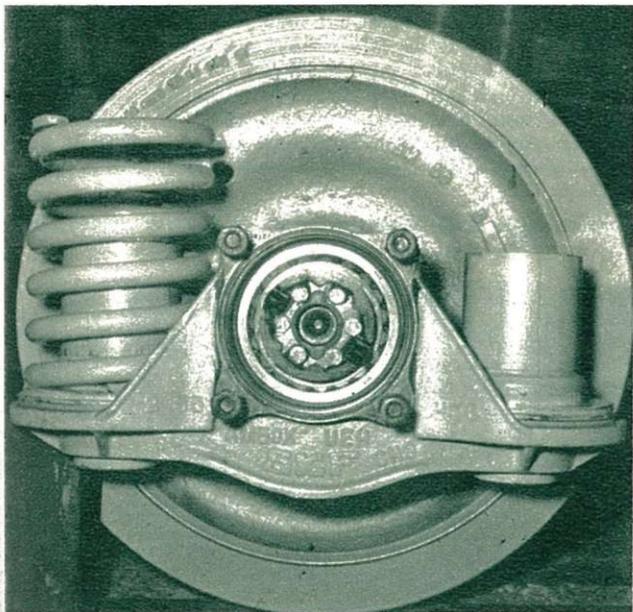
(Photos Delise.)

Intérieur d'une voiture.

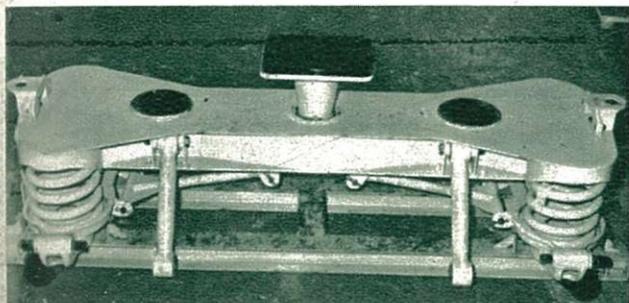


L'A.C. de SALZINNES fabrique

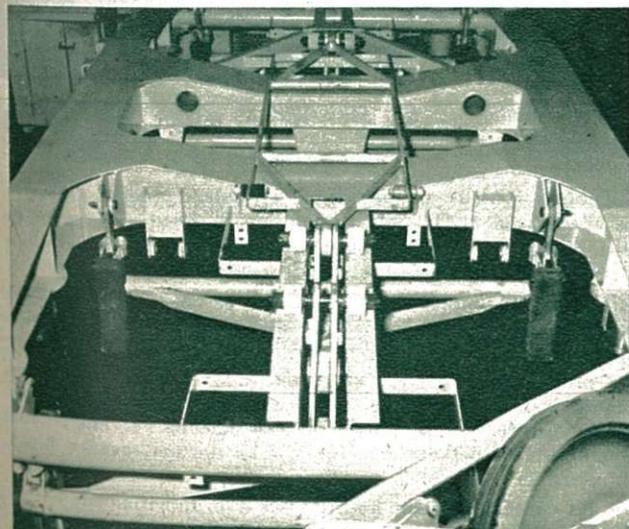
des BOGIES



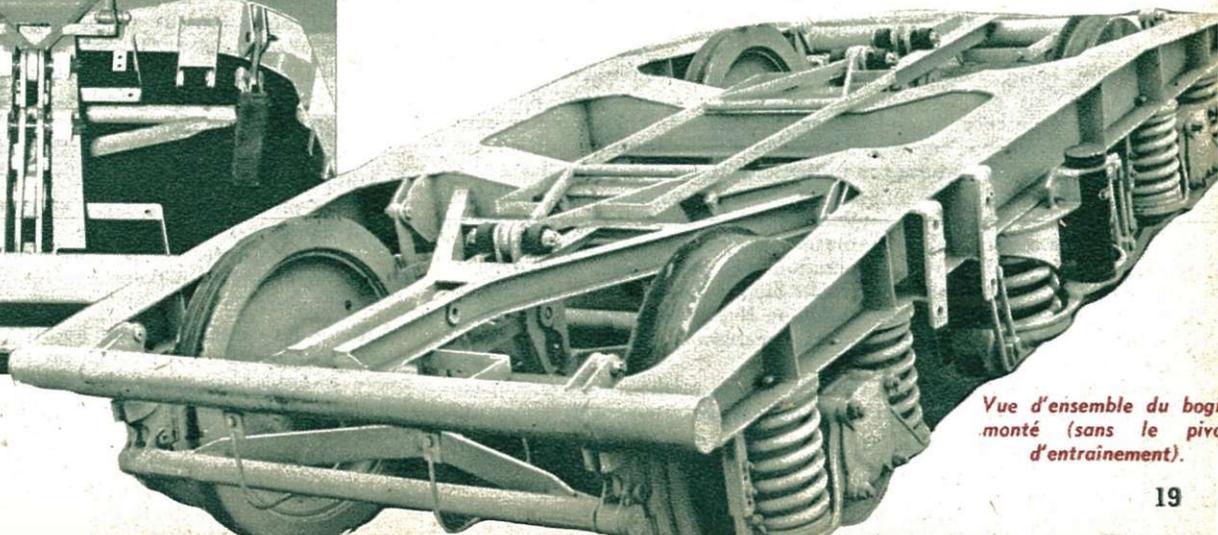
Train de roues montrant la boîte à rouleaux, les tubes de guidage et un ressort de suspension primaire.



Traverse danseuse reposant sur la suspension secondaire. Le pivot d'entraînement figure à son emplacement réel.



Vue d'ensemble du châssis et de l'équipement de freinage.



Vue d'ensemble du bogie monté (sans le pivot d'entraînement).

L'A.C. de Salzinnes est occupé à fabriquer une série de 310 bogies ; ils sont destinés :

- à équiper les 100 nouvelles voitures mises en chantier à l'A.C. de Malines ;
- à remplacer les bogies de 50 voitures que le même atelier modernise.

Après divers essais, on a retenu un modèle d'origine suisse, le bogie « Schlieren » (1).

Ce bogie comporte essentiellement les parties suivantes :

- Le châssis, qui en constitue l'ossature. Il est formé de deux longerons, de deux traverses centrales et de deux traverses extrêmes, reliées aux traverses centrales par deux longrines.
- La traverse danseuse, située parallèlement entre les deux traverses centrales. Elle transmet au bogie le mouvement de translation du véhicule par l'intermédiaire d'un pivot d'entraînement. Ce pivot vertical, vu par le bas, passe à travers le centre de la traverse danseuse, s'évase et se termine par une embase carrée qui est fixée au châssis de la voiture.
- La suspension, que l'on subdivise en suspension « primaire » (celle du châssis) et en suspension « secondaire » (celle de la traverse danseuse) :

1°) Le châssis repose sur les deux côtés des quatre boîtes à rouleaux (dont sont munis les deux trains de roues) par l'intermédiaire de huit ressorts en hélice. A l'intérieur de ceux-ci, huit colonnes, soudées au châssis, plongent dans huit tubes de guidage fixés de part et d'autre des quatre boîtes. Ce système sert à guider les déplacements des trains de roues par rapport au châssis. Chaque ensemble « tube et colonne de guidage » renferme de l'huile dont le rôle amortisseur est de freiner les oscillations des ressorts (2) ;

2°) La traverse danseuse porte elle-même sur une suspension à quatre ressorts en hélice prenant appui sur deux sommiers, en acier moulé, qui sont suspendus au châssis par des anneaux rectangulaires. Les oscillations de la traverse par rapport au châssis sont freinées par deux amortisseurs hydrauliques, montés à chacune de ses extrémités.

- Le train de roues.
- L'équipement de freinage.

La construction d'un tel bogie pose une multitude de problèmes techniques, qu'on ne peut résoudre sans la collaboration d'un personnel expérimenté dans les domaines les plus variés.

Nous évoquons ici quelques-uns de ces problèmes.

(1) L'industrie belge équipe aussi de ce bogie les 450 voitures qui lui ont été commandées.

(2) L'huile contenue dans le tube de guidage est forcée de passer au travers d'orifices calibrés, portés par l'écrou amortisseur qui est vissé sur la colonne.

Assemblages soudés

Le châssis, entièrement soudé, est de construction particulièrement délicate. La plupart de ses éléments constitutifs (longerons, traverses et longrines) sont eux-mêmes des assemblages de tôles qui ont été soudées pour obtenir des profils rigides, en forme de caisson ou de poutre.

La première opération consiste à découper les éléments de tôle. Il faut de grandes séries de pièces identiques ; aussi se sert-on de machines automatiques d'oxy-coupage, munies d'un équipage mobile portant un chalumeau qui coupe la tôle, en suivant le contour d'un gabarit adéquat.

Il faut ensuite, en les soudant, assembler ces éléments découpés, pour constituer longerons et traverses. Ce travail se fait aussi à l'aide de gabarits : ceux-ci, spécialement étudiés, facilitent la mise

révèle, au contrôle, des écarts inférieurs à un millimètre sur les distances mesurées entre les colonnes de guidage extrêmes.

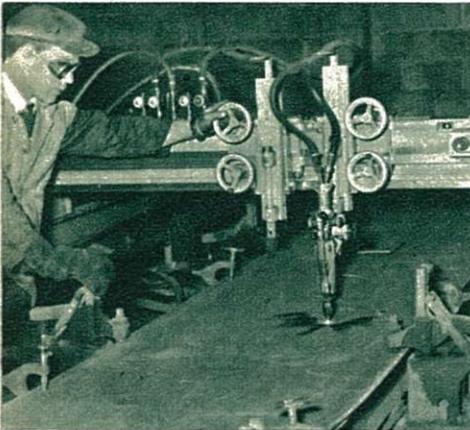
Les soudeurs connaissent l'importance des déformations que peuvent engendrer la soudure ou le coupage ; ils apprécieront, à sa juste valeur, la perfection de ce travail.

Problèmes d'usinage

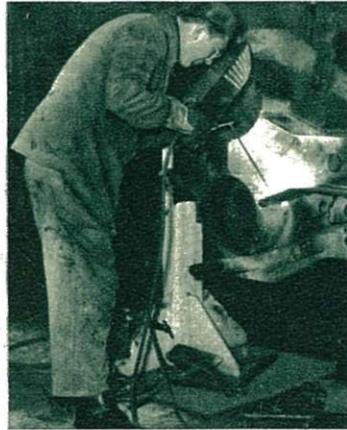
Quelques problèmes d'usinage ont demandé des mises au point spéciales. C'est le cas de la fabrication des tubes de guidage et des pivots d'entraînement.

Le tube de guidage doit être réalisé, avec une très grande précision, sur un tour horizontal. Sur son diamètre intérieur de 140 mm., on ne tolère qu'une erreur maximum de 4/100 de millimètre. Le tourneur a sous les yeux le tube indicateur, à grande

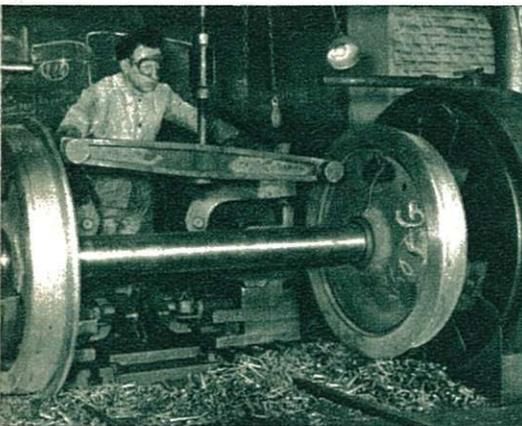
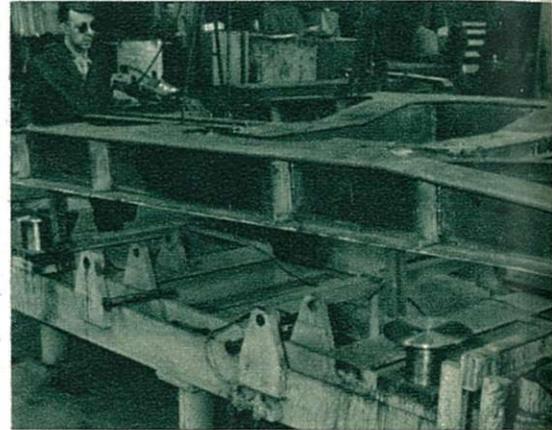
1. La machine d'oxy-coupage découpe une tôle de longeron.



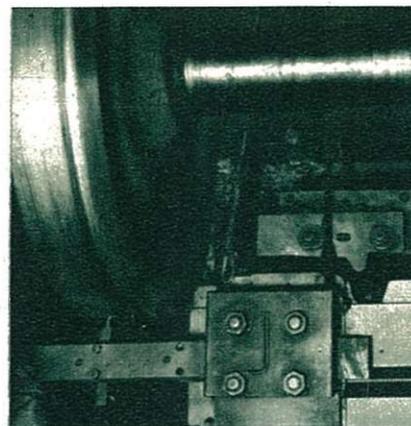
2. Opération de soudage sur une traverse danseuse.



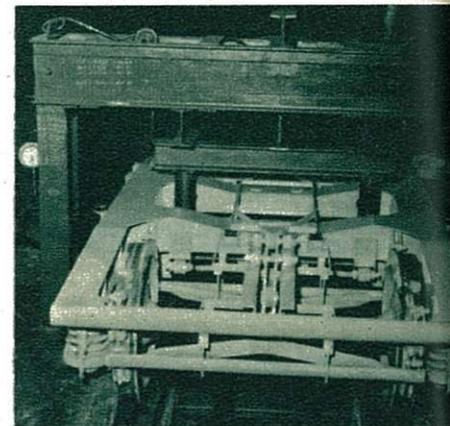
3. Pose du châssis sur ses colonnes de guidage, en place dans le gabarit.



7. Premier tournage du train de roue.



8. Finissage du profil du bandage par « sîngeage ».



9. Essai final au bogie sous la presse.

en place et le soudage des éléments de tôle, que des points de soudure isolés ont d'abord épinglés les uns aux autres.

Il faut, enfin, assembler longerons, longrines et traverses. Après l'épinglage de ces éléments (un épinglage renforcé par une première série de cordons de soudure), on place le châssis entier dans un « positionneur », sur lequel l'assemblage définitif se fait suivant un programme de soudage minutieusement mis au point. La mobilité des gabarits et celle du « positionneur » permettent aux soudeurs de déposer les cordons de soudure dans la position la plus favorable.

Il reste à souder, à leur emplacement exact sur le châssis, les huit colonnes de guidage. Cette opération très importante, dont dépend le comportement du bogie, se fait au moyen d'un gabarit, rigidement ancré dans le sol du chantier. Il faut notamment que chacune des huit colonnes soit rigoureusement perpendiculaire au plan de son longeron.

Grâce à la mise au point parfaite de ces méthodes de découpage et de soudage, on obtient ainsi un châssis parfaitement dressé et qui

échelle, d'un micromètre pneumatique, à l'aide duquel il contrôle, en cours d'achèvement, la cote à réaliser. Si cette cote varie de 1/1000 de millimètre, le niveau du liquide — dans le tube indicateur — se déplace d'un demi-centimètre.

L'habileté professionnelle de l'exécutant et la grande précision des moyens mis en œuvre permettent ainsi de fabriquer des tubes de guidage absolument parfaits.

Chaque pivot d'entraînement subit une opération de forage qui se fait comme suit : un groupe de deux pivots — assemblés par leur embase carrée — est monté sur la machine et entraîné à 325 tours/minute ; une mèche à forer, sans tourner, avance insensiblement dans la matière en rotation.

Un courant énergétique d'eau, additionnée d'un lubrifiant de coupe, chasse les copeaux d'acier par un canal intérieur à la mèche. En trente minutes, on perce ainsi, de part en part, deux pivots de 550 millimètres de haut, d'un trou de 60 millimètres de diamètre.

Fabrication des trains de roues

C'est avec un soin particulier qu'il faut équilibrer les trains de roues pour limiter au minimum les effets perturbateurs de la force centrifuge, ceux-ci n'ayant aucune prise sur des roues parfaitement équilibrées.

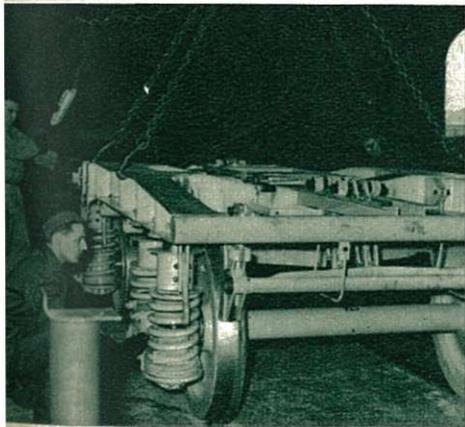
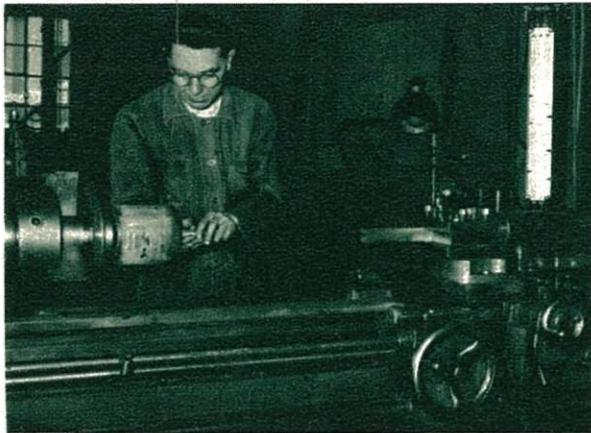
On passe chaque centre de roue sur une équilibreuse. Quand on fait osciller librement le centre de roue autour de son axe, l'équilibreuse détermine la valeur du déséquilibre et la direction dans laquelle il doit être corrigé (à l'aide de masselottes fixées au voile de la roue).

Les centres de roues équilibrés, calés à la presse sur l'essieu, sont pourvus de bandages bruts qu'on usine ensuite au profil correct. Pour ne pas détruire l'équilibrage obtenu sur les centres de roues, ce profilage (sur tour à roues classique) est suivi d'une

Opération de soudage sur le châssis en position verticale.

5. Mesurage des tubes de guidage au micromètre pneumatique.

6. Forage des pivots d'entraînement.



0. Mise sur roues du châssis.

11. Presse de montage - Mise sous tension de la suspension primaire.

12. Presse de montage - Placement d'un anneau de suspension. (Photos Delise.)

opération de finissage qui se fait sur un tour horizontal ordinaire. L'outil de ce tour, guidé par un mécanisme simple, suit automatiquement le profil correct, pendant que le train de roues tourne exactement autour de l'axe de l'essieu. Grâce à ce procédé de « singage », les imperfections du premier tournage disparaissent. (Le centre réel du cercle de roulement du bandage ne s'écarte pas du centre de l'essieu de plus de 1/10 de millimètre.)

L'effet de la force centrifuge sur les roues ainsi traitées est inférieur à celui que produirait une masse de 50 grammes tournant sur un cercle de 1 m. de rayon. Sans ces précautions, il pourrait dépasser, de loin, 10 fois cette valeur, ce qui nuirait beaucoup au comportement du bogie.

Montage des bogies

Le chantier de montage est pourvu d'outillages spécialement étudiés pour faciliter l'exécution du travail.

Avant la mise sur roues, des supports, ancrés dans le sol, tiennent le châssis à bonne hauteur pendant qu'on monte les accessoires du frein et de la suspension.

Une presse expressément conçue à cet effet permet de réaliser, en deux phases successives, le montage proprement dit : mise sous tension de la suspension primaire et introduction de la traverse dans la danseuse, avec mise en charge de la suspension secondaire.

Une autre presse sert à l'essai final du bogie monté. On y soumet la traverse dans la charge qu'elle supportera sous la voiture, et on contrôle les cotes essentielles à respecter en service.

Conclusions

L'A.C. de Salzennes a fourni plus de cent bogies à ce jour, servant ainsi le confort d'une cinquantaine de voitures — nouvelles

ou modernisées — que la clientèle a vivement apprécié.

Les industriels chargés de la construction des bogies des 450 voitures nouvelles ont délégué, l'un après l'autre, leurs spécialistes à Salzennes. Après avoir visité nos chantiers, tous ont loué la qualité de notre travail et la conception ingénieuse des outillages utilisés.

Ainsi se sont rejoints l'éloge du profane, qui juge la qualité du matériel au degré de confort qu'il lui procure, et l'avis du technicien, qui apprécie la difficulté de la tâche et le fini de son exécution.

Le mérite en revient à l'équipe de cheminots, qui a su, dans un travail sortant nettement de la routine journalière, donner toute la mesure de ses hautes capacités professionnelles.

F. MOULIN,
ingénieur en chef.