

859-90

SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS

R. C. Seine 276.448 B

Paris, le 31 JAN 1942 19

SERVICE CENTRAL
DU MATÉRIEL

~~20, Rue de Rome (8°)~~

~~111, Boulevard de la Bastille~~

Tm - 92

38, rue La Bruyère (9°)



Monsieur le Chef du Service
du Matériel et de la Traction
Région du SUD/OUEST

Je vous adresse, à titre confidentiel
2 exemplaires N° 7 et 8 du rapport établi
par M.M. ARSON, FERRAND et CRÉTIN, à la suite
de leur récent voyage en Allemagne.

LE DIRECTEUR,

clamer

T 2-42

Lith. A.C.M. 1-5-1951

Ex n° 7	communiqué à	D le 6-2-42 I le 10-2-42	Rentre le 12-2-42 (ci joint)
n° 8	—		
		F le 6-2-42 E C	Communiqué par la du Matériel

*A 2 exemplaires
à remettre
à M. Arson, Ferrand et Crétin
(Bureau de la Traction)*

A
- 1 -
Confidentiel

Communiqué à :

D

Do *6/2/42*

I

102-42
me à I

l'exemplaire n° 7 du Rapport technique
sur le voyage en Allemagne de
M. M. Arson, Ferrand, Cistin, avec
prière d'en prendre connaissance et
faire retour à A4.

(Transmission à effectuer sous pli
"confidentiel")

Paris, le 6 Février 1942

Le Chef du Bureau
du Secrétariat



SOCIÉTÉ NATIONALE
des
CHEMINS DE FER FRANÇAIS.

_____ le _____ 193_____

M _____

Je vous informe que pour l'exercice compté du
1^{er} octobre 193_____ au 30 septembre 193_____, vous êtes
proposé pour le degré de gratification _____

J'attire votre attention sur le fait que ce
degré de gratification n'est pas définitif, mais
qu'il est susceptible d'être modifié par la Commis-
sion d'Arrondissement et par le Chef du Service.

L _____

2

2 feuilles
epaves

Carton

*2 feuilles
epaves*

Note sur la visite des Ateliers de Derby

et de Manchester du L.M.S. Railway

**NOTE Sur la visite des Ateliers de DERBY
et de MANCHESTER du L.M.S. Railway**

Les Ateliers de Derby et de Manchester sont deux des plus importants Ateliers du L.M.S. Leur s effectifs sont de 5.500 et 2.500 ouvriers respectivement. Le premier est l'ancien atelier central du Midland et le second celui du Lancashire and Yorkshire Railway, tous deux principaux constituants du L.M.S. (avec le North Western).

Ces deux Ateliers construisent et réparent des voitures et des wagons ainsi que du matériel de route : camions, chariots à bagages, diables, etc... Ils confectionnent, en partant des matières brutes : bois en grumes ou en plateaux, acier en billes ou en profilés, la presque totalité des pièces utilisées.

Du point de vue de l'organisation de la construction neuve, l'Atelier de Derby est le plus intéressant. Il a été adapté à cette fonction par les soins et sous l'autorité de M. REID, actuellement Vice Président du Réseau fonctionné et qui fut, pendant la guerre et jusqu'à la fusion en 1924, Chef du Service des Voitures et Wagons du Midland. Bien que le problème soit beaucoup plus facile à résoudre que celui de la réparation et ait reçu dans un grand nombre d'usines de construction des deux continents des solutions satisfaisantes, on ne peut nier que les résultats obtenus à Derby soient tout à fait remarquables tant en ce qui concerne la rapidité d'exécution que l'augmentation du débit et la parfaite qualité du travail effectué. Nous y reviendrons plus loin.

C'est par contre à Manchester qu'a été abordé pour la première fois, dans le même esprit d'organisation rationnelle, le problème de la réparation des voitures à la faveur d'un remaniement inévitable des Ateliers. Les mesures étudiées et réalisées par M. REID et M. LEMON (ce dernier chef actuel du Service des Voitures et Wagons du L.M.S.) sont en cours d'adaptation seulement aux Ateliers de Derby.

En un mot, dans l'état actuel des choses c'est à Derby qu'a été le mieux mis au point et depuis plusieurs années la construction des voitures et des wagons et c'est à Manchester qu'a été organisée et depuis peu de temps, la réparation des voitures.

ATELIERS DE DERBY

Pour les raisons indiquées ci-dessus, nous parlerons surtout de la construction bien qu'elle ne fut que la moitié environ de l'effectif.

Les principes essentiels, appliqués aussi bien à la construction des wagons et des voitures, sont ceux couramment mis en pratique dans l'industrie automobile et plus généralement dans toute fabrication en séries d'objets plus ou moins complexes.

Les caractères principaux de l'organisation sont les suivants :

1°) Séparation complète de la préparation et du montage

La préparation est poussée au maximum. Elle porte non seulement sur les pièces de membrures complètement ouvrées, mais aussi sur des éléments assemblés tels que : portes, dossiers, pavillons, portions de face, cloisons, etc..., dans toute la mesure permise par la possibilité de transporter ces éléments sans frais de manutention exagérés

L'objectif des organisateurs a été d'obtenir que la construction se réduise à un simple assemblage des pièces ou d'éléments sans aucune retouche ou mise au point à pied d'œuvre. A cet effet les pièces sont ouvrées sur gabarits précis permettant d'obtenir une interchangeabilité parfaite et une conformité absolue des éléments assemblés par rapport aux dessins. C'est ainsi qu'on peut voir un pavillon de voiture de 18 m. de longueur s'emboîter exactement sur les 90 tenons des montants de caisse ; opération faite en quelques minutes.

La conformité aux cotes est vérifiée au moyen de nombreux gabarits de tolérance, à maxima et à minima.

On fait très peu de traçage. La mise aux cotes est assurée au moyen de butées, de montages et de gabarits, de perçages.

Il a fallu, pour arriver à ce résultat vaincre deux difficultés. L'une relative à l'outillage, burins équareurs, chaînes de mortaiseuses, etc.. qu'il a fallu trouver dans l'industrie aux cotes rigoureusement convenables, ceux livrés couramment présentant des tolérances inadmissibles

Les Ateliers du Midland, tout à fait autonomes, et pourvus comme un arsenal, de tous les moyens de fabrication désirables ont d'ailleurs pu résoudre ce problème en attendant que l'industrie ait été en mesure de le faire.

L'autre est relative à la déformabilité du bois. La précision de travail des machines à bois est poussée parfois

(cas des tenons et des mortaises) jusqu'au 1/10^e de m/m. Cette précision est illusoire si le bois se rétracte ou se gauchit après ouvrage. Les mesures prises pour obtenir des bois parfaitement secs et l'emploi des bois exotiques: acajou du Honduras, teck, Jarrah d'Australie, permettent de compter sur une indéformabilité absolue. Il ne faut pas croire d'ailleurs qu'on cherche la facilité des assemblages au prix d'un certain jeu dans les emboîtages. J'ai pu voir un dossier complet de voitures abandonnés à lui-même, en attendant le montage des faces, sans autre tenue que les tenons du pied (d'ailleurs emmanchés au vérin comme d'usage) La rigidité de l'ensemble était remarquable.

Pour obtenir l'ouvrage complet des diverses pièces de membrure qui, dans la construction anglaise sont extrêmement découpées, moulurées, mortaisées, etc. . on a poussé très loin la spécialisation des machines au lieu de s'en tenir au cinq machines classiques (dégougeuse, raboteuse, toupie, scie et mortaiseuse) auxquelles nous confions la diversité du travail demandé à nos établissements. Tel montant d'angle demandera, par exemple, à passer par une quinzaine de machines outils différentes avant d'être livré au montage.

Les machines nombreuses et variées utilisées sont presque toutes de fabrication anglaise.

Ces deux difficultés surmontées on a cherché à obtenir le rendement maximum du capital investi dans les machines outils en diminuant les temps morts passés en grément et au réglage de ces machines, temps relativement plus important que dans l'usinage mécanique. Pour augmenter le nombre des pièces travaillées en série on a procédé à une révision des dessins du matériel; roulant en vue de standardiser le plus grand nombre de pièces essentielles.

A titre d'exemple, et pour donner une idée du point où a été poussé cette standardisation, les cloisons séparant les compartiments des courloirs des voitures, autrefois d'une seule pièce, ont été partagées en trois éléments. De cette façon les cloisons de 1^{re} classe et celles de 3^e classe, autrefois complètement différentes du fait de la différence de longueur, ont leurs tiers extrêmes identiques, le tiers milieu seul étant distinct d'une classe à l'autre.

2°) Echelonnement rationnel des opérations de préparation ou de montage.

Les machines outils sont disposées suivant l'ordre de leur utilisation et non groupées par type. Dans la nef des montants, par exemple, le bois d'échantillon est amené à un bout et ressort à l'autre complètement ouvré après avoir parcouru en ligne droite un trajet au cours duquel il a rencontré toutes les machines outils nécessaires.

Le débit des machines a été établi pour qu'il ne se produise ni engorgement ni chômage.

Dans le même ordre d'idées, le montage est subdivisé en opérations successives au cours desquelles sont effectués toujours les mêmes travaux et aucun autre. L'outillage, les moyens de manutention et les équipes restent fixes le véhicule où ces éléments en oeuvre passent d'un poste à l'autre à un moment déterminé et connu d'avance. Il existe en général pour chaque série de construction organisée une période T qui est la durée des opérations les plus courtes. Toutes les T minutes le véhicule avancera d'un poste simple. S'il y a des postes de plus longue durée (par exemple la peinture), le poste sera disposé de façon à recevoir autant de véhicule que sa durée totale comprendra de fois la période T. Nous verrons plus loin des exemples d'application.

Un procédé fréquemment employé, lorsqu'il est nécessaire de préparer l'outillage les éléments assemblés etc.. avant exécution des travaux de certains postes ou s'il y a après coup des nettoyage ou aménagement à faire consiste à affecter deux emplacements à un même poste, même de durée T seulement. L'un des emplacements est aménagé et pourvu des impédiments nécessaires pendant que l'autre est en travail. Les véhicules sont aiguillés alternativement sur chacun des deux emplacements. On évite ainsi les temps morts qui pourraient allonger l'exécution du travail. Nous verrons plus loin l'application de ces principes au cas concret de la construction des wagons.

3°) Développement des moyens de manutention

Que ce soit pour le déchargement des matériaux bruts, l'acheminement d'une machine à l'autre des matières ou pièces en cours d'ouvrage où la présentation des pièces ouvrées en position de montage, le souci des organisateurs a été de pourchasser toutes les causes de dépenses de manoeuvre à la main. Il en est résulté l'installation de nombreux moyens de manutention divers : ponts, grues à portiques, de parc, convoyeurs, potences ou chariots à remorques. Mais à la différence de ce qu'on constate par exemple dans certains ateliers allemands, ces moyens de manutention, en général coûteux n'ont pas été établis à profusion mais en quantité raisonnable, les engins étant, par contre, adaptés comme types et caractéristiques au service qu'on attendait d'eux. Toutes les nefs ne sont pas munies de ponts. Par contre un grand nombre de machines à plate formes de montage sont pourvues de potences avec palans pneumatiques ou de monorails également à palans pneumatiques.

Certaines machines ont des tabliers d'alimentation automatiques prolongeant les convoyeurs qui les précèdent.

Les transports d'atelier à atelier sont à assurer :
1°) pour les véhicules par des chariots transbordeurs à vapeur. Ces engins archaïques qui choquent la vue dans un atelier outillé en général de façon très moderne, vont être

remplacés sous peu par des chariots électriques.

2°- pour le menu matériel, ^{par} 12 tracteurs à accumulateurs auxquels on accroche le nombre voulu de remorques. C'est sur ces dernières que s'est exercé le sens d'adaptation des organisateurs. Les 250 remorques utilisées présentent en effet les types les plus variés pour assurer au mieux les services les plus divers. Il existe des remorques spécialisées au transport des tampons de choc, des boîtes d'essieux, du sable de fonderie (chariot à déversement), des longs profilés, etc..... Les centres de roues sont remorqués en les accouplant par 4 sur un faux axe et en les faisant rouler sur leur jante, 4 trains de 4 centres sont remorqués à la fois.

J'ai insisté, dans l'exposé des principes ci-dessus, sur leur application au travail du bois, la raison en est que d'une part le bois entre en très grande proportion dans la construction du matériel roulant du L.M.S. Les voitures à châssis acier, ont une caisse entièrement en bois ; les wagons sont presque tous à châssis bois (d'ailleurs très trapu, et très contreventé, longerons et brancards de 300x125 d'équarissage) pour un chargement de 12 T.), la caisse est en général à montants métalliques et frisage bois.

En outre, c'est dans la construction bois que l'application des principes en question présente le plus de difficultés et a conduit aux solutions les plus originales.

La préparation des pièces métalliques, organisée d'ailleurs dans le même esprit, offre moins de particularités à signaler. Les machines très spécialisées sont plus rares parce que le besoin s'en fait moins sentir et qu'on trouve sur le marché industriel des machines suffisamment précises et suffisamment adaptées. Je signalerai néanmoins l'existence d'une machine construite par les ateliers, uniquement en vue de percer automatiquement les 8 trous de 20 d'une pièce forgée assemblant les brancards, les traverses et les bras de coix. Ces pièces se plaçaient automatiquement sur montage. Les forêts entraient en action et étaient automatiquement retirées après perçage. La pièce était éjectée et remplacée par la suivante. Le rôle de l'ouvrier consistait seulement à pourvoir à l'alimentation de la machine au moyen du stock voisin.

Ces principes exposés, les particularités d'application dignes d'être signalées sont les suivantes :

1°- Wagons.-

Le montage d'un wagon tombereau de 12 tonnes (construction en cours lors de ma visite) se fait en 10 postes non compris la peinture finale.

Au poste 1 les brancards venus de l'atelier aux bois sont munis de toutes leurs ferrures d'attache : plaques de garde, patins de suspension, équerres de liaison avec les traverses et écharpes, plaques de propriété, etc...

Moyens de manutention: convoyeurs à rouleaux pour amener des brancards et runways pour évacuation des brancards grésés.

Outillage : pour le serrage des écrous : une perceuse pneumatique montée sur potence et dont l'outil est remplacé par une clef à douille. Pour visser les petites ferrures, une machine à visser automatique murale consistant en un bras à double articulation permettant d'amener à la main la pointe de vis présentée par la machine. Le vissage est obtenu par simple traction d'une tirette. L'ouvrier, en dehors de ce mouvement, a simplement à assurer l'alimentation en vis du magasin de la machine. Ce genre de machine est très répandu dans les ateliers de Derby et de Manchester; il sert en particulier pour le vissage des portières, des portes, des cloisons, des châssis de glace, etc...

Au poste 2, assemblage des traverses intermédiaires et des longeronnets milieu et fixation des ferrures y attenantes.

Moyens de manutention : convoyeurs à rouleaux amenant les pièces et runways évacuant l'assemblage jusqu'au poste 3.

Outillage : une plateforme de montage comportant une traverse sur laquelle on bute l'une des traverses. Après présentation des longeronnets et de la deuxième traverse on fait jouer deux vérins horizontaux à air comprimé qui serrent les assemblages. Les postes 1 et 2 travaillent évidemment en parallèle

Au poste 3 a lieu l'assemblage général du châssis. L'élément confectionné au poste 2 est placé sur une plateforme de montage, calé contre des traverses en saillie. Les brancards, longeronnets extrêmes et écharpes sont présentes, amenés les uns par convoyeurs à rouleaux, les autres par runways selon leur poids. Des vérins transversaux font le serrage des brancards sur les traverses intermédiaires. Des vérins longitudinaux serrent successivement les longeronnets extrêmes et les écharpes sur les traverses intermédiaires puis les traverses de tête sur brancards, longeronnets et écharpes.

Le châssis est terminé, en position retournée. On complète en vérifiant l'épure et en fixant les tampons de choc; opération très aisée, bien qu'il s'agisse de tampons à tige, grâce aux vérins.

Les postes 1 à 3 se succèdent perpendiculairement à la voie que suivra dorénavant le wagon.

Au poste 4 le châssis est retourné et mis sur roues (petit pont roulant à commande du sol faisant le transport du poste 3 au poste 4, le retournement et le levage)

Au poste 5 le châssis reçoit ses organes de traction et ses montants de bout.

Au poste 6, ses brancards de caisse et montants de face.

Au poste 7, son plancher et son frisage.

Au poste 8, ses portes et volets. Ceux-ci sont construits à des postes spéciaux placés en abord et montés une fois complètement terminés.

Au poste 9, ses montants d'angle.

Au poste 10, ses organes de frein.

A partir du poste 5 les wagons sont reliés les uns aux autres par des flèches. Le passage d'un poste à l'autre se fait donc d'ensemble pour tous les wagons des postes 5 à 10 et est assuré par le chariot transbordeur halant le wagon terminé au poste 10.

Un mouvement a lieu toutes les T minutes. Dans ce cas T est égal à 30 minutes. Ce temps est fixé par la durée des opérations du poste 3 (confection du châssis). Il s'écoule donc 4 H entre l'arrivée des éléments principaux aux postes 1 et 2 et la sortie du wagon prêt à peindre.

La peinture est faite sur voie spéciale munie de 2 étuves à vapeur. Le wagon qui a reçu une première couche au cours de sa construction, reçoit une deuxième couche appliquée à la main, pénètre dans la première étuve pouvant contenir 3 wagons et d'où il ressortira 1 H $\frac{1}{2}$ plus tard par conséquent, puis 3ème couche, puis 2ème étuve pour deux wagons, durée 1 heure.

Les lettres et inscriptions sont appliquées au pistolet.

La production en wagons neufs est de 160 par semaine à l'heure actuelle. En dehors des économies sur le prix de revient main-d'œuvre, le L.M.S. estime que l'économie de place utilisée est de l'ordre de 75 % de celle qui aurait été nécessaire avec les anciennes méthodes.

2° -Voitures .

On trouve la même succession de postes auxquels sont effectués des travaux de nature nettement précisés. Une pancarte en tôle peinte est accrochée auprès de chacun d'eux et indique la liste de ces travaux et le n° du poste. La durée de la période T est ici de l'ordre de 24 heures.

L'un des postes les plus intéressants est celui du montage de la caisse. Le châssis garni de ses brancards et traverses de tête et de son plancher est amené au poste de montage. Les dossiers sont présentés et fixés à leur poste au moyen de vérins pneumatiques, un à chaque bout consistant en un cylindre à air actionnant par traction un câble terminé par un crochet qu'on fixe au haut du dossier. L'ouverture de l'admission d'air entraîne instantanément l'entrée de tous les tenons dans les mortaises. On fixe de façon analogue les autres éléments : portions de face, cloisons transversales, cloisons de couloir.

L'assemblage des pièces se fait au moyen de vérins légers à levier s'accrochant, d'une part, à la pièce mortaisée, de l'autre, à l'élément tenonné.

On termine en fixant le pavillon amené tout assemblé et qui ferme la caisse comme un couvercle de boîte.

Tous ces éléments sont préparés séparément à des postes voisins ménagés et outillés de la même façon (table de montage, vérins, machine à visser). La construction du pavillon se fait sur le prolongement de la voie de montage. Après frisage, pose de la toile et peinture il est saisi sous les battants par deux palans pneumatiques circulant sur runways au-dessus de la voie. Sa fixation à poste exige l'emboîtement de 90 tenons. L'ensemble du montage d'une caisse ne dure que 25 minutes.

La production actuelle des Ateliers en voitures neuves est de 7 par semaine. Le débit réparation est de 25 réparations générales et 72 NV par semaine.

Les voitures passent aux postes suivants :

1° R.G.

Levage	Durée	: 1/2 jour
Démontage des sièges	d°	: 1/2 -
Démontage des garnitures	d°	: 2
Réparations extérieures	d°	: 8
Peinture	d°	: 6
Réparations intérieures et vernissage.....	d°	: 10
Essais	d°	: 1
		<hr/>
		28 jours 1/2

2° N.V.

Levage	1 jour
Réparations intérieures et vernissage	5 jours
Essais	1 jour
	<hr/>
	7 jours

ATELIERS DE MANCHESTER .
(Newton Heath)

Bien que ces Ateliers fassent, comme Derby, de la construction neuve (voitures et wagons) et de la réparation, je ne parlerai que de la réparation voitures. La partie "construction" ne présente après la visite des ateliers de DERBY, deux fois plus importants aucune nouveauté intéressante. La réparation des wagons est également organisée par postes successifs, tout au moins en ce qui concerne les grosses réparations équivalent à une véritable refonte des véhicules. Le problème est alors assez voisin de celui de la construction et ne présente ni difficultés ni modalités d'application dignes d'être signalées.

La méthode de réparation des voitures à Newton Heath a été décrite en détails dans le Railway Engineer de juin 1927. Je me bornerai à rappeler son principe.

Les réparations sont classées en RG, NV.; levages et réparations courantes. On cherche d'ailleurs à éliminer le plus possible les réparations de 3^{ème} et 4^{ème} catégories. Une voiture doit normalement être prise en RG tous les 6 ans et recevoir 3 N.V. tous les 18 mois. Tout l'entretien courant, en dehors de ces dernières tend à être confiné aux postes d'entretien de la ligne. Une réparation générale comporte l'exécution des travaux successifs suivant auxquels sont affectés

.....

ne variatur, les voies indiquées (voir schéma de l'atelier annexé à la traduction de la note sus rappelée).

- | | | |
|---|---|---|
| 1° Dégarnissage intérieur | Voie 1 & 2 | Mode de progression des voitures ; par rames de 6 . |
| 2° Levage et réparations faites à l'occasion du levage. | Voies 12 et 13 pour les bogies-Voies 10-11-14-15 pour les caisses | déplacement progressif des bogies et des caisses |
| 3° Réparations intérieures de menuiserie et premières couches de peinture extérieure. | Voies 8 et 7 | déplacement progressif |
| 4° Regarnissage intérieur. Vernissage intérieur. | Voies 4, 5, 6. | Déplacement par rames complètes de 6. |
| 5° Peinture | Atelier distinct. | déplacement par rames complètes. |

Les voitures en N.V. passent aux postes levage peintures. Les voitures en levage seulement ne passent qu'à ce poste. Enfin une voie est affectée au cas d'ailleurs peu fréquent, des petites réparations faites en dehors de celles ci-dessus.

1°- Dégarnissage - Les deux voies affectées à ce travail sont successivement garnies de voitures. Les équipes passent de l'une à l'autre rame.

2° Levage - Chaque nef de levage (il y en a deux) comprend :

- une voie à l'entrée de laquelle est levée la caisse et où sont levés et réparés les bogies
- une voie où se déplacent les caisses mises sur bogies porteurs et où elles reçoivent les réparations de dessous de caisse, frein et éclairage au gaz. A l'extrémité de ces deux voies les caisses retrouvent leurs propres bogies réparés .

-sur la troisième voie, ou voie de retour, les caisses sont remises sur leurs bogies et reçoivent les réparations complémentaires du levage : fixation des entretoises de plaques de garde, réglage des hauteurs de tamponnement, révision des vis de frein à main etc..

Toutes ces opérations se font poste par poste, les équipes restant immobiles et les voitures se déplaçant toutes les T minutes (les bogies toutes les $\frac{T}{2}$ minutes car

il y a autant de postes de réparation bogies que de postes caisse entre levage et remise sur roues). La valeur normale de T, celle qui correspond à la meilleure utilisation du personnel est d'environ 2 heures. Mais on peut régler le débit levage de l'établissement en agissant sur la valeur de T et en faisant varier le temps de main-d'oeuvre de chaque poste en raison inverse.

Les Ateliers procèdent actuellement à l'installation de chaînes sans fin pour l'entraînement des voitures ou des bogies, d'un modèle analogue à celles des Ateliers d'Acton. Des jeux d'engrenages différents sont prévus pour permettre d'obtenir les diverses vitesses correspondant aux valeurs de T qui pourront être choisies.

3°- Les travaux de menuiserie intérieurs sont également effectués sur voie 8 suivant le système progressif et cette voie sera également munie d'une chaîne d'entraînement des voitures. Les voitures progressant de l'entrée vers le fond de l'atelier passent ensuite par une bretelle sur la voie 7 où se font les premiers travaux de peinture.

4°- Quand la voie 7 est pleine on évacue la rame entière qui est amenée sur l'une des voies 4, 5 ou 6 où ont lieu les remontages des pièces démontées sur voies 1 et 2 (première opération).

5°- Enfin les travaux de peinture et vernissage se font dans un atelier distinct du précédent, desservi par le même chariot transbordeur et pouvant contenir 100 véhicules. Les véhicules ne progressent plus une fois entrés dans cet atelier que pour passer sur voie d'essai.

On voit que la méthode progressive, si elle est appliquée aux principales phases de la réparation, n'est appliquée rigoureusement à l'exécution que deux d'entre elles, levage et travaux de menuiserie.

Les bénéfices constatés par le L.M.S. à la suite de l'organisation des ateliers de réparation voitures de Manchester, sont les suivants :

Le temps passé sur les R.G. est passé de 59 à 25 jours ouvrables. Celui passé aux N.V. est passé de 37 à 16. Le rendement en nombre de réparations faites a été amélioré de 75 % sans changement de l'effectif personnel affecté aux travaux.

.....

2 billes
2 pelures.

NOTE sur la visite des Ateliers de DERBY
et de MANCHESTER du L.M.S. Railway.

Les Ateliers de Derby et de Manchester sont deux des plus importants Ateliers du L.M.S. Leurs effectifs sont de 5.500 et 2.500 ouvriers respectivement. Le premier est l'ancien atelier central du Midland et le second celui du Lancashire and Yorkshire Railway, tous deux principaux constituants du L.M.S. (avec le North Western).

Ces deux Ateliers construisent et réparent des voitures et des wagons ainsi que du matériel de route: camions, chariots à bagages, diables, etc... Ils confectionnent, en partant des matières brutes; bois en grumes ou en plateaux, acier en billes ou en profilés, la presque totalité des pièces utilisées.

Du point de vue de l'organisation de la construction neuve, l'Atelier de Derby est le plus intéressant. Il a été adapté à cette fonction par les soins et sous l'autorité de M. REID, actuellement Vice Président du Réseau fusionné et qui fut, pendant la guerre et jusqu'à la fusion en 1924, Chef du Service des Voitures et Wagons du Midland. Bien que le problème soit beaucoup plus facile à résoudre que celui de la réparation et ait reçu dans un grand nombre d'usines de construction des deux continents des solutions satisfaisantes, on ne peut nier que les résultats obtenus à Derby soient tout à fait remarquables tant en ce qui concerne la rapidité d'exécution que l'augmentation du débit et la parfaite qualité du travail effectué. Nous y reviendrons plus loin.

C'est par contre à Manchester qu'a été abordé pour la première fois, dans le même esprit d'organisation rationnelle, le problème de la réparation des voitures, à la faveur d'un remaniement inévitable des Ateliers. Les mesures étudiées et réalisées par M. REID et M. LEMOF (ce dernier, Chef actuel du Service des Voitures et Wagons du L.M.S.) sont en cours d'adaptation seulement aux Ateliers de Derby.

En un mot, dans l'état actuel des choses, c'est à Derby qu'a été le mieux mise au point et depuis plusieurs années, la construction des voitures et des wagons et c'est à Manchester qu'a été organisée et depuis peu de temps, la réparation des voitures.

ATELIERS DE DERBY

Pour les raisons indiquées ci-dessus, nous parlerons surtout de la construction bien qu'elle n'occupe que la moitié environ de l'effectif.

Les principes essentiels, appliqués aussi bien à la construction des wagons et des voitures, sont ceux couramment mis en pratique dans l'industrie automobile et plus généralement dans toute fabrication en série d'objets plus ou moins complexes.

Les caractères principaux de l'organisation sont les suivants :

1°- Séparation complète de la préparation et du montage.

La préparation est poussée au maximum. Elle porte non seulement sur les pièces de membrures complètement ouvrées, mais aussi sur des éléments assemblés tels que: portes, dossiers, pavillons, portions de face, cloisons, etc..., dans toute la mesure permise par la possibilité de transporter ces éléments sans frais de manutention exagérés.

L'objectif des organisateurs a été d'obtenir que la construction se réduise à un simple assemblage des pièces ou d'éléments sans aucune retouche ou mise au point à pied d'œuvre. A cet effet les pièces sont ouvrées sur gabarits précis permettant d'obtenir une interchangeabilité parfaite et une conformité absolue des éléments assemblés par rapport aux dessins. C'est ainsi qu'on peut voir un pavillon de voiture de 18 mètres de longueur s'emboîter exactement sur les 90 tenons des montants de caisse; opération faite en quelques minutes.

La conformité aux cotes est vérifiée au moyen de nombreux gabarits de tolérance, à maxima et à minima.

On fait très peu de traçage. La mise aux cotes est assurée au moyen de butées, de montages et de gabarits de perçage.

Il a fallu, pour arriver à ce résultat, vaincre deux difficultés. L'une relative à l'outillage, burins équareurs, chafnes de mortaiseuses, etc., qu'il a fallu trouver dans l'industrie aux cotes rigoureusement convenables, ceux livrés couramment présentant des tolérances inadmissibles.

Les Ateliers du Midland, tout à fait autonomes et pourvus, comme un arsenal, de tous les moyens de fabrication désirables, ont d'ailleurs pu résoudre ce problème en attendant que l'industrie ait été en mesure de le faire.

L'autre est relative à la déformabilité du bois. La précision de travail des machines à bois est poussée

parfois (cas des tenons et mortaises) jusqu'au 1/10° de $\frac{1}{2}$. Cette précision est illusoire si le bois se retracte ou se gauchit après ouvrage. Les mesures prises pour obtenir des bois parfaitement secs et l'emploi de bois exotiques : acajou du Honduras, teck, jarrah d'Australie, permettent de compter sur une indéformabilité absolue. Il ne faut pas croire d'ailleurs qu'on cherche la facilité des assemblages au prix d'un certain jeu dans les emboîtages. J'ai pu voir un dossier complet de voiture abandonné à lui-même, en attendant le montage des faces, sans autre tenue que les tenons du pied (d'ailleurs emmanchés au vérin comme d'usage). La rigidité de l'ensemble était remarquable.

Pour obtenir l'ouvrage complet des diverses pièces de membrures qui, dans la construction anglaise, sont extrêmement découpées, moulurées, notaisées, etc..., on a poussé très loin la spécialisation des machines au lieu de s'en tenir aux cinq machines classiques (dégauchisseuse, raboteuse, toupie, scie et mortaiseuse) auxquelles nous confine la diversité du travail demandé à nos Etablissements. Tel montant d'angle demandera, par exemple, à passer par une quinzaine de machines outils différentes avant d'être livré au montage.

Les machines nombreuses et variées utilisées sont presque toutes de fabrication anglaise.

Ces deux difficultés surmontées on a cherché à obtenir le rendement maximum du capital investi dans les machines outils en diminuant les temps morts passés en grément et au réglage de ces machines, temps relativement plus important que dans l'usinage mécanique. Pour augmenter le nombre des pièces travaillées en série on a procédé à une révision des dessins du matériel roulant en vue de standardiser le plus grand nombre de pièces essentielles. A titre d'exemple, et pour donner une idée du point où a été poussée cette standardisation, les cloisons séparant les compartiments des couloirs des voitures, autrefois d'une seule pièce, ont été partagées en trois éléments. De cette façon les cloisons de 1ère classe et celles de 3ème classe, autrefois complètement différentes du fait de la différence de longueur, ont leurs tiers extrêmes identiques, le tiers milieu seul étant distinct d'une classe à l'autre.

2° - Echelonnement rationnel des opérations de préparation ou de montage.

Les machines outils sont disposées suivant l'ordre de leur utilisation et non groupées par type. Dans la nef des montants, par exemple, le bois d'échantillon est amené à un bout et ressort à l'autre complètement ouvré après avoir parcouru en ligne droite un trajet au cours duquel il a rencontré toutes les machines outils nécessaires.

Le débit des machines a été établi pour qu'il ne se produise ni engorgement ni chômage.

Dans le même ordre d'idées, le montage est subdivisé en opérations successives au cours desquelles sont effectués toujours les mêmes travaux et aucun autre. L'outillage, les moyens de manutention et les équipes restant fixes le véhicule ou ses éléments en oeuvre passent d'un poste à l'autre à un moment déterminé et connu d'avance. Il existe en général pour chaque série de construction organisée, une période T qui est la durée des opérations les plus courtes. Toutes les T minutes le véhicule avancera d'un poste simple. S'il y a des postes de plus longue durée (par exemple la peinture), le poste sera disposé de façon à recevoir autant de véhicules que sa durée totale comprendra de fois la période T. Nous verrons plus loin des exemples d'application.

Un procédé fréquemment employé, lorsqu'il est nécessaire de préparer l'outillage, les éléments assemblés, etc., avant exécution des travaux de certains postes ou s'il y a après coup des nettoyages ou aménagements à faire, consiste à affecter deux emplacements à un même poste, même de durée T seulement. L'un des emplacements est aménagé et pourvu des impédiments nécessaires pendant que l'autre est en travail. Les véhicules sont aiguillés alternativement sur chacun des deux postes. On évite ainsi les temps morts qui pourraient allonger l'exécution du travail. Nous verrons plus loin l'application de ces principes au cas concret de la construction des wagons.

3° - Développement des moyens de manutention

Que ce soit pour le déchargement des matériaux bruts, l'acheminement d'une machine à l'autre des matières ou pièces en cours d'ouvrage ou la présentation des pièces oeuvrées en position de montage, le souci des organisateurs a été de pourchasser toutes les causes de dépenses de manoeuvre à la main. Il en est résulté l'installation de nombreux moyens de manutention divers : pont, grues à portiques de parc, convoyeurs, potences ou chariots à remorques. Mais à la différence de ce qu'on constate par exemple dans certains ateliers allemands, ces moyens de manutention, en général coûteux, n'ont pas été établis à profusion, mais en quantité raisonnable, les engins étant, par contre, adaptés comme types et caractéristiques au service qu'on attendait d'eux. Toutes les nefs ne sont pas munies de pont. Par contre un grand nombre de machines ou de plateformes de montage sont pourvues de potences avec palans pneumatiques ou de monorails également à palans pneumatiques.

Certaines machines ont des tabliers d'alimentation automatique prolongeant les convoyeurs qui les précèdent.

Les transports d'atelier à atelier sont assurés :

1° - pour les véhicules, par des chariots transbordeurs à vapeur. Ces engins archaïques qui choquent la vue dans un atelier outillé en général de façon très moderne, vont être

remplacés sous peu par des chariots électriques.

2° - pour le menu matériel, par 12 tracteurs à accumulateurs auxquels on accroche le nombre voulu de remorques. C'est sur ces dernières que s'est exercé le sens d'adaptation des organisateurs. Les 250 remorques utilisées présentent en effet les types les plus variés pour assurer au mieux les services les plus divers. Il existe des remorques spécialisées au transport des tampons de choc, des boîtes d'essieux, du sable de fonderie (chariot à déversement), des longs profilés, etc.... Les centres de roues sont remorqués en les accouplant par 4 sur un faux axe et en les faisant rouler sur leur jante. 4 trains de 4 centres sont remorqués à la fois.

J'ai insisté, dans l'exposé des principes ci-dessus, sur leur application au travail du bois. La raison en est que d'une part le bois entre en très grande proportion dans la construction du matériel roulant du L.M.S. Les voitures à châssis acier, ont une caisse entièrement en bois; les wagons sont presque tous à châssis bois (d'ailleurs très trapu et très contreventé, longerons et brancards de 300 x 125 d'équarissage, pour un chargement de 12 T.), la caisse est en général à montants métalliques et frisage bois.

En outre, c'est dans la construction bois que l'application des principes en question présente le plus de difficultés et a conduit aux solutions les plus originales.

La préparation des pièces métalliques, organisée d'ailleurs dans le même esprit, offre moins de particularités à signaler. Les machines très spécialisées sont plus rares parce que le besoin s'en fait moins sentir et qu'on trouve sur le marché industriel des machines suffisamment précises et suffisamment adaptées. Je signalerai néanmoins l'existence d'une machine construite par les Ateliers, uniquement en vue de percer automatiquement les 8 trous de 20 d'une pièce forgée assemblant les brancards, les traverses et les 1/2 bras de croix. Ces pièces se plaçaient automatiquement sur montage, les forêts entraient en action et étaient automatiquement retirés après perçage. La pièce était éjectée et remplacée par la suivante. Le rôle de l'ouvrier consistait seulement à pourvoir à l'alimentation de la machine au moyen du stock voisin.

Ces principes exposés, les particularités d'application dignes d'être signalées sont les suivantes :

1° - Wagons.

Le montage d'un wagon tombereau de 12 Tonnes (construction en cours lors de ma visite) se fait en 10 postes, non compris la peinture finale.

2 bulles
- 2 pelures -

Lu

Au poste 1 les brancards venis de l'atelier aux bois sont munis de toutes leurs ferrures d'attache : plaques de garde, patins de suspension, équerres de liaison avec les traverses et écharpes, plaques de propriété, etc...

Moyens de manutention: convoyeurs à rouleaux pour amonée des brancards et runways pour évacuation des brancards grésés.

Outillage : pour le serrage des écrous : une perceuse pneumatique montée sur potence et dont l'outil est remplacé par une clef à douille. Pour visser les petites ferrures, une machine à visser automatique murale consistant en un bras à double articulation permettant d'amener à la main la pointe de vis présentée par la machine. Le vissage est obtenu par simple traction d'une tirette. L'ouvrier, en dehors de ce mouvement, a simplement à assurer l'alimentation en vis du magasin de la machine. Ce genre de machine est très répandu dans les Ateliers de Derby et de Manchester; il sert en particulier pour le vissage des portières, des portes, des cloisons, des châssis de glace, etc....

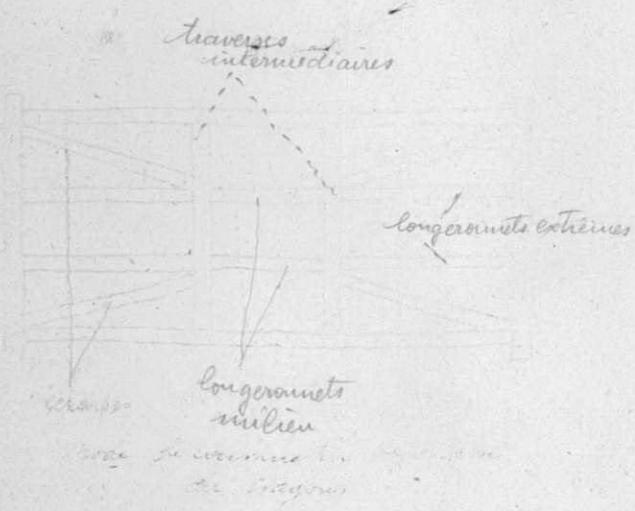
Au poste 2, assemblage des traverses intermédiaires et des longeronnets milieu et fixation des ferrures y attenantes.

Moyens de manutention : convoyeurs à rouleaux amenant les pièces et runways évacuant l'assemblage jusqu'au poste 3.

Outillage : une plateforme de montage comportant une traverse sur laquelle on bute l'une des traverses. Après présentation des longeronnets et de la deuxième traverse on fait jouer deux vérins horizontaux à air comprimé qui serrent les assemblages. Les postes 1 et 2 travaillent évidemment en parallèle.

Au poste 3 a lieu l'assemblage général du châssis. L'élément confectionné au poste 2 est placé sur une plateforme de montage, calé contre des traverses en saillie. Les brancards, longeronnets extrêmes et écharpes sont présentés, amonés

les uns par convoyeurs à rouleaux, les autres par runways selon leur poids. Des vérins transversaux font le serrage des brancards sur les traverses intermédiaires. Des vérins longitudinaux serrent successivement les longeronnets extrêmes et les écharpes sur les traverses intermédiaires, puis les traverses de tête sur brancards, longeronnets et écharpes.



JB

Le châssis est terminé, en position retournée. On complète en vérifiant l'épure et en fixant les tampons de choc; opération très aisée, bien qu'il s'agisse de tampons à tige, grâce aux vérins.

Les postes 1 à 3 se succèdent perpendiculairement à la voie que suivra dorénavant le wagon.

Au poste 4 le châssis est retourné et mis sur roues (petit pont roulant à commande du sol faisant le transport du poste 3 au poste 4, le retournement et le levage)

Au poste 5 le châssis reçoit ses organes de traction et ses montants de bout.

Au poste 6, ses brancards de caisse et montants de face.

Au poste 7, son plancher et son frisage.

Au poste 8, ses portes et volets. Ceux-ci sont construits à des postes spéciaux placés en abord et montés une fois complètement terminés.

Au poste 9, ses montants d'angle

Au poste 10, ses organes de frein.

A partir du poste 5 les wagons sont reliés les uns aux autres par des flèches. Le passage d'un poste à l'autre se fait donc d'ensemble pour tous les wagons des postes 5 à 10 et est assuré par le chariot transbordeur halant le wagon terminé au poste 10.

Un mouvement a lieu toutes les T minutes. Dans ce cas T est égal à 30 minutes. Ce temps est fixé par la durée des opérations du poste 3 (confection du châssis). Il s'écoule donc $4 \text{ H.} \frac{1}{2}$ entre l'arrivée des éléments principaux aux postes 1 et 2 et la sortie du wagon prêt à peindre.

La peinture est faite sur voie spéciale munie de 2 étuves à vapeur. Le wagon qui a reçu une première couche au cours de sa construction, reçoit une deuxième couche appliquée à la main, pénètre dans la première étuve pouvant contenir 3 wagons et d'où il ressortira $1 \text{ H.} \frac{1}{2}$ plus tard par conséquent, puis 3ème couche, puis 2ème étuve pour deux wagons, durée 1 Heure.

Les lettres et inscriptions sont appliquées au pistolet.

La production en wagons neufs est de 180 par semaine à l'heure actuelle. En dehors des économies sur le prix de revient main-d'œuvre, le L.M.S. estime que l'économie de place utilisée est de l'ordre de 75 % de celle qui aurait été nécessaire avec les anciennes méthodes.

2° - Voitures

On trouve la même succession de postes auxquels sont effectués des travaux de nature nettement précisée. Une pancarte en tôle peinte est accrochée auprès de chacun d'eux et indique la liste de ces travaux et le numéro du poste. La durée de la période T est ici de l'ordre de 24 heures.

L'un des postes les plus intéressants est celui du montage de la caisse. Le châssis garni de ses brancards et traverses de tôle et de son plancher est amené au poste de montage. Les dossiers sont présentés et fixés à leur poste au moyen de vérins pneumatiques, un à chaque bout, consistant en un cylindre à air actionnant par traction un câble terminé par un crochet qu'on fixe au haut du dossier. L'ouverture de l'admission d'air entraîne instantanément l'entrée de tous les tenons dans les mortaises. On fixe de façon analogue les autres éléments: portions de face, cloisons transversales, cloisons de couloir.

L'assemblage des pièces se fait au moyen de vérins légers à levier s'accrochant, d'une part, à la pièce mortaisée, de l'autre, à l'élément tenonné.

On termine en fixant le pavillon, amené tout assemblé et qui ferme la caisse comme un couvercle de boîte.

Tous ces éléments sont préparés séparément à des postes voisins aménagés et outillés de la même façon (table de montage, vérins, machine à visser). La construction du pavillon se fait sur le prolongement de la voie de montage. Après frisage, pose de la toile et peinture il est saisi sous les battants par deux palans pneumatiques circulant sur runways au-dessus de la voie. Sa fixation à poste exige l'emboîtement de 90 tenons. L'ensemble du montage d'une caisse ne dure que 25 minutes.

La production actuelle des Ateliers en voitures neuves est de 7 par semaine. Le débit réparation est de 25 réparations générales et 72 NV. par semaine.

Les Voitures passent aux postes suivants:

....

1° - R.G.

Levage	durée :	1 jour
Démontage des sièges.....-d°-	:	1/2
Démontage des garnitures...-d°-	:	2
Réparations extérieures...-d°-	:	3
Peinture	-d°-	6
Réparations intérieures...-d°-	:	
et Vernissage.....-d°-	:	10
Essais	-d°-	1

28 jours 1/2

2° - N.V.

Levage	1 jour
Réparations intérieures et Vernissage	5 jours
Essais	1 jour

7 jours

ATELIERS DE MANCHESTER

(Newton Heath)

Bien que ces Ateliers fassent, comme Derby, de la construction neuve (voitures et wagons) et de la réparation, je ne parlerai que de la réparation voitures. La partie "construction" ne présente aucune nouveauté intéressante. La réparation des wagons est également organisée par postes successifs, tout au moins en ce qui concerne les grosses réparations équivalent à une véritable refonte des véhicules. Le problème est alors assez voisin de celui de la construction et ne présente ni difficultés ni modalités d'application dignes d'être signalées.

La méthode de réparation des voitures à Newton Heath a été décrite en détail dans le Railway Engineer de Juin 1927. Je me bornerai à rappeler son principe.

Les réparations sont classées en R.G., N.V., levages et réparations courantes. On cherche d'ailleurs à éliminer le plus possible les réparations de 3ème et 4ème catégories. Une voiture doit normalement être prise en R.G. tous les 6 ans et recevoir 3 N.V. tous les 18 mois. Tout l'entretien courant, en dehors de ces dernières, tend à être confiné aux postes d'entretien de la ligne. Une réparation générale comporte l'exécution des travaux successifs suivants auxquels sont affectés ...

Après la visite des Ateliers de Derby, deux fois plus importants,

ne varient, les voies indiquées (voir schéma de l'atelier, annexé à la traduction de la note sus rappelée).

1° - Dégarnissage intérieur	Voies 1 et 2	Mode de progression des voitures : par rames de 6.
2° - Levage et réparations faites à l'occasion du levage.	Voies 12 et 13 pour les bogies Voies 10, 11, 14, 15 pour les caisses.	déplacement progressif des bogies et des caisses.
3° - Réparations intérieures de menuiserie et premières couches de peinture extérieure.	Voies 3 et 7	déplacement progressif.
4° - Regarnissage intérieur. Vernissage intérieur.	Voies 4, 5, 6.	déplacement par rames complètes de 6.
5° - Peinture	Atelier distinct.	déplacement par rames complètes

Les voitures en N.V. passent aux postes levage peintures. Les voitures en levage seulement ne passent qu'à ce poste. Enfin une voie est affectée au cas, d'ailleurs peu fréquent, des petites réparations faites en dehors de celles ci-dessus.

1° - Dégarnissage. - Les deux voies affectées à ce travail sont successivement garnies de voitures. les équipes passent de l'une à l'autre rame.

2° - Levage - Chaque nef de levage (il y en a deux) comprend :

- une voie à l'entrée de laquelle est levée la caisse et où sont levés et réparés les bogies.
- une voie où se déplacent les caisses, mises sur bogies porteurs et où elles reçoivent les réparations de dessous de caisse et frein et éclairage au gaz. à l'extrémité de ces deux voies les caisses retrouvent leurs propres bogies réparés.
- sur la troisième voie, ou voie de retour, les caisses sont remises sur leurs bogies et reçoivent les réparations complémentaires du levage : fixation des entretoises de plaques de garde, réglage des hauteurs de tamponnement, révision des vis de frein à main, etc.

Toutes ces opérations se font poste par poste, les équipes restant immobiles et les voitures se déplaçant toutes les T minutes (les bogies toutes les $\frac{T}{2}$ minutes car

il y a autant de postes de réparation bogies que de postes caisse entre levage et remise sur roues). La valeur normale de T, celle qui correspond à la meilleure utilisation du personnel est d'environ 8 heures. Mais on peut régler le débit levage de l'établissement en agissant sur la valeur de T et en faisant varier le temps de main-d'œuvre de chaque poste en raison inverse.

Les Ateliers procèdent actuellement à l'installation de chaînes sans fin pour l'entraînement des voitures ou des bogies, d'un modèle analogue à celles des Ateliers d'Acton. Des jeux d'engrenages différents sont prévus pour permettre d'obtenir les diverses vitesses correspondant aux valeurs de T qui pourront être choisies.

3°- Les travaux de menuiserie intérieurs sont également effectués sur voie 8 suivant le système progressif et cette voie sera également munie d'une chaîne d'entraînement des voitures. Les voitures progressant de l'entrée vers le fond de l'atelier passent ensuite par une bretelle sur la voie 7 où se font les premiers travaux de peinture.

4°- Quand la voie 7 est pleine on évacue la rame entière qui est amenée sur l'une des voies 4, 5 ou 6 où ont lieu les remontages des pièces démontées sur voies 1 et 2 (première opération).

5°- Enfin les travaux de peinture et vernissage se font dans un atelier distinct du précédent, desservi par le même chariot transbordeur et pouvant contenir 100 véhicules. Les véhicules ne progressent plus une fois entrés dans cet atelier que pour passer sur voie d'essai.

On voit que la méthode progressive, si elle est appliquée aux principales phases de la réparation, n'est appliquée rigoureusement à l'exécution que deux d'entre elles : levage et travaux de menuiserie.

Les bénéfices constatés par le L.M.S. à la suite de l'organisation des ateliers de réparation voitures de Manchester, sont les suivants :

Le temps passé sur les R.G. est passé de 59 à 25 jours ouvrables. Celui passé aux N.V. est passé de 37 à 16. Le rendement en nombre de réparations faites a été amélioré de 75 % sans changement de l'effectif personnel affecté aux travaux.