
RAPPORT
SUR LE
MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER
A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878,

Par M. F. JACQMIN,
INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS-ET-CHAUSSÉES,
DIRECTEUR DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST.
Rapporteur du Jury des Récompenses de la Classe 64 (Groupe VI).

COMPTE-RENDU

Par M. O. BURON,
INGÉNIEUR ADJOINT A L'INGÉNIEUR EN CHEF DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DU CHEMIN DE FER D'ORLÉANS.

DEUXIÈME PARTIE (1).

CHAPITRE SECOND.

MACHINES - LOCOMOTIVES POUR CHEMINS DE FER
A VOIE NORMALE.

L'Exposition de 1878 renfermait 59 locomotives (2) de diverses espèces pouvant être divisées en locomotives proprement dites, locomoteurs pour tramways et voitures automobiles.

Ces machines étaient construites pour des écartements de voie variant entre 1^m72 et 0^m50. Au point de vue du poids et de la puissance de traction, l'écart était aussi considérable : ainsi le poids en ordre de marche variait de 52000 kilogs à 1390 kilogs, le diamètre des roues motrices de 2^m30 à 0^m28. La grosse machine pouvait remorquer 2330 tonnes de poids brut, en palier, à la vitesse de 15 kilomètres à l'heure ; la petite, 10 à 15 tonnes seulement à 6 kilomètres à l'heure.

(1) Voir la Première Partie dans le Numéro de Mars dernier, p. 235.

(2) On trouvera la description détaillée et les dessins des locomotives à l'Exposition 1878, dans les trois articles suivants, publiés dans la *Revue générale des chemins de fer*, par M. Deghùlage :

Numéro de Décembre 1878, p. 367 et Pl. XXV à XXVII, *Locomotives-tender à deux et à trois essieux accouplés* ;

Numéro d'Août 1879, p. 81, Pl. XIII à XXII, *Locomotives à grande vitesse* ;

Numéro de Décembre 1879, p. 435 et Pl. XXXIX à XLVI, *Locomotives à trois et à quatre essieux accouplés*.
(Notes du Comité de Rédaction).

On peut immédiatement citer parmi toutes ces machines quatre types nouveaux :

- 1^o la locomotive de Riggenbach pour traction par crémaillère ;
- 2^o la locomotive Compound de M. Mallet ;
- 3^o la locomotive sans foyer de M. Francq ;
- 4^o les locomotives à air comprimé de M. Mékarski.

De plus, nous voyons apparaître les grands foyers et les grandes grilles pour brûler les tout-venant et les menus. Presque toutes les machines se distinguaient par le fini parfait de l'exécution.

Au point de vue du service auquel elles étaient destinées, M. Jacqmin répartit en huit groupes les locomotives exposées :

- 1^o Locomotives pour trains de voyageurs à grande vitesse sur les chemins à profils faciles ;
- 2^o Locomotives pour trains ordinaires de voyageurs sur profils à rampes faibles ;
- 3^o Locomotives pour trains de voyageurs sur profils accidentés et pour trains de marchandises sur profils faciles ;
- 4^o Grosses locomotives pour trains de marchandises à petite vitesse ;
- 5^o Locomotives pour gares, usines et chemins de fer d'intérêt local ;
- 6^o Locomotives de montagnes ;
- 7^o Locomotives pour chemins de fer à voie étroite et locomotives d'usines ;
- 8^o Locomotives et voitures automobiles pour tramways.

Dans son deuxième chapitre, Monsieur Jacqmin n'examine que les locomotives à voie normale (1^m44 entre les bords intérieurs des rails sauf pour la voie espagnole qui a 1^m72). Les deux derniers groupes sont étudiés dans les chapitres suivants de l'ouvrage.

1^{er} GROUPE. — Locomotives à grande vitesse.

Le type consacré aujourd'hui est celui de la locomotive à deux essieux accouplés. Dès 1861, la Compagnie d'Orléans mettait en service pour la traction des trains de vitesse sur le profil accidenté de Limoges à Périgueux, la première locomotive à roues accouplées de deux mètres de diamètre. Depuis cette époque, l'expérience a prononcé sur les craintes relatives à l'emploi de bielles d'accouplement dans des machines marchant à de très grandes vitesses. Le besoin d'augmenter notablement la charge des trains rapides, de mettre dans ces trains des voitures de toutes classes, de franchir des profils à courbes plus prononcées et à déclivités plus fortes a conduit rapidement, en France et à l'étranger, à adopter la même solution et l'Exposition de 1878 présentait huit machines à quatre roues accouplées de 1^m800 et au-dessus. Le jury estimant qu'il y a intérêt au point de vue de la stabilité, de l'utilisation économique de la vapeur et de la diminution des pertes dues au frottement, à réduire le plus possible le nombre des courses des pistons dans un temps donné et par suite à employer de grandes roues, a limité à celles qui avaient un diamètre de roues motrices au moins égal à 1^m800 les locomotives qu'il a considérées comme appropriées aux grandes vitesses, bien que quelques ingénieurs préconisent l'emploi de roues relativement petites.

Les dimensions principales des locomotives exposées ont déjà été données dans les tableaux très complets publiés dans le Numéro de Juin 1880 de la *Revue générale des chemins de fer* (1). Nous nous contenterons de résumer ici les traits principaux qui différencient ces huit machines.

Quatre d'entre elles étaient portées sur six roues dont quatre accouplées, dont les diamètres

(1) *Les Locomotives à l'Exposition Universelle*, par M. Forquenot, Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la C^{ie} des Chemins de fer d'Orléans. (N. d. C. d. R.).

étaient assez différents : c'étaient les machines de l'Est (2^m300), Midi (2^m090), Ouest (1^m910), Sharp et Stewart (1^m982).

La locomotive exposée par la Compagnie de l'Est était du type Crampton mais à chaudière type Belpaire, relevée pour prolonger le foyer au-dessus de l'essieu d'arrière. Ce foyer, peu profond mais présentant une grande surface de grille (2^m50), était approprié à l'usage des combustibles menus. Le châssis était double, l'essieu moteur droit et placé à l'arrière sous le foyer, les cylindres extérieurs et placés entre les roues d'avant et du milieu. Le mécanisme de distribution était extérieur et les boîtes à graisse de l'essieu d'avant munies de plans inclinés (type Orléans) laissant à l'essieu un déplacement total de 20 ^m/_m. La machine portait un frein à main et l'appareil à contre-vapeur.

La locomotive exposée par la Compagnie du Midi dérivait aussi du type Crampton et se rapprochait du type que le grand Central Belge avait exposé à Vienne. Le foyer profond, de dimensions moyennes, était destiné à brûler des combustibles de bonne qualité, il était compris entre les deux paires de roues d'arrière. La chaudière était portée sur un châssis unique intérieur aux roues, l'essieu moteur droit et à l'arrière du foyer, les cylindres extérieurs et placés entre les roues d'avant et du milieu; le mécanisme de distribution extérieur et les boîtes à graisse de l'essieu d'avant munies de plans inclinés (type Orléans) laissant à l'essieu un déplacement total de 16 ^m/_m. La machine portait l'appareil à contre-vapeur.

La locomotive exposée par la Compagnie de l'Ouest était du type créé en 1855 par cette Compagnie. Le foyer était peu profond, de dimensions moyennes et destiné à brûler de la brique ou de la grosse houille, il passait sur l'essieu d'arrière accouplé. Le châssis était simple et extérieur, l'essieu moteur coudé et du type Martin, était placé au milieu; les cylindres étaient intérieurs, le mouvement de distribution extérieur et la machine munie du frein à contre-vapeur.

La locomotive exposée par Sharp et Stewart avait le foyer peu profond, avec grille de dimensions moyennes destinée, à recevoir du combustible de bonne qualité. Il était compris entre les deux paires de roues d'arrière. Le châssis était intérieur, l'essieu moteur coudé et placé au milieu. Les cylindres intérieurs ainsi que le mouvement. Les boîtes à graisse de l'essieu d'avant étaient munies de plans inclinés. La machine portait le frein à main et hydraulique système Webb.

Les quatre autres machines à grande vitesse étaient portées sur huit roues. Deux d'entre elles, celle de Lyon et celle d'Orléans avaient quatre roues accouplées formant le groupe central; les deux autres, celle du Nord et celle de la Haute-Italie avaient les quatre roues accouplées formant le groupe d'arrière et l'avant supporté par un truc à deux essieux.

La locomotive de Lyon dérivait du type exposé en 1867 par la Compagnie d'Orléans. Le diamètre des roues accouplées était plus grand (2^m100), le foyer grand, peu profond, et passant par-dessus l'essieu porteur placé à l'arrière, la grille grande pouvait brûler les menus. Le foyer était muni de l'appareil fumivore Thierry. La chaudière, du type Belpaire, était portée sur un châssis mixte, l'essieu moteur droit et placé en avant du groupe des essieux accouplés, les cylindres extérieurs et en porte-à-faux par rapport aux roues d'avant, et les boîtes à graisse des essieux porteurs d'avant et d'arrière munies de plans inclinés. La machine portait l'appareil à contre-vapeur.

La locomotive d'Orléans dérivait du type exposé en 1867 par cette Compagnie. Le diamètre des roues accouplées était resté de 2 mètres. Le foyer, profond, passait sur l'essieu porteur d'arrière; la grille était disposée pour brûler du tout-venant, et le foyer muni de l'appareil fumivore Ten-Brinck. La chaudière, du type Crampton, était portée sur un châssis mixte avec essieu moteur droit et placé en avant du groupe des essieux accouplés, cylindres extérieurs et en porte-

à-faux par rapport aux roues d'avant, boîtes à graisse des essieux porteurs d'avant et d'arrière munies de plans inclinés. La machine portait l'appareil à contre-vapeur.

La locomotive du Nord était la dernière transformation du type adopté en 1871 par cette Compagnie, elle dérivait du type créé par Sturrock sur le Great Northern et n'en différait que par le foyer peu profond établi avec grande grille en vue de la combustion des menus et par l'emploi d'un truc à l'avant. La chaudière, type Belpaire, était timbrée à 10 k. et portée sur un châssis double, l'essieu moteur coudé et à l'avant du foyer qui passait sur l'essieu accouplé d'arrière. Le diamètre des roues accouplées était de 2^m100. La chaudière, du type Belpaire, reposait sur un châssis double, avec cylindres intérieurs ainsi que le mouvement. La locomotive était munie du frein à vide système Smith.

La locomotive de la Haute-Italie construite pour les trains express franchissant des lignes en rampes de 12^m/_m avec courbes de 250 à 300 mètres était assez analogue à la précédente, mais le diamètre des roues accouplées n'était que de 1^m820. La chaudière, du type Belpaire, était portée sur un châssis intérieur avec essieu moteur droit et placé à l'avant d'un foyer peu profond et passant sur l'essieu accouplé d'arrière; la grille était grande et destinée à brûler des combustibles de qualité inférieure, les cylindres extérieurs et placés dans l'axe du truc, la machine était munie de l'appareil à contre-vapeur.

Après la description sommaire donnant la silhouette des huit locomotives classées dans le type à grande vitesse, Monsieur Jacqmin examine leurs détails de construction des plus intéressantes.

Il constate que la tendance à employer les cheminées coniques s'accroît dans les machines présentées à l'Exposition de 1878, mais qu'on n'est pas d'accord sur la conicité qu'il convient de donner, et que les cheminées des locomotives de Lyon, du Midi, d'Orléans et de l'Ouest, sont encore cylindriques. Il remarque aussi que la hauteur de l'axe de la chaudière, au-dessus du rail, s'élève jusqu'à 2^m185, mais que si on s'est beaucoup préoccupé à l'origine de cette grande élévation, l'expérience journalière prouve que néanmoins la stabilité en service reste parfaite. La chaudière n'est en effet qu'un des éléments du poids total suspendu, et le centre de gravité de l'ensemble ne s'élève pas de la même quantité que celui de la chaudière.

Dans presque toutes les locomotives exposées, on avait renoncé à l'emploi d'appareils fumivores, l'usage du souffleur combiné avec celui de grilles de grandes dimensions, et aussi l'habileté plus grande des chauffeurs les rendant moins indispensables. Seuls les foyers des locomotives de Sharp, de Lyon et d'Orléans, étaient munis d'appareils spéciaux. La première présentait un auvent intérieur au-dessus de la porte, et une voûte en briques au-dessous des tubes; la seconde portait l'appareil Thierry, et la troisième l'appareil Ten-Brinck.

Sept des locomotives à grande vitesse étaient munies de l'échappement à section variable, seule la locomotive anglaise présentait un appareil à section fixe, mais la tête de l'échappement était rapportée et pouvait être remplacée par une autre de section appropriée à la qualité du combustible employé.

Sauf celui de la locomotive du Midi, tous les foyers de ces machines étaient munis de cendriers.

On avait cherché, en étudiant ces locomotives, à obtenir une grande surface de chauffe et une bonne utilisation de la chaleur pour les unes en donnant aux tubes de grande longueur (5^m pour Lyon et Orléans), pour d'autres, en adoptant des tubes de longueur réduite, mais en grand nombre de façon à augmenter la section de passage des gaz, à diminuer leur vitesse, et par suite, à prolonger la durée de leur contact avec les parois à travers lesquelles se faisait la transmission du calorique et comme conséquence de la grande étendue de la surface de chauffe, on avait été conduit à appliquer sur les chaudières des locomotives de l'Est et d'Orléans, une troisième soupape placée au-dessus du foyer. Cette soupape était à charge directe. La locomotive Sharp présentait aussi une soupape à charge directe du système Ramsbottom.

La locomotive de la Haute-Italie portait deux appareils destinés à refouler dans la chaudière de l'eau à 95 ou 100 degrés, l'un, l'appareil Massa est une annexe de l'appareil Kirchweyer, qui a l'inconvénient d'échauffer l'eau avant son refoulement dans une capacité exposée à l'air, rayonnant de tous les côtés et laissant perdre ainsi la chaleur qu'on s'était proposé de récupérer. Cette capacité étant mise en communication avec la chaudière, l'équilibre de pression s'établit et l'injecteur n'a plus comme résistance à vaincre que les différences de niveau. Le second appareil, plus logique que le précédent, est dû à M. Chiazzari (1). Il échauffe l'eau au moment où elle va être refoulée dans la chaudière. A cet effet, une pompe double aspire, par un de ses cylindres, l'eau du tender et la refoule dans une capacité où elle s'échauffe au contact de la vapeur d'échappement, tandis que l'autre cylindre prend cette eau chaude pour la refouler dans la chaudière.

Après avoir examiné les formes d'ensemble et les principaux détails des locomotives à grande vitesse. M. Jacqmin étudie les matériaux employés et les modifications de forme adoptées pour en obtenir un meilleur usage. Ainsi il remarque que les tôles des chaudières sont aujourd'hui embouties sur de plus grands rayons qu'autrefois pour fatiguer le moins possible le métal, que presque toujours le dôme est fixé sur la chaudière par une collerette emboutie de grande épaisseur (dans la locomotive Sharp, il est rivé par son bord rabattu), et l'ouverture du dôme renforcée par une tôle de doublure qui en fait le tour intérieurement à la chaudière et qui est prise par les mêmes rivets que l'embase. Les viroles des chaudières sont généralement d'une seule pièce; les rivures longitudinales sont à deux rangs de rivets, les rivures verticales ou transversales à un seul rang, sauf pour celle qui réunit l'enveloppe du foyer au corps de la chaudière et qui reste à deux rangs. Les tubes de toutes les machines exposées étaient en laiton et garnis de viroles en acier à leur deux extrémités, sauf dans les chaudières de l'Est, du Midi et de l'Ouest, où il n'y avait de viroles que du côté du foyer. Les foyers des locomotives à grande vitesse étaient en cuivre rouge et les chaudières en tôles de fer. L'acier fondu a été abandonné en France à cause des accidents et des ruptures auxquelles il avait donné lieu malgré les grands soins apportés dans sa réception et dans son travail, et à l'Exposition de 1878, l'Autriche, les ateliers du Creusot et de Winterthür présentaient seuls des chaudières en acier, et les tôles des chaudières de Winterthür provenaient du Creusot.

L'acier était au contraire employé pour les pistons, pour leurs tiges et leurs crosses, dans le but de réduire au minimum le poids des pièces à mouvement alternatif, qu'il est impossible d'équilibrer d'une manière rationnelle, sans recourir à des solutions compliquées, de plus, pour éviter l'irrégularité d'usure des cylindres et des garnitures des tiges de pistons, les conditions de résistance des glissières de têtes de pistons avaient été considérablement améliorées, soit par l'emploi de l'acier ou le choix d'une section plus résistante, soit par l'emploi simultané des deux moyens. M. Jacqmin cite les glissières en acier, en forme de T, de la locomotive de l'Est et celles en fonte de même forme, avec tables de frottement rapportées de la locomotive du Midi.

Les bielles d'accouplement des locomotives du Nord et de l'Est étaient en acier; celles des autres machines étaient en fer. Au sujet des bielles, M. Jacqmin remarque que les bielles à bagues en bronze, sans moyen de serrage, employées depuis longtemps en Angleterre et que l'on trouvait sur les locomotives de Sharp et du Nord, ont l'avantage d'éviter les ruptures qui peuvent provenir du serrage intempestif résultant de la maladresse d'un mécanicien. Le corollaire de cette disposition est la suppression des coins de réglage des boîtes à graisse.

La disposition des locomotives à cylindres intérieurs est généralement abandonnée en France, afin d'éviter l'essieu coudé de fabrication difficile, malgré les avantages de cette disposition au

(1) Voir dans le N° de Juin 1879 de la *Revue générale des chemins de fer*, p. 445 et Pl. XVI, l'article de MM. Pakyne et Baclé, sur les « *Expériences faites au chemin de fer du Nord sur la pompe-injecteur Chiazzari* » (N. d. C. d. R.).

point de vue de la stabilité. Cependant l'Ouest continue à faire usage de l'essieu coudé en lui donnant la forme indiquée par M. Martin qui, par un pli allongé, laisse au métal les meilleures conditions de résistance ; mais nécessite l'emploi de fusées spéciales extérieures, calées dans le centre de la roue.

En vue des longs parcours sans arrêt et de la charge plus considérable sur les essieux des nouvelles machines, les dimensions des fusées ont été augmentées. Ainsi, pour les fusées des essieux de la machine de l'Est, la charge est de 9 à 10 kilog. seulement par centimètre carré.

Les grandes roues de la locomotive de l'Est qui ont le diamètre de 2^m30 au contact (2^m19 à la jante tournée,) et pèsent chacune 1100 kilog., sont un des exemples les plus remarquables de la puissance à laquelle on est arrivé dans les procédés de fabrication des pièces de machines. Ces roues proviennent des usines Defflessieux, (Rive de Gier).

Les roues des locomotives de Sharp et d'Orléans étaient munies de bandages maintenus par un rebord à agrafe et des vis, cette disposition a pour but d'augmenter la solidité du bandage sur la roue et de le maintenir en cas de rupture. Les fusées des essieux de la locomotive d'Orléans étaient graissées à l'huile en dessus et en dessous.

Les abris des locomotives envoyées à l'Exposition de 1878 étaient beaucoup plus étendus qu'en 1867, sans toutefois être fermés, notre climat ne demandant pas l'adoption des cabines des machines américaines. De plus, les voies nouvelles présentant des courbes plus nombreuses, on constatait que les attelages à barres rigides et à tampons secs tendaient à être remplacés par des attelages élastiques favorisant davantage le passage dans les courbes.

Les améliorations relevées par M. Jacqmin, marquent de réels progrès dans la construction des locomotives, mais pour conclure et donner une appréciation en ce qui concerne les dimensions très variables des cylindres des locomotives de ce groupe et de leur puissance relative, des expériences comparatives (Indicateur de Watt et Dynamomètre combinés) pourraient seules fixer d'une manière indiscutable. Ce que l'on peut affirmer c'est que la plupart de ces diverses machines suffisent à remorquer 18 à 20 voitures aux vitesses effectives de 60 à 70 kilomètres sur les principales lignes exploitées par les compagnies qui les exposaient, pour une consommation moyenne de 7 à 8 kilog. de houille par kilomètre parcouru.

Dans les tenders des locomotives à grande vitesse on pouvait signaler la tendance à augmenter très notablement la capacité des caisses à eau. Les tenders de Lyon, de l'Est et d'Orléans pouvaient contenir 10 mètres cubes et le tender du Midi 9 mètres cubes. La nécessité de remplir ces tenders en peu de temps a conduit les compagnies à augmenter le débit des grues. En diminuant le poids du combustible emporté il a été possible aux compagnies de l'Est et d'Orléans de ne faire porter leur tender que par deux essieux. La caisse repose sur le châssis au moyen de larges surfaces d'appui sur lesquelles les compagnies de l'Est et d'Orléans placent un plancher en bois pour faire disparaître le ferraillement.

La plupart des tenders exposés étaient munis du frein à vis, celui de l'Est portait le frein à crémaillère et celui du Nord le frein à vide système Smith.

2^e GROUPE. — Locomotives pour trains ordinaires de voyageurs sur profils faciles.

Dans ce groupe, qui comprend les locomotives généralement désignées sous le nom de mixtes, c'est-à-dire ayant des roues motrices dont le diamètre relativement petit permet encore d'atteindre des vitesses de 50 à 55 kilomètres sans exiger une fréquence trop grande de mouvement de piston, ont été rangées cinq locomotives dont le diamètre des roues motrices était compris entre 1^m56 et 1^m70. Trois d'entre elles (Avonside, Grand Central Belge et Fives-Lille) étaient des locomotives

tenders à huit roues dont quatre accouplées, une (Creusot), était une locomotive tender à six roues toutes accouplées, une autre était une locomotive à tender séparé (Suède) portée par six roues dont quatre accouplées.

La locomotive Avonside et Comp^{ie}, exposée dans la section anglaise et destinée au Pérou avait sa chaudière posée sur un bâti qui porte en même temps les soutes à eau et à combustible et qui reposait à chaque extrémité par un pivot à large surface sur un truc à 4 roues. Le truc d'avant seul était moteur et porté par des roues de 1^m676 de diamètre. Le faible écartement d'axe en axe des roues (1^m98, truc moteur et 1^m83, truc porteur), leur liberté relative presque complète, en faisaient une machine de grande souplesse et propre aux lignes à courbes de petits rayons. La chaudière avait toute liberté de dilatation et n'intervenait pas dans les réactions du châssis de l'appareil moteur ; mais cette indépendance des appareils de production et d'utilisation de la vapeur avait conduit, pour la prise de vapeur et l'échappement, à l'emploi de tuyaux de grand diamètre, à double rotule, bien difficiles à maintenir étanches. La machine était munie d'un frein à main et de l'appareil à contre-vapeur.

La locomotive du Grand Central Belge, construite dans les ateliers de Marcinelle et Couillet présentait une chaudière du type Belpaire placée sur un châssis intérieur aux roues, porté par quatre essieux dont les deux intermédiaires munis de roues de 1^m700 étaient accouplés. Les cylindres étaient extérieurs et l'essieu moteur placé sous le foyer. La plaque tubulaire de la boîte à fumée étaient en cuivre, les tubes en fer dans toute leur longueur et fixés sur les plaques par une simple rivure et sans viroles. Les bandages étaient réunis aux roues par un anneau en zinc. Cette locomotive portait des appareils d'injection disposés pour le chauffage des trains par circulation d'eau chaude d'après le système Belleruche. Elle était munie d'un frein à main.

La locomotive de Fives-Lille destinée à faire, sur la ligne de l'Ouest, le service de pilote, présentait une chaudière du type Crampton placée sur châssis intérieur aux roues porté par quatre essieux dont les deux intermédiaires étaient accouplés. C'était la reproduction des locomotives qui font le service de la banlieue à l'Ouest et auxquelles on avait ajouté un quatrième essieu nécessité par l'augmentation des approvisionnements d'eau et de combustible en vue de plus longs parcours. Le diamètre des roues motrices était de 1^m650, les cylindres intérieurs et la machine munie de l'appareil à contre-vapeur.

La locomotive du Creusot, construite pour la compagnie des Dombes, présentait une chaudière du type Belpaire avec grille disposée pour brûler les combustibles menus. Le châssis, intérieur aux roues, reposait sur trois essieux accouplés dont les roues avaient 1^m610 de diamètre. Cette locomotive pouvait faire les trains de voyageurs et de marchandises destinés à circuler dans les courbes de très faible rayon de la ligne des Dombes, quoique n'ayant que 3^m900 d'écartement entre les essieux extrêmes, ceux d'avant portaient des plans inclinés. Cette machine était munie du frein Harmignies réglant l'emploi de la contre-vapeur par la fermeture de l'échappement et se servant pour l'injection d'un filet d'eau froide prise au tender. Cet appareil a l'avantage d'augmenter la contre-pression de la vapeur produite d'un côté du piston du degré de vide produit sur l'autre face et de garantir le cylindre contre l'aspiration des cendres et des gaz chauds, ce que ne fait pas l'injection Le Chatelier quand elle est mal réglée. Mais l'appareil Harmignies a l'inconvénient d'introduire un nouvel organe et par suite de nouvelles chances de dérangement.

La locomotive exposée par la Suède avait été construite dans les ateliers de Motala, pour les chemins de fer de l'Etat suédois. Sa chaudière, du type Belpaire, avait son foyer muni comme dans la machine Sharp, de deux écrans, l'un en briques au-dessous des tubes, l'autre entôle au-dessus de l'ouverture de la porte. Le châssis était intérieur aux roues, les cylindres extérieurs et en porte-à-faux par rapport aux roues d'avant ; l'essieu moteur, placé au milieu, les roues avaient 1^m560 de diamètre. La machine était munie de l'appareil à contre-vapeur.

**3^e GROUPE. — Locomotives pour trains de voyageurs sur profil accidenté
et pour trains de marchandises sur profil facile.**

Six locomotives ont été classées dans ce groupe, elles étaient exposées par la Belgique, la Hongrie, la France, l'Amérique et l'Autriche.

La locomotive belge, construite dans l'atelier Évrard et destinée aux chemins de fer de l'État belge, était une machine tender à dix roues, dont les six roues centrales (1^m 700 de diamètre), étaient accouplées, et les essieux extrêmes munis de boîtes radiales. La chaudière, du type Belpaire, présentait un foyer peu profond à grande surface de chauffe directe et à longue grille pour brûler les menus maigres en couches minces. Le châssis était extérieur aux roues et les cylindres intérieurs au châssis. La machine était munie de l'appareil à contre-vapeur et d'un frein à vis à six sabots, elle portait l'appareil Westinghouse, dont l'action était réservée pour les freins du train. M. Jacquemin présente cette locomotive comme une des machines tenders les plus puissantes qui aient été construites jusqu'ici; la grande capacité des soutes à eau (10^m cubes), pouvant permettre au besoin de faire de longs parcours sans arrêt. Ces soutes étaient du reste disposées de manière à ne pas gêner l'accès du mécanisme et des ressorts de suspension. Les bielles d'accouplement portaient des bagues en bronze sans moyens de serrage, les boîtes radiales ainsi que leurs glissières étaient tournées cylindriques sur un rayon de 2^m 60, dont le centre était sur l'axe de la machine. Leur position symétrique, à égale distance des essieux accouplés, ainsi que la répartition égale obtenue sur ces deux essieux, assuraient un fonctionnement satisfaisant en marche, en arrière comme en avant. Il reste à savoir comment ces roues, que rien ne forçait à revenir à la position normale, pouvaient se comporter à une certaine vitesse en alignement; ne devaient-elles pas être une cause d'instabilité?

La locomotive hongroise, construite aux ateliers de Buda-Pesth, pour les lignes de la Theiss, était une machine à tender séparé, portée sur six roues accouplées de 1^m 617 de diamètre. Les boîtes de l'essieu d'avant étaient munies de plans inclinés. La chaudière possédait un grand foyer, une grande grille disposée pour brûler le bois, et la cheminée système Klein. Le bâti était intérieur et les cylindres extérieurs. Comme particularités distinguant cette machine, on peut citer la liaison du ciel du foyer à l'enveloppe au moyen de tirants vissés dans l'une et dans l'autre surface, malgré l'absence de parallélisme, et l'appareil de distribution par pistons, analogue à celui qui est appliqué quelquefois aux moteurs fixes, mais auquel on peut reprocher de ne pas donner toujours une étanchéité suffisante. Ce système présentait certains avantages, la réduction notable des espaces nuisibles, la diminution des frottements des tiroirs, la facilité de la manœuvre du changement de marche, la suppression des robinets purgeurs devenus inutiles, car la distribution ayant été placée à la partie inférieure des cylindres, la purge se faisait par l'échappement. On pouvait remarquer de plus que le tablier était dans toute sa longueur muni d'une rampe permettant, même en marche, de surveiller le mécanisme et de graisser sans crainte d'accident.

Les locomotives françaises provenaient l'une, des ateliers de Fives-Lille et était destinée à la Compagnie de l'Ouest, l'autre des ateliers de la Compagnie de Lyon. La machine de Fives-Lille, à six roues accouplées de 1^m 410 de diamètre, présentait un foyer en porte-à-faux, par rapport à l'essieu d'arrière; ce foyer, muni d'une grille à faible surface, était destiné à brûler des charbons anglais de bonne qualité. Elle était du reste conforme au type que la Compagnie de l'Ouest maintient depuis de longues années.

La locomotive de la Compagnie de Lyon, du type des machines du Bourbonnais, à six roues accouplées de 1^m 300 de diamètre, et destinée au service des marchandises, avait un foyer profond muni d'une grille à faible surface, exigeant l'emploi de combustibles de choix pour obtenir

une production suffisante. Le châssis était intérieur, les cylindres extérieurs et la machine munie de l'appareil à contre-vapeur.

La locomotive américaine de la Philadelphia Reading Rail-Road Company était portée sur cinq essieux. Les trois essieux d'arrière étaient accouplés et munis de roues de 1^m 360 de diamètre. Les deux essieux d'avant formaient bogie. Le corps cylindrique était de petit diamètre. Le foyer, dont la surface était relativement faible et comparable à celle de nos machines de moyenne puissance, avait le ciel très surbaissé et une grille énorme destinée à brûler de l'anthracite. La grille était formée de barreaux alternativement pleins et creux. Dans ces derniers circulait un courant d'eau. La distribution était intérieure, mais commandait, par un renvoi, les tiroirs placés à l'extérieur. Il résulte de l'essai de cette locomotive au chemin de fer de l'Est, qu'elle présentait des conditions de service au moins équivalentes, sinon supérieures, à celles des machines françaises de force similaire. La production était facile et abondante, même avec des houilles menues de bas prix, et il y a lieu de se demander si la forme si nouvelle du foyer ne renferme pas des dispositions à imiter pour la production facile et économique de la vapeur.

La locomotive autrichienne, construite dans les ateliers de Floridsdorff et destinée au service des marchandises sur les lignes de la Sudbahn, était portée par six roues accouplées. Le foyer, du système Belpaire, était en porte-à-faux par rapport à l'essieu d'arrière; la grille, disposée pour l'emploi du tout venant et des houilles menues de bonnes qualités. Le châssis était intérieur et les cylindres extérieurs, en porte-à-faux par rapport à l'essieu d'avant. Un appareil de graissage était disposé de manière à lubrifier les boudins des roues d'avant dans le but de diminuer leur usure lorsqu'ils frottent contre le rail dans le passage des courbes. La locomotive était munie de l'appareil à contre-vapeur et du frein à vide système Hardy. M. Jacqmin estime que cette machine peut être considérée comme le type actuel le plus parfait de la locomotive à trois essieux accouplés, elle a été étudiée pour remorquer les trains de voyageurs à la vitesse de 17 à 28 kilomètres sur les voies en rampes de 25 ^m/_m avec courbes de 285^m de la ligne du Brenner ou pour les trains de marchandises des lignes plus faciles de la Sudbahn. L'axe de la chaudière était à 1^m 965 au-dessus du rail, hauteur considérable, vu le petit diamètre des roues, mais la machine était destinée à ne fonctionner qu'à de faibles vitesses.

**4^e GROUPE. — Grosses locomotives pour remorquer à petite vitesse
des trains lourds sur profil ordinaire et des trains moyens
sur profils à fortes déclivités.**

L'Exposition ne renfermait que trois de ces locomotives exposées par les ateliers Cockerill et les Compagnies de Lyon et d'Orléans. M. Jacqmin remarque que leurs dispositions générales, à peu près identiques, suffisaient pour démontrer qu'on a renoncé aux formes compliquées présentées en 1867, et qu'on a cherché et obtenu une grande puissance par l'emploi de dispositions simples et rationnelles. Les machines étaient portées par quatre essieux accouplés, les chaudières munies de grands foyers et les dimensions des organes de la distribution en rapport avec la production de vapeur.

La locomotive construite dans les ateliers John Cockerill était destinée à faire le service des marchandises sur la ligne de Séville à Mérida. Le diamètre des roues était de 1^m 300, la chaudière, du type Belpaire, avec foyer compris entre les longerons et muni d'une grande grille disposée pour brûler des houilles menues ou, au moins, du tout-venant, la cheminée fortement conique, le châssis intérieur, les cylindres extérieurs. Pour faciliter le passage dans les courbes, la machine était munie de l'attelage Stradal et les essieux d'avant présentaient un jeu de 25^m/_m dans chaque

sens. On pouvait remarquer que toutes les bielles étaient à chape fermée, même pour les têtes qui saisissent le tourillon moteur, disposition plus solide et plus légère que les assemblages les mieux agencés. Le mouvement était complètement en acier. La société Cockerill invoquait en faveur de sa locomotive la simplicité de forme donnée aux pièces de rechange ainsi que leur symétrie par rapport à leur plan d'action, ce qui permettait d'ailleurs de les employer indifféremment pour l'un ou pour l'autre des côtés de la machine.

La locomotive présentée par la Compagnie de Lyon avait des roues de 1^m260 de diamètre. La chaudière du type Crampton avait un foyer large grâce à l'emploi de longerons coudés, et une grille susceptible de brûler des menus ou des tout-venant ; la cheminée était cylindrique, le châssis intérieur, les cylindres extérieurs. Les boîtes des essieux d'avant et d'arrière portaient des plans inclinés permettant un déplacement de 25^m/_m, dans chaque sens. Cette locomotive était munie de l'appareil à contre-vapeur et de l'appareil respiratoire Galibert pour la traversée des souterrains mal aérés.

La locomotive de la compagnie d'Orléans, construite dans les ateliers Claparède, avait des roues de 1^m260 de diamètre, le foyer compris entre les longerons était muni de l'appareil fumivore système Ten-Brinck, la grille disposée pour la combustion des houilles menues et des tout-venant et la cheminée cylindrique. Le châssis était intérieur et les cylindres extérieurs ainsi que le mouvement de la distribution. Les boîtes des essieux d'avant et d'arrière portaient des plans inclinés permettant un déplacement de 25^m/_m dans chaque sens. La machine était munie de l'appareil à contre-vapeur.

5^e GROUPE. — **Locomotives-tenders pour gares, usines et chemins de fer d'intérêt local.**

Les huit locomotives classées dans ce groupe étaient caractérisées par leur faible poids et le petit diamètre de leurs roues toutes accouplées.

Cinq reposaient sur six roues accouplées.

La machine de gare construite dans les ateliers Cail et destinée à la Compagnie d'Orléans était d'un type semblable à celui qui est en usage dans cette compagnie.

La locomotive anglaise étudiée par M. Stroudley, aux ateliers de Brighton et destinée à faire le service des voyageurs sur le Metropolitan District, avait le ciel du foyer réuni à son enveloppe par des entretoises en fer bien que les parois ne fussent pas parallèles. Les tubes étaient inclinés vers le foyer pour faciliter le passage des gaz, le ciel du foyer incliné vers l'arrière. Cette locomotive portait l'appareil Kirchweyer qui utilise la vapeur de l'échappement à réchauffer l'eau d'alimentation et était munie d'un frein à main et de l'appareil Westinghouse.

La locomotive exposée par l'Autriche et destinée aux lignes de Dalmatie était munie de trois caisses à eau. La chaudière était du type Belpaire.

La locomotive des ateliers Fox-Walker dont la soute à eau en forme de selle, reposait sur la chaudière. Cette disposition a l'inconvénient de rendre plus difficile la visite de la chaudière.

La locomotive de la ligne de Bayonne à Biarritz du type Compound étudié par M. Mallet était une machine à châssis intérieur dont les cylindres extérieurs étaient de diamètres inégaux. La vapeur après avoir agi dans le petit cylindre à haute pression et détente très limitée, s'échappe dans un réservoir spécial d'où elle était introduite dans le grand cylindre où elle achevait de se détendre ; un tiroir spécial, appelé tiroir de démarrage, permettait d'introduire directement la vapeur dans chaque cylindre quand il fallait réaliser un effort exceptionnel. Un appareil détendeur

réduisait la pression de la vapeur admise directement dans le grand cylindre de manière à égaliser sensiblement les efforts donnés par le petit et par le grand cylindre.

Trois locomotives étaient portées seulement par quatre roues.

La locomotive suisse exposée par les ateliers de Winterthür, dont la chaudière était tout entière en acier, même le foyer et les tubes, les cylindres placés au-dessus des roues d'avant, le mouvement de distribution sans coulisse, analogue à celui qui a été adopté par M. Webb pour ses dernières machines à marchandises (1).

La locomotive belge exposée par les ateliers de St-Léonard, dont la chaudière était verticale et les cylindres extérieurs inclinés placés à l'arrière au-dessous des roues accouplées. Cette machine avait des roues en fonte.

La locomotive de gare construite aux ateliers de Fives-Lille et destinée au chemin de fer du Nord, dont la chaudière cylindrique verticale était du système Field. Cette machine était munie du frein Smith et portait un cabestan à vapeur mû par un petit moteur Brotherhood à trois cylindres.

6^e GROUPE. — Locomotives de montagne.

LOCOMOTIVE A ROUE DENTÉE DE M. RIGGENBACH.

Les ingénieux perfectionnements apportés au système à crémaillère qui était déjà appliqué aux chemins à fortes rampes de Madison et de Mount-Washington, en Amérique, sont dus à M. Rigggenbach, dont la locomotive était exposée dans la section suisse.

33 locomotives pour chemins à crémaillère sont en service aujourd'hui. Outre les lignes déjà exploitées ainsi, des études très sérieuses se poursuivent encore. On a même songé à utiliser la crémaillère pour l'établissement des rampes d'accès du souterrain du Saint-Gothard; les économies sur les frais de construction que ce projet permettrait de réaliser sont assez considérables pour qu'il mérite au moins de ne pas être repoussé sans discussion.

On voit donc tout l'intérêt qui s'attache à la locomotive de M. Rigggenbach; celle qui était exposée était une machine tender à quatre roues, fonctionnant alternativement par adhérence sur des voies ordinaires, et par engrenage sur des sections à crémaillère. La possibilité d'employer le même moteur sur les voies des deux systèmes constitue un perfectionnement très important. D'une part, elle permet de réduire au strict nécessaire la longueur de la crémaillère, et, par suite, les frais de construction; d'autre part, elle élargit sensiblement le champ des applications de ce système d'exploitation, en permettant de l'employer pour le passage d'un point difficile qui aurait nécessité la construction d'ouvrages d'art dispendieux sur certaines lignes dont le tracé peut se trouver ainsi très simplifié.

La locomotive exposée pesait 18 tonnes en service; son châssis était intérieur. La surface du foyer formait $\frac{1}{8.7}$ de la surface totale de chauffe. Cette locomotive était capable de remorquer 80 tonnes, soit en marchant par adhérence à 20 et 25 kilomètres, sur une rampe de 20 m/m , soit en marchant de 10 à 12 kilomètres sur une rampe de 52 m/m avec crémaillère. Au besoin, elle pouvait franchir une rampe de 80 m/m à 10 kilomètres en remorquant 50 tonnes. Pour modérer la vitesse à la descente, on avait disposé un frein spécial à air; de plus, de puissantes poulies de freins à gorges cannelées permettaient d'arrêter presque instantanément.

A la montée comme à la descente, on obtient donc une sécurité absolue, garantie d'ailleurs par

(1) Voir dans la *Chronique* d'Octobre 1880 de la *Revue générale*, p. 376 et Pl. XXVII, la notice sur la *Nouvelle locomotive à marchandises du chemin de fer du North-Western, modèle de M. Webb et distribution Joy*.

une expérience de huit années écoulées sans qu'aucun accident soit arrivé sur aucune des lignes à crémaillère.

L'usure de la crémaillère étant absolument insensible, les seuls frais consistent dans l'usure de la roue dentée motrice et des engrenages de la machine. Ces roues sont en bon acier fondu. Une roue motrice à 33 dents est à remplacer après 30.000 kilomètres de parcours.

LOCOMOTIVE A TREUIL DE M. HANDYSIDE.

C'était une machine tender, munie de frein à griffe, permettant de la fixer aux rails, et pourvue à l'arrière d'un treuil mû par un petit cheval. Ainsi fixée, on pouvait alors se servir de la locomotive comme d'un moteur fixe qui remorquait la charge par l'intermédiaire d'un câble en fils d'acier s'enroulant sur le treuil.

Ce procédé ingénieux n'exige, pour la construction de la voie, d'autre condition que l'absence de courbes sur les rampes à gravir avec le câble. Il ne paraît applicable que sur des lignes industrielles.

LOCOMOTIVE A PATINS DE FORTIN-HERMANN.

Ce curieux moteur produisait son mouvement de translation à l'aide de véritables pieds, alternativement soulevés et pressés contre le sol par la vapeur, et articulés avec les bielles d'une machine horizontale, qui déterminait en ordre convenable leur déplacement dans le sens parallèle à la voie, de façon à faire avancer tout le système. C'était une machine routière; l'inventeur, voulant aborder les routes à fortes rampes avec un effort de traction suffisant, a cherché à obtenir ainsi un coefficient d'adhérence supérieur à celui que produit l'effort de la jante d'une roue sur rail ou sur le sol.

Les expériences faites à l'Est avec une machine de ce système ont prouvé, en effet, que la valeur de ce coefficient s'élevait jusqu'à 75 % du poids de la machine. Mais ce résultat n'est malheureusement atteint qu'avec une grande complication du mécanisme, et la marche est accompagnée d'une série de chocs.

LOCOMOTIVE LARMANJAT.

En palier et en faibles rampes, cette machine fonctionnait par adhérence, comme toutes les autres locomotives. En rampes très prononcées, l'adhérence devenue insuffisante, la traction était produite par engrenage et crémaillère, celle-ci était accolée à l'un des rails, et l'engrenage fixé à l'intérieur de l'une des roues, il était formé de dents que l'on pouvait, à volonté, faire saillir sur la jante de la roue quand l'engrenage devait fonctionner, ou dissimuler dans l'intérieur lorsque le fonctionnement par crémaillère n'était pas utile.

Cette locomotive marchait donc simultanément dans les rampes par adhérence et par engrenage, ce qui devait donner lieu à des glissements nuisibles et à des chocs que l'on s'attache, en général, à éviter par la suppression de cette simultanéité d'action dans les locomotives à crémaillère. En outre, des dents mobiles dans leurs alvéoles, ne doivent pas tarder à prendre un jeu promptement destructeur.

En RÉSUMÉ, nous voyons qu'à l'Exposition de 1878 il n'était plus question de machines à quatre cylindres, de cylindres sur le tender, de tenders conjugués, etc. Les complications ont disparu et le progrès s'est effectué avec un retour aux formes simples. Les locomotives à roues libres sont abandonnées, même pour la traction aux plus grandes vitesses, leur adhérence insuffisante ne répondant plus aux besoins actuels. Pour les faibles parcours, les machines tenders sont de jour en jour plus employées, enfin la locomotive à crémaillère peut être regardée comme une solution

définitivement acquise pour la traversée des rampes exceptionnelles. Dans les dispositions de détail, nous devons signaler comme un progrès l'augmentation des foyers et l'adaptation des grilles à l'emploi des combustibles menus, l'emploi de l'acier pour les pièces du mécanisme, la multiplication des moyens de lavage des chaudières, l'emploi général du changement de marche à vis, enfin, l'utilisation du poids total de la machine comme moyen d'arrêt, soit que l'on fasse usage de la contre-vapeur, soit que l'on installe directement des sabots sur les roues motrices ou sur les roues porteuses.

CHAPITRE TROISIÈME.

VOITURES ET WAGONS POUR CHEMINS DE FER A VOIE NORMALE.

La *Revue générale des chemins de fer* ayant déjà donné, dans son Numéro (1) de Juillet 1879, des tableaux très complets, résumant les données principales relatives à la construction des voitures et wagons envoyées à l'Exposition 1878, nous ne reproduirons pas ici ceux que nous trouvons dans le rapport de M. Jacqmin, et nous nous bornerons à signaler avec lui les améliorations qu'il remarque en passant en revue le matériel exposé.

Ce qui frappe tout d'abord, c'est le nombre des véhicules étudiés et construits en vue d'offrir aux voyageurs un confortable beaucoup plus grand que celui qu'ils trouvent dans les voitures ordinaires de 1^{re} classe. Sur 28 voitures à voyageurs figurant à l'Exposition, 15 étaient des voitures de luxe ou contenant des places de luxe que les Compagnies mettent à la disposition du public.

1^o Voitures de luxe.

Le type adopté par plusieurs Compagnies françaises est celui des compartiments à trois places, dont les sièges présentent un dossier parfaitement rembourré sur deux faces et mobile. Il peut être renversé sur le siège, qui disparaît en arrière et constitue ainsi un véritable lit.

Les Compagnies d'Orléans, de l'Est et du Nord annexent à ce compartiment un cabinet de toilette et un water-closet. La Compagnie de Lyon avait exposé un salon de famille pouvant contenir quatorze personnes; un compartiment central formait salon, contenait quatre fauteuils fixes transformables en lits et quatre chaises, à chacune des extrémités était placé un compartiment à quatre sièges formant à volonté deux lits et un tambour; l'un des tambours formait cabinet de toilette et water-closet, l'autre, muni de banquettes, pouvait recevoir deux domestiques assis. M. Chevalier exposait aussi un salon de famille, pouvant contenir six à huit personnes et contenant un cabinet de toilette, un water-closet et une cuisine.

Une voiture destinée à la Société internationale des wagons-lits présentait les derniers perfectionnements apportés par cette Société dans l'aménagement de son matériel. La voiture était divisée en quatre compartiments, desservis par un couloir latéral. Deux des compartiments pouvaient recevoir quatre personnes, les deux autres, deux personnes seulement. Pour la nuit, chaque banquette à deux places se transformait en lit par la simple superposition d'un matelas, tandis que le dossier relevé horizontalement et garni également d'un matelas, constituait un second lit. Le wa-

(1) Ces tableaux sont publiés dans l'article de M. Fellot, Ingénieur civil, Inspecteur du Matériel au Chemin de fer du Midi. Cet article est accompagné des Pl. I à XI. (N. d. C. d. R.).

gon était chauffé par un appareil à circulation d'eau. Dans le couloir d'entrée étaient placés deux cabinets de toilette avec water-closets.

Les Chemins de fer romains avaient exposé une voiture dont le compartiment du milieu renfermait deux banquettes, à trois places chacune et un fauteuil, en face de celui-ci, une porte donnait accès dans un cabinet de toilette avec water-closet. Pour la nuit, chacune des banquettes se transformait en lit par le rabattement du dossier sur la banquette. Le rabattement du dossier du fauteuil formait un troisième lit, qui avait l'inconvénient de se placer précisément devant la porte du cabinet de toilette.

La voiture salon exposée par les chemins de fer de la Haute-Italie comprenait une petite terrasse formant vestibule, un salon, une petite chambre à coucher, un compartiment pour les domestiques et un water-closet.

Une autre voiture exposée par la Compagnie française de matériel des chemins de fer était à couloir central avec plate-formes d'accès aux extrémités ; sur l'une d'elles se trouvait l'entrée du water-closet, cabinet de toilette. Une cloison longitudinale avec deux vantaux isolait les compartiments de l'un des côtés de la voiture. Les sièges de ces compartiments isolés pouvaient se transformer en lits.

On trouvait enfin parmi les voitures exposées, une voiture Pullmann, dont le type a été si souvent décrit et que beaucoup de personnes ont regardé à tort comme le spécimen de la voiture des chemins de fer américains. La voiture Pullmann est en Amérique comme en Europe une voiture de luxe. Elle admet en principe la présence simultanée d'un grand nombre de voyageurs dans un même compartiment, ce qui nuit à son adoption générale en Europe où le but poursuivi par chaque voyageur est, au contraire, d'être isolé le plus possible ; de plus, au point de vue du service technique, le poids d'une voiture Pullmann est excessif. En la supposant pleine, il dépasse mille kilogrammes par voyageur et s'il faut ajouter une ou deux voitures de ce genre pour un ou deux voyageurs on a une augmentation de charge très considérable. Enfin le prix d'une voiture Pullmann est trop grand et la taxe perçue par voyageur n'est pas en rapport avec la dépense première et l'accroissement des frais de traction occasionnés par l'introduction de cette voiture dans les trains.

2^e Voitures de 1^{re} classe.

Dans les dispositions des voitures de 1^{re} classe exposées, on trouvait la préoccupation constante d'offrir aux voyageurs, faisant de longs trajets, des water-closets accessibles pendant la marche.

La voiture de 1^{re} classe envoyée par les chemins de fer Charles-Louis de Gallicie était d'un type qui a pris naissance en Allemagne et que nous trouvons imité par la Suède et par la Compagnie française du Midi. Un water-closet séparait les compartiments de la voiture en deux groupes ; un compartiment était isolé à une extrémité et les deux autres communiquaient par une ouverture placée comme les portes du cabinet dans l'axe du véhicule. On avait recherché pour la construction de cette voiture toutes les dispositions pouvant donner du confortable aux voyageurs. Une disposition spéciale avait été adoptée pour éviter le battement des châssis de glace ; un cadre mobile entourait l'ouverture de la fenêtre et sa traverse du bas étant pressée par des ressorts, il appuyait constamment contre le châssis de glace. Cette voiture était munie de l'appareil de chauffage à vapeur de Haag.

La voiture suédoise exposée par les ateliers Atlas était dans son service normal très semblable au type précédent, mais elle était disposée pour pouvoir être adoptée au transport des blessés ; en rapprochant les sièges, on formait des lits longitudinaux et une communication pouvait être établie entre les voitures au moyen de passerelles qui, en service ordinaire, étaient relevées.

Dans sa voiture très semblable à celle des chemins de fer Charles-Louis, la Compagnie du Midi disposait deux cabinets, le premier communiquait avec le compartiment isolé réservé aux dames ; le second, avec les deux autres compartiments entre lesquels on avait ménagé une porte de communication.

Ces dispositions ont le grave inconvénient de trop rapprocher les water-closets des compartiments. Il est difficile d'éviter les odeurs, de plus, la communication fait perdre nécessairement plusieurs places. La voiture des chemins de fer Charles-Louis dont les banquettes entières ne présentaient que trois sièges n'offraient que quatorze places, la voiture du Midi où les banquettes entières offraient quatre places et les banquettes interrompues trois, pouvaient contenir vingt voyageurs.

Pour éviter les pertes de place, la Compagnie d'Orléans a disposé le cabinet water-closet à l'arrière d'un fourgon qu'on met en tête ou en queue des trains de vitesse. Un fourgon de cette nature figurait à l'Exposition. A l'arrière se trouvait un compartiment de 1^{re} classe à deux places communiquant avec le cabinet water-closet. Pendant plusieurs années, la Compagnie de l'Est avait mis en service des fourgons présentant une disposition semblable mais elle a dû en abandonner l'emploi, personne ne s'en servant.

La Compagnie de Kockum avait exposé une voiture de 1^{re} classe dont les extrémités étaient occupées par deux terrasses, un couloir latéral donnait accès à quatre compartiments à six places dont chaque banquette pouvait être transformée en lit pour la nuit. Cette disposition a l'inconvénient de diminuer, la nuit, le nombre des places disponibles qui, dans le cas de la voiture de Kockum, était réduit de 24 à 8.

Améliorations de détail des voitures de 1^{re} classe. — M. Jacqmin signale parmi les améliorations relevées dans les voitures présentées à l'Exposition de 1878 l'interposition de rondelles ou de plaques de caoutchouc entre la caisse et le châssis ; l'emploi d'un double plancher ou d'un double pavillon pour préserver du froid et de la chaleur. L'application d'étoffes sur les châssis de glaces et l'addition de ressorts de pression pour empêcher les vibrations, la modification des accoudoirs qui ont été rendus mobiles, enfin la modification adoptée pour quelques voitures de la Compagnie de l'Est, rendant mobile une partie de la banquette qui peut ainsi se disposer comme une chaise longue.

3^o Voitures de 2^e, de 3^e classe et mixtes.

On ne trouvait à l'Exposition qu'une voiture de 2^e classe destinée aux chemins de fer de l'Ouest et présentée par la Compagnie française de matériel des chemins de fer ; elle n'offrait rien de particulièrement notable.

Les deux voitures de 3^e classe exposées avaient été construites l'une par les ateliers du chemin de fer de l'Est et l'autre par les ateliers suédois « Atlas ». La première avait reçu toutes les améliorations susceptibles d'augmenter le bien-être des voyageurs. Les banquettes étaient à siège creux et à dossier cintré avec appui-tête, des planchettes remplaçant les filets permettaient de déposer les bagages à main ; enfin la voiture était munie de l'appareil de chauffage par thermosiphon. La voiture suédoise, à plates-formes et passage central, était destinée à prendre place à la suite des voitures de 1^{re} classe du type décrit plus haut, elle était divisée en deux parties complètement isolées ; le côté mis en relation avec les voitures de 1^{re} classe renfermait le water-closet, le cabinet de toilette et un siège à l'usage des voyageurs de 1^{re} classe. L'accès de la partie occupée par les voyageurs de 3^e classe se faisait par des portières latérales. Les sièges étaient en lattes de bois étroites fixées sur des fers pliés.

Outre les voitures précédentes, on trouvait à l'Exposition trois voitures mixtes, l'une était exposée par la Compagnie de l'Ouest et les deux autres par la Direction I. R. P. pour la construc-

tion du chemin de fer de l'Etat autrichien. Ces dernières voitures, une de 1^{re} et 2^e classe et une de 2^e et 3^e classe, étaient du type à plates-formes extrêmes et à couloir central. La première comprenait un compartiment salon de 1^{re} classe à six sièges et à tables mobiles, ensuite un cabinet de toilette water-closet au-delà duquel se trouvait le compartiment de 2^e classe où les banquettes formaient quatre rangées placées de chaque côté de la voiture. La deuxième offrait deux compartiments dont la disposition était semblable à celle que nous venons de décrire pour la 2^e classe, seulement pour les places de 2^e classe, les sièges étaient en fer avec dossiers et banquettes en lames d'acier recouvertes simplement de cuir, pour les places de 3^e classe, les sièges étaient en bois. Ce mode de garnissage n'est pas très confortable mais paraît accepté dans le pays.

La voiture de l'Ouest, destinée à desservir les petits embranchements sans nécessiter l'arrêt des trains, était munie d'un tendeur assez compliqué, très lourd et dont l'enclenchement était subordonné au fonctionnement de ressorts. Cette voiture contenait des compartiments des trois classes, un compartiment à bagages et une guérite à frein.

4^o Voitures automobiles.

A l'Exposition figuraient deux voitures automobiles du système de M. Belpaire comprenant sur un bâti commun, les compartiments à voyageurs et à bagages et le moteur. L'aménagement intérieur rappelait celui des voitures de tramways, mais l'espace réservé à chaque voyageur était trop réduit.

AMÉLIORATIONS DES VOITURES A VOYAGEURS.

Le petit nombre de voitures exposées, surtout pour les 2^e et 3^e classe, ne permettait pas de voir nettement les tendances de chaque compagnie. Cependant on remarquait que des efforts étaient faits pour accroître le bien-être et la sécurité des voyageurs. Ainsi, on pouvait constater une augmentation de la capacité des caisses, la recherche de formes meilleures pour les sièges, tout en conservant le bois pour les 3^{mes} classes ; l'application, aux 3^{mes} classes, d'un double plancher et de gardes-mains ; l'emploi de longs ressorts de suspension, à grande flexibilité ; l'augmentation de l'écartement des roues ; l'emploi d'une barre d'attelage continue ou de ressorts de traction indépendants de ceux de chocs.

Dans les détails de construction on remarquait une tendance générale à augmenter les dimensions des pièces du châssis. Quelques châssis étaient en fer, d'autres étaient mixtes.

Généralement, les panneaux étaient en tôle de grandes dimensions et pour supprimer autant que possible les moulures en bois, ce qui diminue les dangers de pourriture.

Toutes les voitures étaient à deux paires de roues, sauf celles de la Compagnie de Lyon qui en avaient trois.

Éclairage. — On avait généralement augmenté la puissance de l'éclairage ; le Midi et Orléans en plaçant deux lanternes par compartiment de 1^{re} classe ; l'Ouest et l'Est en améliorant la lampe unique (1).

La voiture d'Orléans et le salon de la Haute-Italie présentaient des appareils d'éclairage au gaz comprimé (2).

Les voitures de Suède étaient éclairées au pétrole. Les lampes étaient disposées dans les cloisons extérieures. Les autres voitures étaient éclairées à l'huile de colza.

(1) Voir dans le N^o d'Octobre 1879 de la *Revue générale*, p. 249 et Pl. XXVIII et XXIX, l'article de M. de Ratuld, sur l'*Éclairage des voitures à voyageurs*.

(2) Voir dans le N^o de Janvier 1879 de la *Revue générale*, p. 38 et Pl. V, l'article de M. Gerbaud, sur l'*Éclairage des voitures de chemins de fer*. (N. d. C. d. R.).

Chauffage. — La question du chauffage de toutes les voitures, agitée longtemps, a été résolue affirmativement.

D'après les expériences de la Compagnie de l'Est, l'eau est la meilleure substance à employer pour distribuer la chaleur dans les voitures.

Le mode usité le plus généralement en France est le chauffage par chaufferettes mobiles (1). Une fois remplies elles sont réchauffées, soit au moyen d'une injection de vapeur dans les chaufferettes (Compagnies de l'Ouest, du Nord, de Lyon et d'Orléans), soit par immersion pendant un temps suffisant dans un puits à eau chaude (Compagnie de l'Est).

Quelques compagnies ont muni les voitures d'appareils de chauffage fixe.

L'appareil dit Thermosiphon a très bien fonctionné pendant les essais faits à la Compagnie de l'Est.

La voiture exposée par le Grand Central belge portait un appareil Belleruche : un injecteur, placé sur le tender, réchauffe un jet d'eau et le lance dans une conduite qui met en communication les chaufferettes des voitures. Cet appareil a l'avantage d'éviter la manutention des chaufferettes, mais il a l'inconvénient de produire une température qui décroît en raison de la distance des voitures au tender.

La voiture de 1^{re} classe du chemin de fer Charles-Louis de Gallicie était munie d'un appareil de Haag. Le système se compose de tuyaux placés sous les banquettes et communiquant avec une conduite générale dans laquelle circule de la vapeur produite par la locomotive ou par une chaudière spéciale. Cet appareil, qui paraît peu commode et même dangereux, est assez employé en Allemagne.

La voiture suédoise exposée par la compagnie Kockum portait un appareil où l'air s'échauffait au contact d'un tuyau unique par voiture, dans lequel circulait de la vapeur.

COMMUNICATIONS ENTRE LES VOYAGEURS ET LES AGENTS DES TRAINS.

L'Exposition ne présentait pas d'améliorations nouvelles dans les moyens de communication entre les voyageurs et les agents des trains.

Les compagnies de Lyon et du Nord, en France, les chemins de fer de l'Etat, en Suède (2), emploient la communication électrique ; l'Est, dispose un cordeau sur toute la longueur du train.

5^o Véhicules divers affectés au service de la Grande vitesse.

VOITURES POUR LE SERVICE DES POSTES.

L'Exposition ne présentait aucune modification dans la disposition de bureaux-poste français.

MM. Chevalier et C^{ie} avaient disposé une passerelle, avec soufflets en cuir formant couloir pour réunir ensemble deux bureaux.

M. Ringhoffer, de Suichow (Autriche), avait exposé deux voitures réunies par une passerelle. L'une était disposée en bureau de triage et contenait du côté de la passerelle un petit compartiment renfermant un poêle, un lavabo et un water-closet. L'autre n'était qu'un magasin pouvant recevoir les objets, avant ou après le classement. Entre les roues de chacun des châssis était installée une caisse fermée avec portes latérales pouvant contenir des paquets.

FOURGONS.

L'Exposition ne présentait que trois spécimens de fourgons. Celui de la compagnie du Midi

(1) Voir dans le N^o de Septembre 1879 de la *Revue générale*, p. 181 et Pl. XXIII à XXV, l'article de M. Personne, sur le *Chauffage des voitures à voyageurs sur les chemins de fer français*.

(2) Voir dans la *Chronique* de Novembre 1879, p. 438 et Pl. XXXVIII, le *Signal d'alarme électro-magnétique* d'Ericsson. (N. d. C. d. R.).

était de grandes dimensions, les roues étaient actionnées par un frein à huit sabots. Le fourgon du Nord, très petit, était en tôle avec membrures de caisse apparentes, il portait l'appareil Lapeyrie, le frein Smith et la communication électrique. Le côté de la caisse où se trouvait la vigie était lesté au moyen de panneaux de fonte garnissant la niche à chiens. Le fourgon présenté par la compagnie d'Orléans était le plus grand fourgon construit jusqu'à ce jour ; il était muni d'un frein Héberlein à huit sabots et du cabinet de toilette water-closet dont nous avons déjà parlé.

6° Wagons à Marchandises.

L'Exposition n'a présenté qu'un petit nombre de wagons à marchandises, mais ils étaient bien étudiés et bien soignés comme construction.

WAGONS COUVERTS.

Le wagon couvert de l'Ouest avait un châssis mixte, avec brancards en acier doux et caisse en bois. Le frein était à vis, avec vigie extérieure accessible par un double escalier.

Le wagon couvert du chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand (Autriche), avait un châssis mixte et une caisse en bois. Les courbes de pavillon étaient en fer en U. Ce wagon était muni d'un frein Becker (1).

Le wagon de la société Lilpop, Ran et Lavenstein, de Varsovie, avait les roues disposées pour prendre à volonté l'écartement de la voie russe ou de la voie allemande ; elles pouvaient glisser à frottement doux sur la portée de calage ; on les fixait au moyen d'un manchon mobile et d'une clavette. M. Jacquin pense que cette disposition peut ne pas offrir toute sécurité.

WAGONS DÉCOUVETS.

Le wagon de la compagnie de l'Ouest, exposé par M. Chevalier, avait la caisse en tôle ; les bouts et la partie centrale des côtes se rabattaient pour former pont de chargement. Les traverses de caisse faisaient une légère saillie sur le plancher, mais elle était assez réduite pour ne pas empêcher le transport des véhicules de l'artillerie.

Dans le wagon du Midi, il n'y avait aucune saillie sur le plancher.

Un wagon-tombereau exposé par la compagnie de l'Ouest avait les panneaux pleins jusqu'à la hauteur nécessaire pour contenir dix tonnes de houille, puis à claire-voie au-dessus. Le châssis était mixte, avec brancards en acier ; le frein était à vis, la vigie accessible par deux escaliers.

Le wagon de Lyon, destiné au transport des houilles, avait la carcasse en fer, avec remplissage en bois.

En résumé, on remarquait dans les véhicules à marchandises, une tendance à l'accroissement des dimensions utilisables, tout en conservant la limite de 10 tonnes pour le chargement.

On constatait également de nombreuses améliorations dans les détails de construction, et l'augmentation de la solidité.

La plupart des châssis étaient entièrement en fer.

L'Ouest et Lyon, en France, faisaient les premières applications de brancards de châssis en acier.

Les ressorts de suspension à rouleaux étaient généralement adoptés.

Dans les wagons couverts, la caisse était le plus souvent solidaire du châssis afin d'obtenir plus de solidité.

(1) Voir dans le N^o d'Octobre 1878 de la *Revue générale*, p. 238 et Pl. XX, l'article de M. Darteyre, sur le *Frein automateur à friction, système Becker*. (N. d. C. d. R.).

Dans quelques wagons, on avait employé des fers profilés pour la carcasse de la caisse.
Les dimensions de presque tous les attelages étaient augmentées.

MATÉRIEL POUR LES TRANSPORTS SPÉCIAUX.

On remarquait à l'Exposition un wagon-réservoir, pour vins et alcools, de M. Lepage. C'était un wagon couvert dans lequel était disposé un réservoir cylindrique pouvant contenir 105 à 110 hectolitres. Ce wagon était muni de tous les accessoires nécessaires au remplissage et à la vidange.

M. Entz avait exposé un wagon, dans le plancher duquel était une plaque tournante, un treuil et un pont de chargement, permettant de monter transversalement tout véhicule muni de roues et de l'orienter ensuite dans l'axe du wagon. Cette disposition ne paraît pas répondre à un besoin de l'industrie.

Un wagon du chemin de fer Charles-Louis de Gallicie était disposé pour le transport des viandes abattues. La caisse était à doubles parois, avec un réservoir à glace, et un ventilateur mis en mouvement par un essieu.

Un wagon de la société I. R. P. des chemins de fer de l'Etat autrichien était disposé pour le transport de la bière en fûts. Il était à doubles parois, dont l'intervalle était garni de paille hachée, et des réservoirs à glace occupant toute la partie supérieure de la caisse permettaient d'empêcher l'élévation de la température.

Dispositions permettant d'atteler les wagons sans pénétrer entre les tampons.

L'appareil Becker, présenté par l'Autriche et adopté sur la ligne Nord Empereur Ferdinand, consistait à remplacer le tendeur actuel par un tendeur dont la vis était munie en son milieu d'un rochet. Les deux écrous coulevaient dans une règle disposée parallèlement à la vis. Cette règle portait une fourchette à l'extrémité qui correspondait à la maille extérieure du tendeur. En soulevant le tendeur avec un bâton à crochet on pouvait accrocher la manille. Ensuite, au moyen du même bâton, on serrait la vis, qui était munie d'un cliquet.

La construction de cet appareil est délicate et la manœuvre est longue.

L'appareil Nyss exposé dans la section belge remplaçait le tendeur à vis par deux mailles articulées pouvant être soulevées par un bras monté sur un arbre à manivelle monté sous la traverse extrême. Le crochet de traction était muni d'une tige filetée : au moyen de roues d'angles et de transmissions, on le faisait sortir, on soulevait la maille, on accrochait et on resserrait le crochet.

Cet appareil est rationnel, mais compliqué.

Dans l'appareil Peny et Mabile, exposé aussi dans la section belge, la manille du tendeur était manœuvrée avec un bâton spécial; la tension était obtenue par la variation d'obliquité de deux bielles fixées sur la traverse.

Ce système est compliqué et défectueux, car la position oblique des bielles augmente les efforts qu'elles ont à subir et la vis est soumise à des efforts de flexion.

Enfin, le système Meyère, exposé dans la section française, consistait à déplacer ensemble le tendeur et le ressort de traction, ce qui obligeait, après le rapprochement des véhicules, à développer le travail nécessaire pour bander le ressort de traction.

En résumé, pour appliquer ces appareils, il faudrait transformer complètement les attelages actuels. De plus, aucun des systèmes proposés ne paraît satisfaire réellement aux conditions imposées.

(A continuer).