

RAPPORT

MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878,

Par **M. F. JACQUIN**,

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS - ET - CHAUSSEES,
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.

TROISIÈME ET DERNIÈRE PARTIE (1).

CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE. TRAMWAYS, MACHINES ROUTIÈRES ET OBJETS DIVERS.

CHAPITRE QUATRIÈME.

CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE, VOIE ET MATÉRIEL ROULANT.

§ 1^{er}. — Voie.

M. Jacquin estime qu'au point de vue technique le problème des chemins de fer à voie étroite est absolument résolu, mais l'expérience n'a pas encore indiqué de règles précises pour fixer la largeur à donner à ces chemins.

L'Exposition renfermait 15 locomotives pouvant circuler sur des voies dont la largeur variait entre un mètre et cinquante centimètres. Dans ces limites étaient comprises huit largeurs de voies différentes. Cette variété ne paraît pas justifiée par les besoins et pourrait beaucoup être réduite.

M. Jacquin pense qu'on devrait se borner à trois types : 1 m., 0 m. 80 c. et 0 m. 60 c.; le type de 0 m. 50 c. étant trop étroit. Il conseille aussi de ne pas employer des rails trop légers, le poids de 6 ou 7 kilogrammes le mètre lui paraît une limite inférieure qui ne doit jamais être dépassée.

(1) Voir les Première et Deuxième Parties dans les Numéros de Mars et d'Avril derniers.

Une disposition de voie sur châssis pour exploitation agricole, exposée par M. Decauville aîné, de Petit-Bourg, présentait une innovation qui a été fort remarquée. Les rails, espacés de 40 centimètres, étaient montés sur des châssis de 5 mètres de longueur, formant des bouts de voie complets, pesant 47 kilogrammes et s'ajustant au bout les uns des autres. Des dispositions spéciales étaient prévues pour les passages à niveau, les croisements, les plaques tournantes. Le matériel roulant adapté à cette voie venait compléter cette exposition, il comprenait des wagons de divers modèles et des voitures à huit places pour le transport des ouvriers.

§ II. — Locomotives (2).

1^{re} LOCOMOTIVES A VAPEUR.

Sur les quinze locomotives exposées, treize étaient mues par la vapeur; sauf une, toutes appartenaient au type des machines tenders. Les chaudières étaient du type Crampton, sauf pour celles de la locomotive des ateliers de Fives-Lille, destinée au Brésil, et de la locomotive suédoise de l'île de Gothland, qui étaient du type Belpaire, et pour celle de la locomotive de Cail, qui était verticale et du système Field.

Les ateliers de Winterthur avaient adopté l'acier pour la construction de toutes les parties (foyer, tubes, enveloppes) de leur chaudière de locomotive destinée au service des usines.

Nous relevons comme particularités dans ces diverses locomotives :

L'appareil d'alimentation à eau chaude, système Chiazari et l'éjecteur Friedmann permettant de remplir la soute à eau en aspirant directement l'eau dans un puits de 7 mètres de profondeur adapté à la locomotive de terrassement, construite dans les ateliers Cail.

L'application d'un avant-train système Bissel à la locomotive de Fives-Lille.

L'utilisation des longerons pour former les parois latérales des caisses à eau dans la locomotive de Winterthur. Cette machine portait une grue mue à la vapeur, en vue de faire mécaniquement et économiquement les transbordements sur les chemins à voies étroites aboutissant aux grandes lignes. La grue consistait en un balancier oscillant autour d'un axe et portant, à l'une de ses extrémités, la chaîne et le crochet de levage et à l'autre un piston se mouvant dans un cylindre plongé dans le dôme de vapeur; le dessus du piston est pressé constamment par la vapeur de la chaudière, tandis que la face inférieure peut être à volonté mise en communication avec l'atmosphère ou avec la vapeur de la chaudière. C'est par l'intermédiaire de l'eau que la pression de la vapeur est transmise à la face supérieure; la vitesse d'écoulement ou d'admission de cette eau règle la vitesse de montée ou de descente de la charge.

La chaudière de la locomotive exposée par la Société autrichienne des chemins de fer de l'Etat présentait l'application d'une cuvette placée sous le corps cylindrique et destinée à recevoir les dépôts qu'un robinet permet de faire écouler pendant que la chaudière est en pression, et les dépôts encore boueux.

La locomotive destinée aux exploitations agricoles construites dans les ateliers Cail ne portait qu'un seul cylindre fixé verticalement à l'avant de la chaudière entre les longerons. Le mouvement du piston était donné aux essieux, qui étaient droits, par l'intermédiaire d'un arbre coudé qui portait un pignon commandant un engrenage calé sur l'essieu d'avant.

(2) Les tableaux des dimensions principales et poids des Locomotives à voie étroite ont été donnés dans l'article de M. Forquenot sur les *Locomotives à l'Exposition universelle de 1878*, inséré dans le N^o de juin 1880 de la *Revue générale des chemins de fer*. (N. d. C. d. R.)

La locomotive Lilliput, construite dans les ateliers Corpet et Bourdon, était munie de deux cylindres placés à 90° et agissant sur la même manivelle portée par l'essieu d'avant. Le faible espacement des barreaux de grilles de toutes ces machines leur permettait de brûler du bois, des menus ou du coke.

2° LOCOMOTIVES A AIR COMPRIMÉ POUR MINES ET USINES.

Lorsque les galeries de mines sont mal ventilées, les machines-locomotives ordinaires ont l'inconvénient d'augmenter la masse de gaz délétères qui s'y accumulent. L'emploi de machines à air comprimé, qui, à chaque coup de piston lancent de l'air frais, doit alors être considéré comme un véritable progrès.

On trouvait à l'Exposition de 1878, deux machines françaises de ce genre : celle de M. Mékarski et celle de M. Petau.

La locomotive Mékarski était une machine à deux essieux accouplés et comportant un appareil moteur analogue à celui des locomotives ordinaires. L'appareil destiné à produire le travail se composait :

1° D'un réservoir de 1,500 litres rempli d'air comprimé à 30 atmosphères, 2° d'une bouillotte remplie d'eau à 160° pour chauffer l'air et le saturer de vapeur d'eau avant son emploi dans les cylindres ; 3° d'un régulateur de pression intermédiaire entre le réservoir et la bouillotte et qui permettait de faire varier la pression entre certaines limites. Généralement cette pression était de 4 kil. 5 à 5 kil. ; on pouvait l'augmenter au besoin pour surmonter une résistance accidentelle, sans faire varier les conditions dans lesquelles se produisait la détente.

La machine Mékarski jouit donc d'une grande souplesse, mais ses organes sont très délicats et exigent une grande précision.

La locomotive Petau était également à deux essieux accouplés.

M. Petau s'était proposé d'employer l'air qui sert dans les mines pour le service des perforateurs, des élévateurs, etc., air qui ne dépasse pas 4 à 5 atmosphères. Sa machine devait être mise en communication avec les conduites placées dans la mine. Sous l'action de l'air de ces conduites, une pompe à simple effet refoulait de l'air dans le réservoir jusqu'à 13 atmosphères.

Ce réservoir était de 1,050 litres. Il permettait à la machine de remorquer 15 tonnes sur 700^m de longueur.

Avec des branchements d'air convenablement distribués dans la mine, sur le chemin que doit parcourir la machine, la locomotive Petau peut faire un service analogue à celui d'une locomotive à vapeur qui s'approvisionne également à des points déterminés de son parcours.

Pour éviter les effets nuisibles du refroidissement résultant de la détente de l'air, les cylindres étaient entourés d'eau chaude, que l'on pouvait renouveler à chaque arrêt ou réchauffer en la mettant en communication avec la bûche qui enveloppe le compresseur, et dont l'eau se trouve échauffée au contact des parois du cylindre pendant la compression.

Les locomotives à air comprimé peuvent être employées dans des cas assez fréquents dans l'industrie. Ainsi, quand les machines motrices ont une partie de leur force non utilisée à cause du chômage de quelques outils ou de métiers, etc. On pourrait employer la force disponible à comprimer de l'air, que dépenserait ensuite une petite locomotive.

§ III. — Matériel roulant.

Ainsi que nous l'avons fait pour le matériel de la voie normale, nous ne reproduirons pas les

dimensions principales du matériel à voie étroite qui ont déjà été données précédemment dans le Numéro de Juillet 1879 de la *Revue générale des chemins de fer* (1). Nous nous bornerons à une indication sommaire de la forme des voitures exposées.

La voiture mixte de 1^{re} et 2^e classe présentée par la Compagnie française de construction de matériel, contenait 4 places de 1^{re} et 10 de seconde, et était disposée comme les voitures de tramways à couloir central et à plates-formes extrêmes, permettant l'accès des deux côtés de la voie. Le système d'attelage était à tampon central.

Une voiture présentée par M. Chevalier et destinée au Brésil était à couloir central et à 2 trucks indépendants portant une cheville ouvrière; la longueur en était relativement considérable, elle pouvait contenir 36 voyageurs et renfermait un water-closet et un siège pour le garde-frein. Des banquettes étaient disposées transversalement avec dossier mobile pour permettre aux voyageurs de ne jamais aller en arrière. Cette voiture était munie d'un appareil unique de choc et traction.

La voiture pour le transport des ouvriers sur les voies agricoles construite pour les chemins de fer portatifs du système de M. Decauville, se réduisait à un petit wagonnet portant longitudinalement un siège double à 4 places de chaque côté. Elle était recouverte par une toile.

Le wagon couvert de la Société française de construction avait la toiture mobile afin de permettre le chargement et le déchargement à la grue; les panneaux mobiles s'enlevaient par moitié et s'accrochaient sur les deux bouts du véhicule; la disposition était compliquée et l'économie de matériel qu'on voulait obtenir pouvait conduire à n'avoir que des véhicules insuffisamment adaptés aux différents chargements.

Le wagon plat à tamponnement et attelage central automatique de M. Delettretz avait été étudié de manière à réduire autant que possible le poids mort du véhicule.

Les deux wagons, l'un ouvert et l'autre fermé, exposés par la société de la Dyle, reproduisaient sous des dimensions réduites, les dispositions des véhicules des chemins de fer à large voie.

M. Garin avait exposé un chariot-wagonnet à bascule romaine tournante (2) servant à peser le chargement du véhicule. L'utilisation de cet appareil paraît limitée et son entretien difficile, les organes étant soumis à tous les chocs et à toutes les vibrations résultant de la manutention et du transport.

On trouvait encore à l'Exposition une nombreuse collection de wagonnets de toutes formes appliqués aux transports spéciaux et des dispositions particulières multipliées à l'infini étudiées dans le but de satisfaire aux besoins de chaque industrie.

SYSTÈMES D'ATTELAGE A TAMPON CENTRAL POUR MATÉRIEL ROULANT A VOIE ÉTROITE.

Dans un but de simplicité et d'économie on a, sur les chemins de fer à voie étroite, adopté d'une manière générale l'attelage à tampon central.

Différents types d'attelages de cette nature figuraient à l'Exposition :

1^o Le système automatique de M. Delettretz était une modification du système américain. Dans l'ouverture rectangulaire, percée au centre d'un buttoir cintré, oscillait horizontalement un crochet terminé par un plan incliné et un mentonnet latéral; un ressort à lames pressait latéralement sur le crochet du côté opposé au mentonnet, en tamponnant deux véhicules les deux crochets de traction.

(1) Ces tableaux ont été donnés par M. Fellot, à la suite de son article sur les *Voitures et Wagons envoyés à l'Exposition universelle de 1878*. — Sur la Planche XI figurent les voitures et wagons à voie étroite.

(2) Cet appareil de pesage a été décrit par M. Darmandaritz dans le N^o de Février 1879 de la *Revue générale des chemins de fer*, p. 114 Pl. XI. (N^{es} d. C. d. R.).

se rencontraient et glissaient l'un contre l'autre jusqu'au moment où ils s'accrochaient par la saillie des mentonnets. La tige du crochet prenait son point d'appui sur un ressort en spirale ou Belleville qui était utilisé comme ressort de choc au moyen d'une traverse de butée reliée à deux tiges horizontales supportant et guidant la plaque extérieure du tampon. Le découplément s'opérait au moyen d'une tringle munie d'un doigt qui, par un mouvement latéral, venait porter contre le crochet et l'écarter de la position normale. Il était nécessaire d'agir simultanément sur les deux crochets.

2° Le système de la Compagnie française de construction se composait d'une boîte en fonte contenant un ressort en spirale et montée à pivot par son extrémité antérieure sur une traverse intermédiaire du châssis. Cette boîte était traversée par un tampon central à tête ronde dont la tige, munie d'un balancier articulé, portait à l'une de ses extrémités un crochet et dont l'autre bout était évidé pour recevoir le crochet du véhicule voisin. Tout le système pouvait prendre une position oblique dans les courbes et être ramené dans l'axe longitudinal de la voiture par deux ressorts à lames agissant latéralement.

3° Le système adopté par les ateliers de la Dyle était celui de la barre continue s'appuyant au milieu du véhicule sur un ressort spirale; chaque barre était terminée par une fourche supportant un buttoir convexe ouvert à sa partie inférieure. La fourche portait une maille en forme de 8 dont l'anneau libre venait s'engager dans la fourche du buttoir voisin où elle était maintenue par une broche. Ce système était simple, mais ne donnait pas une rigidité convenable aux attelages.

CHAPITRE V.

TRAMWAYS.

Au 1^{er} janvier 1868, il n'y avait en France que 46 kilomètres de tramways concédés et 36 exploités.

En 1878, le nombre concédé était 460^k et le nombre exploité 285^k; ces chiffres prouvent que ce moyen de transport jouit aujourd'hui de la faveur publique.

§. 1^{er} **Voies.** — L'accord des constructeurs n'existe pas plus sur la forme des rails que sur le poids à leur donner. Leur poids varie en effet de 11 à 28 kilog. M. Jacqmin estime que ce poids devrait rester entre 20 et 25 kilog. le mètre.

L'obligation d'admettre des courbes de très faible rayon a conduit à supprimer les boudins des roues d'un côté de la voiture quand la traction se fait par chevaux et dans ce cas, cela est sans inconvénients, mais quand la traction est mécanique, les deux files de roues doivent être garnies de boudins. Sur les voies de tramways où la traction est faite par des chevaux, on a pu supprimer aussi les aiguilles mobiles et la direction est donnée par le cocher.

Toutes les parties de voies exposées à une usure exceptionnelle ont été construites en acier.

La discussion de la largeur des voies de tramways a donné lieu à d'assez vives controverses. On avait proposé de leur donner la largeur de celles des chemins de fer, mais cette largeur n'a aucun intérêt car les wagons ne rouleraient pas dans des conditions satisfaisantes sur les voies légères des tramways, il faut pour recevoir le lourd matériel des chemins de fer des voies très bien établies.

§. 2. **Matériel roulant des tramways.** — Le matériel roulant des tramways présente deux types bien tranchés, les voitures non symétriques et les voitures symétriques.

Les voitures non symétriques étaient représentées par le type de la Compagnie des Omnibus de Paris. Ces voitures ont un avant-train tournant, elles peuvent transporter 48 voyageurs et présentent trois catégories de places ; celles d'intérieur, celles de plate-forme et celles d'impériale. Les roues d'avant-train et d'arrière-train sont en fer et d'égale diamètre, une des roues est folle sur l'essieu et n'a pas de boudin. L'avant-train, mobile sur une cheville ouvrière, peut, en s'inclinant de 18 degrés sur la direction ancienne, faire passer la voiture dans des courbes de petit rayon, mais dans la marche normale l'avant-train est maintenu rigide dans l'axe de la voiture par un enclenchement dont le levier est à la portée du cocher ainsi que le volant de commande d'un frein énergique à 4 sabots agissant sur les roues d'arrière. Les fusées des essieux sont montées dans des boîtes à huile et leur suspension est faite par des ressorts à lames montées sur flasques comme les véhicules de chemins de fer. Le siège du cocher domine les chevaux.

Les voitures symétriques étaient représentées par des voitures à impériales et des voitures sans impériales. M. Delettrez et M. Stephenson avaient exposé tous deux une voiture du premier type, montée sur châssis en fer.

La voiture de M. Delettrez avait les roues très rapprochées pour faciliter le passage dans les courbes, ce qui lui donnait un porte-à-faux trop considérable ; la caisse était suspendue sur des ressorts à lames. La traction par chevaux se faisait par l'intermédiaire d'un palonnier monté sur ressort à lames, disposition qui évite les chocs produits par les coups de collier.

La voiture de M. Stephenson était suspendue sur des rondelles de caoutchouc appuyées sur une lame d'acier doublée d'une plate-bande en caoutchouc. Cette voiture était aménagée avec beaucoup de luxe. La double banquette longitudinale de l'impériale était divisée en stalles garnies qui se levaient automatiquement contre le dossier dès que le voyageur quittait sa place.

Les voitures sans impériales figurant à l'Exposition étaient construites sur un type sensiblement uniforme se rapportant au type américain.

Comme particularités, une des voitures de M. Delettrez présentait des essieux dont les fusées tournaient dans une boîte à galet supérieur.

La voiture de M. Larsen était portée par trois essieux dont les deux extrêmes étaient montés sur avant-train tournant et reliés à l'essieu du milieu par des balanciers qui lui communiquaient un mouvement permettant aux roues de s'inscrire dans les courbes.

Parmi les autres voitures, on remarquait celle de la Compagnie de Porto et celle des tramways de Stephenson, dont les sièges intérieurs étaient formés de plusieurs épaisseurs de bois très mince, collées l'une sur l'autre ; les voitures d'été étaient complètement ouvertes et pouvaient au besoin être fermées par des rideaux.

On pouvait reprocher à presque toutes les voitures exposées le grand porte-à-faux des extrémités.

§ 3. Appareils mécaniques pour la traction des voitures de tramways.

M. Jacquin remarque que la construction de ces voitures et leur principe même, sont très variés, comme il arrive toujours lors d'une application nouvelle. Les conditions à remplir par les moteurs de tramways ne sont pas simples : la voie des tramways n'a ni la solidité, ni la fixité, ni la parfaite propreté des voies de chemin de fer, elle est ouverte à tous et peut-être à tout instant entravée par un obstacle. Il faut pouvoir tourner dans des courbes de faible rayon. Les appareils moteurs doivent éviter le dégagement de gaz chargés de vapeur épaisse ou de fumée, la projection d'escarbilles ou de charbons incandescents ; ils sont de dimensions réduites et cependant doivent contenir la quantité de matières de consommation nécessaire pour que, dans les circonstances les plus défavorables, la machine puisse faire son trajet et regagner son centre d'approvisionnement. La manœuvre du moteur doit être facile, il doit pouvoir prendre à vo-

lonté une allure vive ou lente, s'arrêter presque instantanément et démarrer avec rapidité. La machine doit être munie de dispositions pour écarter les obstacles et protéger le mécanisme moteur contre la boue et la poussière qui produisent, en même temps qu'un surcroît de résistance, le chauffage des parties frottantes, et amènent rapidement la mise hors de service.

Nous examinerons rapidement avec M. Jacquemin les machines exposées, plutôt au point de vue des dispositions employées pour satisfaire aux exigences spéciales que nous venons d'énumérer, qu'au point de vue des détails de construction qui ne présentent pas ici le même intérêt que pour les locomotives.

Tous les moteurs pour tramways qui figuraient à l'Exposition étaient des machines thermiques transformant en travail la chaleur développée par la combustion dans des appareils indépendants ou solidaires de la machine de traction. Ils se classaient donc immédiatement en deux groupes :

1^o Machines à foyer, dans lesquelles le moteur proprement dit, c'est-à-dire la source de chaleur et de travail se transporte avec le véhicule.

2^o Les appareils de traction qui font provision du travail produit par des appareils fixes et qui dépensent ce travail pour traîner des voitures, telles sont les machines à air comprimé et les machines à eau chaude.

1^o *Machines à foyer générateur de vapeur.* — L'Exposition présentait sept machines de ce type. Sauf le moteur exposé par la Société d'Aulnoy, dont la chaudière était verticale et tubulaire, tous les autres étaient munies de chaudières horizontales et tubulaires qui, sauf pour la machine de Weyher, étaient placées suivant leur axe longitudinal. Cette dernière machine avait un foyer circulaire en fer, soudé d'une seule pièce. La vapeur d'échappement était envoyée dans un serpentin plongé dans l'eau d'alimentation, elle présentait de plus, comme particularité du mécanisme, l'accouplement obtenu par friction sur les roues de galets en fonte fixés sur l'arbre moteur.

La machine de Hugues condensait aussi la vapeur d'échappement en la faisant arriver dans des réservoirs d'eau multiples. Cette condensation complète de la vapeur d'échappement dont aucune partie ne vient concourir au tirage doit, vu la faible surface de grille et de chauffe, rendre difficile la production d'une quantité suffisante de vapeur. On remarquait sur cette machine un frein à vapeur qui agissait automatiquement quand la vitesse atteignait une certaine limite. A cet effet, le mouvement était donné à un régulateur à boules, qui, dans une position déterminée, ouvrait l'admission du frein.

Une partie seulement de la vapeur d'échappement était condensée en traversant un réservoir intermédiaire dans les machines de Harding (Fives-Lille), de Merryweather (Angleterre) et de Winterthur (Suisse). Cette dernière avait une chaudière timbrée à 15 kilogs, avec foyer circulaire surmonté d'un grand dôme. Le corps cylindrique, le foyer, les tubes étaient en acier Martin, provenant des usines du Creusot; pour obtenir plus de fumivorté, on avait donné à la grille la forme d'une chaînette. Comme particularités de mécanisme, la machine de Winterthur était munie d'une distribution système Brown. Les pistons commandaient l'essieu moteur par l'intermédiaire d'un hancier et le mécanisme de distribution était placé au-dessus du tablier, ce qui permettait d'équilibrer les pièces à mouvement alternatif sans mettre des contrepoids aux roues. Les boîtes étaient du type Brown qui, en donnant au châssis une plus grande mobilité relative, ont surtout pour but d'atténuer les effets de la mauvaise construction de la voie.

Dans les machines exposées par la société d'Aulnoy (France) et par celle de St-Léonard (Belgique), on avait cherché à atténuer le bruit de l'échappement par la division de la vapeur; dans la première, elle était disséminée au-dessus du foyer d'où elle s'échappait par un très-grand nombre d'ajutages; dans la seconde, elle était divisée en trois parties dont l'une dirigée dans la

cheminée concourait au tirage ; la seconde envoyée, dans le réservoir, réchauffait l'eau d'alimentation ; la troisième s'en allait dans la boîte à fumée. La machine de St-Léonard était munie d'un avant-train Bissel avec plans inclinés. Le timbre des chaudières de ces différentes machines était très élevé (de 9 à 15 kilogrammes), ce qui est nécessaire pour pouvoir produire une quantité de travail relativement considérable avec une surface de chauffe très-restreinte. Afin de produire peu de fumée, toutes ces machines étaient destinées à brûler du coke. L'application faite sur plusieurs machines de la condensation de la vapeur d'échappement dans l'eau d'alimentation présente l'inconvénient d'introduire dans la chaudière des matières grasses qui provoquent des bouillonnements dont la conséquence est un entraînement d'eau considérable dans les cylindres et en outre, avec les eaux calcaires, des dépôts dangereux.

2° Machines à air comprimé et à eau chaude. — A l'Exposition de 1878 figuraient deux machines à air comprimé de M. Mèkarski. L'une, à mécanisme intérieur, portait un réservoir d'air de 5600 litres de capacité, avec un réchauffeur de 200 litres d'eau à la température initiale de 160° ; l'autre, à mécanisme extérieur, portait un réservoir de 2800 litres et un réchauffeur de 120 litres. Ces machines étaient disposées pour fonctionner par l'intermédiaire d'un mécanisme de locomotive par l'air comprimé mélangé de vapeur pour éviter l'abaissement de température dans les cylindres au-dessous de la température ambiante. Elles ne répandaient ni fumée ni vapeur dans l'atmosphère.

L'air, à la pression de 30 kilogrammes, était renfermé dans les réservoirs divisés en deux batteries dont l'une, contenant environ un quart de l'approvisionnement, renfermait toujours de l'air à haute pression permettant de vaincre, à un instant quelconque de la marche, une résistance anormale. La pression de l'air allant toujours en décroissant dans les réservoirs, M. Mekarski a imaginé un régulateur permettant d'envoyer aux cylindres l'air saturé de vapeur d'eau chaude à une pression différente de celle des réservoirs et variable à la volonté du mécanicien.

Machines à eau chaude. — Ce type de moteur était représenté à l'Exposition par la locomotive Francq. Comme dans les machines précédentes, la chaudière était supprimée et remplacée par un réservoir à eau chaude qui devait être rempli à un générateur fixe. Le réservoir pouvait contenir 1^m 800 d'eau et 0^m 480 de vapeur à la pression de 15 kilogs. L'emploi d'un régulateur de pression, dit détendeur, permettait de faire varier à volonté la pression d'admission dans les cylindres. Cette machine pouvait remorquer une ou plusieurs voitures sur un parcours de faible étendue.

M. Jacquin remarque que les machines à eau chaude ou à air comprimé réalisent une partie du programme énoncé plus haut pour les machines de tramways, elles n'ont point de feu, point de fumée, point d'escarbilles. Elles font, dans les stations de relai, des approvisionnements de force qu'elles dépensent en route ; rien n'est plus ingénieux, mais il se demande si le système n'est pas très dispendieux. On a assuré que non, parce que les locomotives de dimensions très réduites, employées pour la traction des tramways, utilisent mal un combustible qui est toujours de nature spéciale, tandis que dans les usines où on accumule l'eau chauffée à une grande température ou l'air à une pression élevée, on peut employer de vastes chaudières où la vapeur est produite économiquement. Ces considérations sont vraies, mais M. Jacquin pense que, pour décider, il est nécessaire d'attendre l'expérience et qu'il est à souhaiter qu'on se préoccupe un jour d'accumuler la force que met à notre disposition le vent ou l'eau de nos rivières en comprimant de l'air dans des réservoirs pour l'utiliser ensuite à donner le mouvement à un moteur.

4° Voitures automobiles. — Deux voitures automobiles système Belpaire figuraient à l'Exposition : l'une était construite dans les ateliers de M. Cabany, l'autre dans les ateliers de M. Evrard. Dans

ces véhicules, la chaudière et le moteur faisaient corps avec la voiture, le mécanisme n'offrait pas de particularités ayant un intérêt général pour la traction sur les tramways.

§. 4. Machines routières. — L'idée de remplacer les chevaux par des appareils mécaniques est séduisante, malheureusement l'économie qu'on avait cru pouvoir réaliser en employant les machines routières n'a été que bien imparfaitement obtenue parce que leur prix d'acquisition est très élevé, leur entretien dispendieux et leur usage destructeur pour les chaussées. Cette dernière considération, mise en présence des règlements des services chargés de l'entretien des routes en France, a été présentée comme l'obstacle qui avait arrêté l'acclimatation de ces machines dans notre industrie, mais M. Jacquemin fait remarquer, de plus, qu'elles ne paraissent pas se prêter aux usages auxquels on a prétendu souvent les appliquer. L'Exposition anglaise montrait des photographies de machines routières remorquant quatre ou cinq voitures d'artillerie ou des trains de wagons chargés de canne à sucre. Si la route à parcourir est en rampe continue, le succès est possible, mais si des pentes succèdent aux rampes, comment le convoi formé de voitures dénuées de freins se comportera-t-il ? Comment les machines routières qui exigent des chaussées très solides peuvent-elles circuler dans les exploitations agricoles ? L'emploi de petites locomotives circulant sur des voies analogues à celles qu'ont construites MM. Decauville donnera de bien meilleurs résultats. On peut reprocher de plus aux machines routières de ne pas se prêter à suivre des parcours imprévus car il faut tenir compte de l'état de la chaussée, prévoir les approvisionnements d'eau et de combustible, et ces considérations pourront, le plus souvent, entraver l'utilisation de ces moteurs pour les transports des pièces lourdes accompagnant les armées par exemple, ainsi qu'on l'a souvent proposé.

La France n'avait envoyé à l'Exposition que quatre machines routières ; l'Angleterre, vingt ; la Suisse, une.

Sur les quatre machines françaises deux seulement étaient des machines routières proprement dites, les deux autres étaient un omnibus et une calèche à vapeur. Les machines anglaises au contraire étaient presque toutes munies du câble et des appareils nécessaires pour le labourage à vapeur ; il semble que ce travail soit leur principale destination, le plus souvent elles ne sont routières que pour se rendre d'un champ à un autre.

Les machines anglaises avaient presque toutes le mouvement sur la chaudière, le cylindre à vapeur unique fondu avec la boîte de distribution et le dôme de vapeur qui lui servait d'enveloppe, les organes du mouvement permettaient deux allures de marche et un débrayage complet qui transformait immédiatement la machine routière en locomobile. Presque toutes avaient également une poulie de traction à câble d'acier sur l'essieu moteur afin de disposer la machine comme un cabestan sur les rampes où elle ne pouvait remorquer que son poids. Presque toutes ces machines avaient un train d'engrenages différentiels pour la marche en fortes courbes et les jantes des roues étaient munies de semelles en fer forgé placées obliquement ; aucune machine n'était suspendue sur ressorts, l'une d'elles seulement avait des fourrures en caoutchouc doublant intérieurement les semelles en fer forgé à l'effet de déterminer une large surface de contact avec le sol.

Les machines exposées dans la section française n'offraient pas la simplicité de formes des machines anglaises et étaient plus lourdes pour produire la même force. La machine exposée par les ateliers Cail avait l'apparence d'une locomotive à cylindres intérieurs et ne pouvait se transformer par un simple débrayage en machine locomobile. Les roues directrices placées à l'arrière avaient été très rapprochées l'une de l'autre dans le but de réduire l'effort nécessaire pour donner la direction ; cela donnait aussi à la machine une assiette meilleure sur les routes mal entretenues. Mais la roue motrice était petite, ce qui réduisait la portée du contact sur le sol, la jante en bois

debout devait être un objet constant d'entretien. L'attache des roues motrices de cette machine se faisait par un cercle d'engrenage situé près des jantes, l'arbre intermédiaire était sur le même plan vertical que l'essieu moteur, ce qui permettait de placer des ressorts sur cet arbre pour empêcher les vibrations de la marche de se transmettre brutalement au mécanisme et à la chaudière. La machine exposée par M. Albaret était moins compacte que celle de Cail, elle pouvait se transformer en locomobile en démontant un pignon de commande.

Les voitures à vapeur de M. Bollée étaient l'une un omnibus, l'autre une calèche. La première était munie d'une chaudière Field donnant la vapeur à quatre cylindres accouplés deux à deux à la même manivelle motrice. Chaque paire de cylindres commandait une des roues d'arrière qui étaient folles sur leur essieu. Les roues d'avant qui tournaient chacune autour d'un axe indépendant s'inclinaient comme la roue d'un vélo pour donner la direction à la voiture. Au moyen d'engrenages, on disposait de deux vitesses, ce qui permettait de franchir rapidement les routes en terrain plat et lentement les routes en rampe. Le moteur de la calèche n'avait qu'un seul cylindre dont le piston actionnait l'essieu moteur placé à l'arrière, la manivelle franchissait le point mort sous l'influence d'un petit volant. Pour que les roues d'arrière conservassent, pour faire tourner la voiture, la faculté de prendre des vitesses différentes, un système d'engrenages coniques produisant le mouvement différentiel, dit de Pecqueur, était interposé dans l'arbre qui leur transmettait le mouvement ; les roues d'avant étaient montées comme dans la voiture précédente et s'orientaient sous l'action du gouvernail par un système de bielles.

La machine routière présentée par la Suisse était à proprement parler une pompe à incendie pouvant se transporter elle-même, le mécanisme moteur pouvait, au moyen d'un embrayage, actionner directement la pompe quand les roues motrices étaient rendues libres.

CHAPITRE VI.

OBJETS DIVERS.

§ 1^{er}. — Question générale des freins.

Arrêter aussi rapidement que possible un train lancé à grande vitesse est un problème qui préoccupe le public au plus haut degré. Beaucoup de solutions ont été proposées pour permettre à un même agent de mettre en mouvement des organes de transmission qui entraîneraient l'action des sabots sur deux, trois, quatre véhicules. Dans un autre ordre d'idées on a cherché à utiliser des déplacements relatifs, tels que le rapprochement des tampons pour entraîner le jeu des freins. Pendant longtemps le machiniste n'a eu à sa disposition que le frein du tender, puis on lui a donné le moyen de transformer en action retardatrice la puissance même de la machine ce qui a été un des progrès marquants réalisés dans l'industrie des chemins de fer. Aujourd'hui on veut avoir sur chaque véhicule un frein disposé de façon que le mécanicien puisse déterminer l'action de tous ces freins presque instantanément.

Tous ces systèmes étaient représentés à l'Exposition et pouvaient se classer ainsi :

Freins isolés sur wagons,

Freins disposés par groupes,

Freins sur machines,

Freins continus.

I. — FREINS ISOLÉS SUR WAGONS.

Peu de progrès sont à enregistrer dans la construction des freins à main. Toutes les améliorations qui avaient pour but d'augmenter la puissance et la rapidité d'action de ces freins paraissent avoir été épuisées.

On peut cependant citer dans le matériel qu'on trouvait à l'Exposition :

L'ingénieuse disposition des leviers du frein à vis de l'Ouest, qui rend le serrage sensiblement uniforme dans toutes les positions du frein dit à V ;

La nouvelle combinaison de freins à main et à vis de M. Stilmant. La construction en est très simple, peu coûteuse, et l'application en est facile au matériel roulant de tous les types ;

L'emploi, en Allemagne, de huit sabots au lieu de quatre, pour remédier au grave inconvénient du déplacement des fusées dans leurs boîtes, déplacement dû à l'effort plus énergique donné aux sabots sur les roues au fur et à mesure de l'augmentation de la charge et de l'accroissement de la vitesse.

II. — FREINS DISPOSÉS PAR GROUPES.

Frein Dorré et Lefebvre — C'est le frein Guérin modifié. Dans la marche en avant, le rapprochement des tampons commande les freins, comme dans le frein Guérin ; mais, dans la marche en arrière, le même rapprochement reste sans action. Cette double solution à attendre d'un même mouvement initial est si différente, que de nouvelles expériences sont nécessaires pour que l'on puisse se prononcer définitivement sur le mérite de cette invention.

Frein Héberlein. — Le principe de cet appareil qui était appliqué par la Compagnie d'Orléans sur un fourgon est suffisamment connu pour qu'il ne soit pas intéressant de la rappeler ici.

Frein Becker (1). — Il est appliqué en Autriche à tout le matériel de la Compagnie du chemin de fer du Nord-Empereur-Ferdinand, et figurait à l'Exposition sur un wagon à marchandises. C'est un frein à chaînes, comme le frein Héberlein, mais chaque véhicule à frein possède son appareil de serrage composé de deux roues de friction qui peuvent être mises à volonté en contact avec les boudins des roues et sur l'arbre desquelles s'enroule la chaîne de serrage des freins.

Les roues de friction se composent de deux poulies en fonte concentriques dont l'intervalle est rempli par une couronne en bois à section triangulaire, le glissement possible de l'une des poulies sur la couronne de bois limite l'intensité de l'effort développé par le frottement, et par conséquent, l'action brusque et trop énergique reprochée au frein Héberlein ; on compte néanmoins que l'intensité du frottement sera toujours suffisante pour opérer le serrage, grâce à la forme en coin donnée à la couronne.

Pour la manœuvre du frein, deux chaînes s'enroulent en sens inverse sur une poulie dont l'arbre est suspendu parallèlement aux essieux, l'une de ces chaînes est attachée à l'arbre des poulies de friction, et la seconde est reliée à la chaîne de commande générale des freins régnant sous chaque wagon dans toute la longueur d'un train. Lorsque la chaîne de commande est abandonnée, les poulies de friction viennent au contact des roues. Cette chaîne est tendue au moyen d'un appareil spécial installé sur le tender et consistant en une tige filetée qui peut être animée

(1) Voir la *Note sur le frein automoteur à friction système Becker*, donnée par M. Darteyre, dans le N° d'Octobre 1878 de la *Revue générale des chemins de fer*, p. 238 Pl. XX. (N. d. C. d. R).

d'un mouvement vertical en agissant sur un volant; l'écrou servant à faire monter la tige est en deux pièces qu'il suffit d'écarter pour entraîner sa descente brusque, et par conséquent, la détente de la chaîne et le serrage du frein.

M. Jacqmin ajoute que, quelles que soient les dispositions adoptées, on ne saurait appliquer les freins à chaînes qu'à des groupes de trois ou quatre véhicules. Ce ne sont pas des freins continus; de plus, tous ces freins à chaînes agissent avec brutalité; ils produisent presque immédiatement le calage des roues, et l'on doit redouter les chocs et les ruptures de pièces importantes.

III. — FREINS SUR MACHINES.

Les machines figurant à l'Exposition étaient généralement munies de l'appareil Le Chatelier pour la marche à contre-vapeur. Cependant, plusieurs constructeurs avaient préféré à la contre-vapeur l'emploi d'un frein agissant sur les roues accouplées. La locomotive Sharp était munie du frein hydraulique de Webb. La locomotive du Nord et la locomotive de la Sudbahn avaient le frein à vide, système Smith ou Hardy. Les freins des locomotives d'Evrard et du London-Brignton étaient mûs par l'air comprimé, d'après le système Westinghouse.

Dans la locomotive de l'Est, outre la contre-vapeur, on avait installé un frein à sabot sur les roues porteuses d'avant pour pouvoir utiliser comme frein tout le poids de la machine, ce frein était commandé à la main par une crémaillère.

Frein hydraulique Webb — Nous venons de dire que la locomotive de Sharp était munie d'un frein hydraulique, système Webb. Cet appareil consiste en un cylindre, à l'intérieur duquel se déplace un piston, dont la tige agit sur le levier de l'arbre de commande du frein. La capacité inférieure du cylindre est toujours en communication avec l'eau de la chaudière; sa capacité supérieure peut, à volonté, communiquer avec la vapeur de la chaudière ou avec l'eau du tender. Par suite de la réduction que la présence de la tige donne à la face inférieure du piston, la pression de la vapeur sur la face supérieure est plus considérable et fait baisser le piston; le frein se desserre. Pour serrer, on évacue la vapeur de la partie supérieure du cylindre dans le tender; le piston monte et le serrage se produit.

Frein à air de Riggenbach. — La locomotive de M. Riggenbach était munie d'un frein spécial, présentant l'application du système de Bergue réduit à sa plus grande simplicité. Le levier étant renversé, on ferme par un clapet la communication de l'échappement avec la boîte à fumée, et l'on ouvre en même temps la communication avec l'air extérieur. Les freins étant desserrés, le train se met en marche sous l'action de la gravité. L'air est alors aspiré par les pistons, puis refoulé dans la boîte à tiroir et les tuyaux de prise de vapeur, en produisant le travail résistant nécessaire à la modération de la vitesse du train, et au besoin, à son arrêt. L'ouverture d'un robinet d'évacuation d'air comprimé permet de régler la puissance de résistance qu'on veut obtenir. Un robinet d'injection d'eau empêche l'échauffement.

IV. — FREINS CONTINUS.

Cette dénomination comprend les appareils qui permettent au machiniste ou aux agents d'un train d'enrayer simultanément, par un mouvement quelconque, toutes les roues des véhicules munis de freins.

Frein électrique Achard. — L'appareil que présentait M. Achard se composait d'un électro-aimant à bobines qui, animé d'un mouvement circulaire par des galets de friction en contact avec

l'essieu, attirait par le passage du courant électrique, deux plateaux sur les axes desquels s'enroulait une chaîne en relation avec le levier du frein. Cette disposition évitait des chocs brusques au serrage, car il pouvait y avoir glissement, d'une part, entre les galets de friction et l'essieu, et d'autre part, entre les pôles de l'électro-aimant.

On constate dans les essais des freins électriques, des dérivations inexplicables qui s'opposent au serrage ou font agir les freins sans cause apparente; dans ces circonstances, le personnel des trains n'est souvent pas à même d'apprécier les mesures à prendre pour remédier à ces inconvénients. L'électricité est un agent dont le maniement ne peut être confié qu'à un personnel spécial et cette condition n'est pas un faible obstacle à son emploi sur une grande échelle. En outre, les actions des freins électriques, par leur instantanéité même, sont d'une énergie qui atteint la brutalité et peut occasionner de graves accidents. Par contre, l'électricité au point de vue de la simplicité dans la transmission de l'action d'un véhicule à l'autre, offre des avantages tels qu'il ne faut pas désespérer de son emploi.

Frein à air comprimé Westinghouse (1). — M. Westinghouse relie les organes du frein à la tige d'un piston pouvant se mouvoir dans un cylindre, l'une des faces du piston est en contact avec l'air extérieur, l'autre peut être mise en relation avec un réservoir d'air comprimé ce qui détermine son mouvement. Ce frein est très énergique; son action est excessivement rapide. Il est automatique dans toutes les parties d'un train, puisque toute rupture d'attelage met la conduite principale en communication avec l'atmosphère, ce qui détermine le serrage des sabots, grâce, il est vrai, à l'emploi d'un organe très délicat, la triple valve.

Frein par le vide de Smith (2). — M. Smith relie les organes du frein au fond rigide d'un sac en caoutchouc en relation avec une conduite générale dans laquelle on fait le vide au moyen d'un éjecteur placé sur la machine. Le vide détermine le rapprochement des deux fonds du sac; ce qui donne le mouvement nécessaire pour appliquer les sabots. Ce frein est beaucoup plus simple que le précédent et peut rendre les plus grands services pour la descente des trains sur les longues rampes. Mais il n'est pas automatique.

M. Hardy propose de rendre ce frein automatique (3) en plaçant sous chaque véhicule un récipient métallique en relation avec la conduite principale et dont la capacité doit être double de celle du cylindre employé pour la mise en action du frein. Le vide fait a priori dans ce réservoir s'y maintient au moyen de soupapes spéciales qui, au moment où l'équilibre est rompu dans la conduite principale par l'introduction de l'air, mettent en communication le réservoir auxiliaire et le cylindre de serrage.

M. Jacquin remarque que les dispositions proposées par M. Hardy pour rendre le système automatique n'ont pas été appliquées, qu'elles paraissent délicates et compliquées, que de plus, la puissance d'action du frein se trouverait notablement diminuée, car le vide produit par l'éjecteur dans un deuxième réservoir devenu nécessaire, serait en partie détruit par l'air contenu au moment du serrage dans le cylindre qui agit sur le mécanisme du frein.

En Amérique, le frein Westinghouse est accepté d'une manière générale. En Angleterre, (4) les

(1) La description du frein Westinghouse a été donnée par M. Lecocq dans le N° de Décembre 1878 de la *Revue générale* p. 377, Pl. XXVIII à XXX.

(2) La description du frein Smith a été donnée par M. Banderali dans le N° de Septembre 1878 de la *Revue*, p. 141; Pl. XV.

(3) Voir cette disposition dans la *Chronique* de Décembre 1878, p. 412

(4) Voir la *Chronique* d'Octobre 1880, p. 371.

Nes d. C. d. R.)

compagnies London-Brighton and South Coast Railway, North Eastern, North British Railway, ont adopté le frein Westinghouse d'une manière complète ; mais le Great Northern, le South Eastern et plusieurs autres compagnies préfèrent l'appareil Smith. Le London and North Western a muni un grand nombre de ses voitures et de ses machines du frein à chaîne de Clark et Webb. Enfin, le Great Western poursuit des essais avec un nouveau frein à vide de Sanders, réalisant, dit-on, à la fois la simplicité de l'appareil Smith et l'automatisme du Westinghouse.

En Belgique et dans quelques chemins de fer allemands on se prononce pour le Westinghouse ; tandis que la Compagnie du sud de l'Autriche estime que l'application des freins Smith et Hardy donne au service des grandes rampes du Sommering et du Brenner les résultats les plus satisfaisants. (1) En France, le Nord a adopté le système Smith ; l'Ouest, le Westinghouse.

Quant aux mérites des différents freins actuellement en usage ou en essai, il est à remarquer que, dans les réponses aux questions du Board of Trade, les compagnies émettent des assertions qui varient considérablement et sont souvent même contradictoires. La compagnie Manchester-Sheffield and Lincolnshire croit même que l'introduction et la manœuvre de freins continus donnent de nouveaux éléments de danger.

§ 2. — Objets divers.

Dans la classe 64 étaient exposés différents objets se rattachant au matériel des chemins de fer et produits soit dans des usines, soit dans les ateliers des compagnies qui, à cause de l'importance de la consommation, ont trouvé intérêt à adjoindre quelques ateliers de fabrication à leurs ateliers d'entretien du matériel. M. Jacquin émet à ce sujet cette opinion que la tendance des grandes compagnies de chemins de fer à développer leurs ateliers présente un inconvénient, car ce développement enlève aux usines d'un pays le marché intérieur et ne leur laisse que l'exportation. Il estime que les compagnies doivent limiter strictement leurs ateliers aux travaux d'entretien et de réparation, en ne faisant des constructions neuves que pour assurer un travail permanent à leurs ouvriers.

Tôles en fer. — Les établissements métallurgiques de l'Europe sont aujourd'hui en mesure de fournir les tôles les plus diverses. Depuis des tôles de chaudières, de 22^m/_m d'épaisseur et 7^m30 de longueur, destinées à former une virole entière de 2^m315 de diamètre, des tôles pour longerons, 11 m. de longueur, 1^m10 de hauteur et 35 m/m d'épaisseur, jusqu'à des tôles de 3 m. de longueur, 1 m. de largeur et 0^m/_m2 d'épaisseur pour le revêtement des voitures.

Il n'y a d'ailleurs rien à désirer quant à la variété des profils des fers offerts à l'industrie.

Pièces forgées. — L'Exposition présentait les roues en fer forgées en matrice d'Arbel et Déflasieux avec des diamètres variant de 40 c/m jusqu'à 2 m. 29, les roues forgées à la presse hydraulique de M. Brunon(2), la collection des pièces forgées à la presse de M. Haswell, telles que boîtes à graisse, crosses de piston, roues avec leur manivelle et leur contrepoids, etc.

Essieux. — On pouvait remarquer à l'Exposition de beaux spécimens d'essieux en acier ; ce métal donne de très belles surfaces de frottement, et l'usure des fusées est bien moins rapide qu'avec

(1) Voir la *Chronique* d'Aout 1878, p. 115.

(2) Une note sur la fabrication des roues Brunon a été donnée dans la *Chronique* de Décembre 1880, p. 543 (N^{es} d. C. d. R.)

le fer, mais on lui reproche de produire des ruptures brusques, tandis qu'avec le fer les cassures suivant presque toujours une marche progressive, il est plus possible de les découvrir.

L'usine de Terre-Noire avait exposé des essieux en acier coulé.

Bandages. — La question du choix définitif à faire entre l'acier et le fer n'est pas résolue encore pour les bandages.

Leur mode d'attache paraît surtout avoir attiré l'attention des constructeurs. Parmi les dispositions présentées à l'Exposition, un grand nombre avaient pour but de supprimer les boulons ou rivets, pour éviter d'affaiblir la section du bandage. Quelques constructeurs proposaient les vis taraudées, et de longueur telle qu'elles ne pouvaient pas atteindre la surface de roulement.

Corps de roues. — MM. Brunon et Déflassieux avaient garni quelques-uns de leurs corps de roues d'un remplissage en bois ayant pour but d'éviter la sonorité reprochée aux roues en fer.

MM. Mansell et Brown avaient exposé des roues pleines dont le corps était en papier comprimé sous une pression de 400 tonnes.

Le corps de roue à moyeu en fonte et rais en fer laminé paraît abandonné, ainsi que l'emploi des clavettes pour consolider le calage des roues sur les essieux.

Les expositions américaine et autrichienne présentaient des roues en fonte fondues en coquille. Aux Etats-Unis et en Allemagne les roues en fonte trempées en coquille forment corps avec le bandage et sont mises en service sans avoir subi aucun tournage; elles peuvent faire ainsi près de 100.000 kilomètres avant le premier tournage, mais leur remplacement ne peut s'opérer que par le décalage et cette opération fatigue beaucoup les essieux.

Ressorts. — Les ressorts en lames ou en spirale exposés ne présentaient aucune particularité nouvelle.

M. Jacqmin remarque cependant que la suspension de la voiture Charles-Louis de Gallicie, dans laquelle les ressorts sont renversés à leurs extrémités, permet, d'augmenter la flexibilité en laissant donner au ressort une grande longueur sans nécessiter l'accroissement de la flèche de montage; que les ressorts en France ont conservé la forme plate pour l'acier des lames, et le mode de liaison par les étoquiaux, tandis qu'à l'étranger, on emploie généralement l'acier à rainure continue, avec lequel les feuilles sont maintenues entr'elles dans toute leur longueur; cette disposition est préférable à celle des étoquiaux, dont l'usure assez rapide laisse les feuilles s'écarter en éventail. Il signale aussi le ressort Cook (exposition Pétin et Gaudet) formé par la conjugaison d'un ressort à boudin assemblé au milieu d'un ressort en arc formé de trois tiges rondes placées parallèlement et dont les extrémités recourbées en anneau sont reliées par un boulon de suspension. Ce ressort est d'une complication excessive et peut être mis hors de service par le bris d'un seul de ses organes.

Boîtes. — En France, on emploie surtout les boîtes mixtes avec réservoir à graisse à la partie supérieure et graissage continu à l'huile par un tampon placé dans le dessous de boîte. Cependant la Compagnie de l'Est emploie exclusivement une boîte à huile à tampon graisseur dans le dessous de boîte et la Compagnie de l'Ouest a conservé la boîte à graisse. L'Exposition ne présentait comme dispositions nouvelles que la boîte Sidebothan dont le tampon graisseur est divisé en deux parties frottant latéralement sur les fusées, disposition qui paraît sans avantages; la boîte Stons Sloot qui permet de fixer le point d'appui du tampon graisseur à une hauteur convenable par rapport au diamètre de la fusée et à l'épaisseur du coussinet. Ce résultat obtenu par des complications aurait peu d'avantages pour le matériel français où les fusées sont généralement d'un type uniforme et où l'épaisseur des coussinets ne permet qu'une usure très réduite; enfin, la boîte Paget, qui était représentée par plusieurs types dont les dispositions de détails étaient un peu différentes et qui est adaptée à l'usage de l'huile minérale pour le graissage; un réservoir supérieur contient

l'huile minérale que des mèches conduisent à la fusée, le dessous de boîte est garni de déchets de coton ou de copeaux de tilleul faisant l'office de tampon graisseur comme dans l'application Becker.

Pièces diverses. — Outre les objets sur lesquels nous venons de donner une note spéciale, la classe 64 renfermait un grand nombre de spécimens des produits des industries relatives au matériel des chemins de fer : pièces en fer, en bronze ou en cuivre, tissus et étoffes diverses. M. Jacquemin insiste surtout, parmi les pièces en fer, sur les tubes de chaudières en fer ou en acier, très employées en Allemagne, parmi les pièces en bronze, sur les pièces de frottement en bronze phosphuré (coussinets, tiroirs), dont l'avantage est de donner une moindre usure, et il ajoute quelques notes sur les draps, velours, cuirs, passementeries, etc., enfin sur les toiles à bâches.

APPAREILS POUR LE RELEVAGE DES MACHINES, DES VOITURES ET DES WAGONS DÉRAILLÉS.

L'Exposition renfermait quelques objets proposés pour compléter l'outillage des wagons de secours ou améliorer les engins existants dans le but de rendre les opérations de relevage plus promptes et plus faciles.

L'Angleterre exposait des rampes Stroudley et des vérins hydrauliques. Les rampes Stroudley se composent d'un plan incliné portant latéralement une agrafe qui saisit le rail. Quand la voiture déraillée a été amenée avec des crics contre le rail on place une rampe Stroudley devant chaque roue et en quelques instants une machine fait remonter la voiture sur la voie. Ces rampes coûtent assez cher et M. Jacquemin estime que ne dispensant pas de l'emploi des crics elles sont destinées à rendre peu de services.

La Compagnie du Nord français exposait les appareils de M. Ferdinand Mathias, que nous ne décrivons pas, la *Revue générale des Chemins de fer* ayant donné tous les détails de ces engins dans son premier Numéro de Juillet 1878.

APPAREILS DIVERS.

Les chemins de fer se servent de tant d'objets que l'Exposition renfermait les appareils les plus variés et que, pour les décrire, il faudrait entrer dans des développements que ce résumé ne comporte pas. Nous devons nous borner à en citer quelques-uns sur lesquels M. Jacquemin insiste à cause des améliorations qu'ils apportent dans le travail ou des services importants qu'ils peuvent rendre.

L'appareil Brisse (1) pour la pose des tubes de chaudière est un perfectionnement de l'appareil Dudgeon. Une tige filetée, que des griffes, pressées contre la paroi intérieure du tube par un cône de serrage, fixent dans l'axe du tube à poser, sert de point d'appui aux outils employés pour les opérations successives de mandrinages, d'affilement et de rivure des tubes et permet d'obtenir ces différents résultats sans l'intervention des choës sur le contour du trou de la plaque tubulaire.

Les instruments de pesage pour les bagages munis d'un appareil contrôleur (2), indiquant le poids sur un cadran, permettant aux voyageurs de vérifier l'enregistrement fait sur leur bulletin.

(1) Voir la description et les croquis de l'appareil *Brisse* dans le 4^e article de M. G. Richard « *Notes sur les locomotives* », N^o de Février 1880, p. 131.

(2) Voir dans le N^o de Juillet 1880, p. 70, la *Note sur les bascules à peser les bagages et les colis de messagerie, munies de la romaine automatique et du cadran indicateur système Dujour.* (N^{es} d. C. d. R.)

On peut énumérer encore les appareils pour les signaux, les gares ou les voitures. Les appareils pour la fabrication et le contrôle des billets de chemins de fer (1), l'horlogerie, les pompes à incendie, les indicateurs électriques de niveau d'eau, les machines pour déterminer le pouvoir lubrifiant des corps gras, les appareils de contrôle de la marche des trains, les appareils de contrôle de travail du train, enfin les appareils de recherches scientifiques (laboratoires, wagon d'expériences de la Compagnie de l'Est (2)).

Nous nous arrêterons cependant un peu avec M. Jacquemin sur les appareils de contrôle qui ont été l'objet de la préoccupation des Compagnies de chemins de fer dans tous les pays où ils ont atteint quelque développement.

Les appareils de contrôle peuvent se diviser en deux catégories : 1° les contrôleurs portés par le train, et 2° les contrôleurs à poste fixe sur la voie.

1° Appareils contrôleurs-circulant avec le train.

M. Jacquemin cite comme très pratique le contrôleur automatique de MM. Guebhard et Tronchon. Son principe repose sur la propriété des crayons ou stylets, de ne laisser de traces visibles sur un papier lisse qui se déroule sous leur pointe que lorsque l'appareil est soumis aux vibrations du véhicule en mouvement qui le porte. Le mécanisme est renfermé dans une boîte légère sans communication avec les organes des véhicules.

Le contrôleur Brunot ne diffère pas sensiblement du précédent, le crayon, au lieu de marquer par ses vibrations propres, est sollicité par un pendule vibrant. Cet appareil de contrôle a été décrit dans la *Revue générale des Chemins de fer* (3) ainsi que le tachimètre Napoli.

Le contrôleur de vitesse Stroudley (4) repose sur le principe suivant : deux tubes verticaux pleins de liquide communiquent à leur partie supérieure, l'un a un réservoir fermé, l'autre a un tube de verre où se lit le niveau. A leur partie inférieure, ils se rendent, le premier, au centre d'une roue à palettes plongée dans le liquide, le second à la périphérie de la boîte qui le renferme. Lorsque la roue à palettes est mise en mouvement, le liquide monte dans le tube et se maintient à un niveau qui dépend de la vitesse.

On trouvait encore à l'Exposition le chronotachigraphe de M. Ferrero, le kinopausigraphe de M. Graftiaux et le contrôleur Kromer-Hipp. Ces appareils offrent des solutions élégantes, mais leur usage soulève en pratique quelques objections, soit qu'ils exigent la préparation spéciale du véhicule où ils doivent être appliqués, soit que les organes de transmission puissent eux-mêmes introduire des erreurs dans les relevés devant servir à faire connaître la marche des trains.

2° Appareils de contrôle de la marche des trains placés à poste fixe sur la voie.

Plusieurs appareils figuraient à l'Exposition, celui de MM. Delebecque et Banderali, enregistre électriquement le passage sur des contacts métalliques isolés posés sur la voie. La locomotive, munie d'une brosse métallique, établit le courant lorsqu'elle franchit ces contacts, et ce courant

(1) Voir dans le N° de Décembre 1880, p. 477 et Pl. XXXVI, l'article de M. Cossmann sur la *Fabrication mécanique des billets de chemin de fer*.

(2) Le wagon d'expériences de la Compagnie de l'Est a été décrit par M. Napoli, dans le N° de Novembre 1878 de la *Revue générale*, p. 285, Pl. XXI à XXIII.

(3) Voir le *Contrôleur Brunot* dans la *Chronique* de Novembre 1878, p. 352, et le *Tachimètre Napoli* dans la *Chronique* d'Août 1878, p. 122.

(4) Voir le *Contrôleur de vitesse Stroudley* dans la *Chronique* de Juin 1879, p. 533. (N^{es} d. C. d. R.)

vient forcer un style à marquer un point sur un cylindre enregistreur qui est animé par un mouvement d'horlogerie circulant avec le train, un second style enregistre le temps en minutes.

Les appareils de M. Le Boulengé (1) sont mécaniques. Dans le premier, le train passe sur deux pédales distantes de 50 mètres, le choc sur la première produit le déclenchement d'un poids qui fait tourner un disque dont le mouvement est arrêté par le choc sur la seconde pédale. L'angle dont le disque a tourné indique au machiniste la vitesse de son train. Dans le second, une pédale retient un pendule susceptible de battre la seconde. Lorsque, par suite du passage sur la pédale, le pendule est abandonné à lui-même, il rencontre à l'extrémité de sa course un déclat retenant un pétard; la distance du pétard à la pédale est calculée de manière à ce que par l'action du pendule, le pétard soit retiré de la voie si le train n'est pas animé d'une vitesse supérieure à la vitesse réglementaire.

Le railway protecteur de M. Hackon Brunius fournit l'indication télégraphique des positions successives d'un train sur la voie et les enregistre à la station de départ sur une bande de papier mue par un ressort d'horlogerie.

3^e Appareil mesurant le travail du train.

Le chemin de fer Archiduc-Albert exposait l'appareil Killicher pour mesurer le travail moteur des locomotives, le crochet d'attelage porte une boîte dans laquelle l'effort de traction est mesuré par un ressort à boudin à course réduite par des leviers. Le ressort avance ou recule une molette appuyée sur un plateau circulaire mis en mouvement par une prise sur l'essieu du tender, la molette agit sur un compteur à chiffres apparents à l'extérieur.

M. Jacqmin estime que tous les appareils que nous venons de passer en revue témoignent d'efforts considérables, mais ne résolvent pas le problème général par un instrument vraiment pratique et ne présentant pas de dispositions devant amener des résultats erronés, et il doute qu'aucun chef de service de chemins de fer consente à rendre ses agents responsables de faits qui peuvent n'être que la conséquence d'indications erronées des appareils du contrôle.

Nous n'ajouterons pas aux notes déjà longues prises dans le travail de M. Jacqmin la description du wagon d'expériences exposé par la Compagnie de l'Est. Cette description ayant déjà été donnée dans le Numéro de Novembre 1878, de la *Revue générale des Chemins de fer*.

M. Jacqmin termine son Rapport par quelques tableaux statistiques (2) permettant, pour les différents États, de comparer pour la période de 1866 à 1878, les accroissements du nombre de kilomètres concédés ou exploités et du nombre des locomotives, des voitures et des wagons. Ces tableaux viennent compléter, en nous donnant une mesure de l'activité de l'industrie du monde entier pendant ces dernières années, l'examen si méthodiquement présenté des progrès réalisés dans l'étude du matériel de transport et des solutions proposées pour résoudre les problèmes auxquels donnent naissance la nécessité de joindre l'économie au confortable, à la rapidité et à la sécurité.

(1) Voir la Note sur les appareils tachymétriques de M. Le Boulengé, donnée par M. Cossmann dans le N^o d'Avril 1879 de la *Revue générale*, p. 289, Pl. XIV.

(2) L'un de ces tableaux donnant la *Longueur des Chemins de fer exploités dans le monde entier de cinq ans en cinq ans, depuis 1825 jusqu'en 1876*, a été publié dans la *Chronique* de Juillet 1879 de la *Revue générale des Chemins de fer*, p. 76.