

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) (1)

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.

M. Jacqmin, l'éminent Directeur du chemin de fer de l'Est, membre du Jury de l'Exposition Universelle de 1878 et rapporteur du Jury des Récompenses de la Classe 64, Groupe VI, a publié son rapport. L'extrême compétence de M. Jacqmin, en tout ce qui concerne les chemins de fer, nous a fait penser qu'il serait intéressant de voir rappeler dans cette *Revue* les opinions qu'il a exprimées sur le matériel soumis à son examen.

Le matériel des chemins de fer a-t-il été, depuis l'Exposition Universelle de 1867, l'objet d'améliorations importantes, recherchées et réalisées en vue d'augmenter soit la sécurité et le bien-être des voyageurs, soit la puissance des moyens de traction? Telle est la question que se pose

(1) Ce Jury des Récompenses se composait de :

MM. COUCHE, <i>Président</i> , Inspecteur-général des Mines.	France.
Le capitaine DOUGLAS-GALTON, R. E., C. B. F. R. S., <i>Vice-Président</i>	Angleterre.
JACQMIN, <i>Rapporteur</i> , Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, Directeur des chemins de fer de l'Est, Membre du Comité d'admission à l'Exposition Universelle de 1878.	France.
DELAPLAIN (R.-M.).....	Etats-Unis.
ALMGREN (A.), Ingénieur en chef du service du trafic aux chemins de fer de l'Etat...	Suède et Norwège.
HORNBOSTEL (C.), Directeur du matériel de la Kaiserin-Elisabeth-Bahn, à Vienne...	Autriche-Hongrie.
DE SZENT-GYORGYI (A.), Ingénieur en chef de la Société des chemins de fer de l'Etat, à Buda-Pesth.....	Autriche-Hongrie.
BELPAIRE, Administrateur des chemins de fer de l'Etat, Membre de la Commission belge.....	Belgique.
DELAITRE, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, Directeur de la Cie des chemins de fer de l'Ouest.....	France.
SOLACROUP, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, Directeur de la Cie d'Orléans.....	France.
MANTION, Ingénieur en chef des travaux et de la surveillance à la Cie des chemins de fer du Nord, Professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, Membre du Comité d'admission à l'Exposition Universelle de 1878.....	France.
MARIÉ, Ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Cie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, Membre du Comité d'admission à l'Exposition Universelle de 1878.....	France.
MATHIEU, Ingénieur en chef des chemins de fer du Midi.....	France.
BANDERALI, <i>Suppléant</i> , Ingénieur, Inspecteur du service central du matériel et de la traction au chemin de fer du Nord, Membre des Comités d'admission et d'installation à l'Exposition Universelle de 1878.....	France.
OLLIVIER (A.), <i>Suppléant</i> , Ingénieur civil, Membre des Comités d'admission et d'installation à l'Exposition Universelle de 1878.....	France.

M. Jacqmin à la tête de son travail et c'est surtout dans les considérations, se rattachant à cette étude, que nous avons cherché à le suivre.

Ce qui frappe tout d'abord, quand on compare le matériel exposé en 1878 à celui que nous avons pu voir en 1867, c'est la substitution de l'acier au fer pour les rails, l'application de la connexion des aiguilles et des signaux, l'emploi des appareils électriques en vue d'accroître la sécurité de la circulation, l'augmentation de la puissance des locomotives, le chauffage des voitures de toutes classes, l'établissement des freins continus à la disposition du mécanicien, et si on n'est pas arrivé à une solution unique et indiscutable pour chacune des questions étudiées, la recherche du progrès ardemment poursuivie a permis de réaliser des améliorations considérables dans le matériel des chemins de fer. A côté de ce matériel se place celui d'une industrie nouvelle, celle des tramways dont le nom fut à peine prononcé dans les expositions antérieures, et qui, aujourd'hui, prend une importance considérable dans l'industrie des transports. Nous trouvons de plus, dans la classe 64, plusieurs types de locomotives à petite voie, destinées aux transports intérieurs dans les mines, dans les usines ou sur les routes et dont les services sont indispensables pour le transport des pièces très lourdes et économiques sur les lignes à faible trafic. Deux grandes divisions se présentent donc dans le rapport de M. Jacqmin :

1^o *Chemins de fer à voie normale;*

2^o *Chemins de fer à voie étroite, tramways, machines routières et objets divers;*

et, dans chacune de ces divisions, il examine les voies et le matériel fixe, les locomotives et les appareils de traction, les voitures et les wagons.

PREMIÈRE PARTIE.

CHEMINS DE FER A VOIE NORMALE.

CHAPITRE PREMIER.

VOIE ET MATÉRIEL FIXE, SIGNAUX.

§ 1^{er}. — **Rails et Traverses.**

En 1867, le Jury de l'Exposition Universelle signalait les essais tentés depuis dix ou douze ans pour substituer l'acier au fer, d'abord dans les changements et croisements de voie, puis dans la fabrication des rails destinés aux sections sur lesquelles circulaient un grand nombre de trains, et on estimait que l'intérêt du renouvellement des voies en acier ne s'étendrait pas en France à plus de 2.000 ou 3.000 kilomètres de voie simple; mais l'abaissement du prix du métal Bessemer ou Martin a permis une augmentation considérable de la consommation des rails d'acier (1), et tandis que, en 1866, cette consommation n'était que de 10.790 tonnes, elle montait à 130.682 tonnes en 1876. Du reste, pour les rails, il n'y a plus à discuter aujourd'hui sur les avantages comparatifs du fer et de l'acier et les usines françaises et étrangères ont construit des machines dont la production atteint des limites que personne ne pouvait prévoir. On a pu admirer à l'Exposition des rails

(1) Les tableaux donnant les relevés des consommations de rails faites par chacun des principaux chemins de fer français pendant les années 1876 à 1879, ont été publiés dans les numéros suivants de la *Revue* :

Pour 1876 et 1877, voir la *Chronique* de Juillet 1878, p. 69. En 1877, le poids des rails d'acier consommés a été de 137.149 tonnes.

Id. 1878, voir la *Chronique* de Février 1879, p. 150, le poids des rails en acier consommés a été de 196.240 tonnes.

Id. 1879, id. *Chronique* de Juillet 1879, p. 92, id. id. id. 202.435 tonnes.

(Note de la Rédaction).

de plus de 50 mètres de longueur. Néanmoins, si le laminage en barres de grande longueur est économique, puisqu'en y découpant plusieurs rails on réduit le déchet de laminage, M. Jacquemin pense qu'on ne saurait se permettre d'excéder certaines longueurs pour les rails, 8 à 9 mètres par exemple, les barres devenant trop lourdes et difficiles à manier, le jeu réservé à la dilatation devenant trop considérable et le cintrage devenant nécessaire dans les courbes.

La qualité du métal est importante ; si on veut un rail durable, l'acier doit être dur et son poids ne doit pas être trop réduit cependant. Les Compagnies de chemins de fer ont adopté des poids différents (1) : le rail du Nord et de l'Est pèse 30 kilogrammes, celui de Lyon 38 kilog. 400 pour la voie de Paris à Marseille. La question du poids de la voie est, du reste, liée à celle de l'espacement des traverses ; cet espacement est de 0^m,80 sur le Nord et l'Est français.

A côté des rails se place le matériel nécessaire à la pose de la voie.

La Compagnie de l'Est avait exposé une machine à entailler et percer les traverses qui fait ce travail avec une grande précision.

M. Bopp-du-Pont avait exposé des semelles en feutre goudronné destinées à être interposées entre le rail et la traverse et qu'il présentait comme devant donner à la voie plus d'élasticité. L'usage de ces semelles protège le rail contre l'oxydation.

L'avantage que présente l'éclissage des rails n'est plus aujourd'hui mis en doute. On peut ainsi supprimer la traverse de joint. Pour les rails à double champignon, cette pratique est générale ; pour les rails Vignoles, la Compagnie du Nord a conservé le joint sur traverse.

Pour arrêter le glissement des rails sur les voies à fortes pentes, on avait présenté plusieurs dispositions fondées sur l'amarrage du rail à la traverse contre-joint, soit au moyen de tirefonds s'engageant dans les encoches des patins du rail, soit au moyen d'éclisses spéciales venant buter contre la traverse contre-joint.

La conservation des traverses a été l'objet d'études suivies. C'est toujours au moyen des injections de substances spéciales qu'on cherche à prolonger leur durée. Les Compagnies de l'Ouest et du Midi avaient exposé des poteaux télégraphiques et des traverses injectés avec le sulfate de cuivre et l'huile lourde de goudron ; la Compagnie de l'Est injecte avec de la créosote, même le bois de chêne.

L'Exposition témoignait des efforts faits pour remplacer les traverses en bois par des traverses métalliques ; de nombreux modèles y étaient présentés (2), mais aucun n'a encore donné la solution définitive ; ou la stabilité de la voie n'est pas assurée, ou les dimensions à donner portent les systèmes admissibles à des prix qui en rendent l'emploi à peu près impossible. Aussi a-t-on examiné avec grand intérêt les trois voies sur longrines qui étaient exposées, espérant trouver là une solution que la traverse métallique n'a pas encore donnée. La voie Hilf (3) paraît insuffisamment entretoisée, défaut qui a été évité dans la voie Hohenegger qui, du reste, dérive de la précédente. La voie Serres-Battig (2) est composée des mêmes éléments que l'ancienne voie Barlow, mais ces éléments sont réunis transversalement d'une façon nouvelle ; l'effort exercé par le poids du train se transmet à des entretoises en fer laminé qui traversent les ailes et obligent celles-ci à serrer le rail, de sorte que plus l'effort vertical est grand, plus le serrage est énergique.

(1) Voir dans le N^o de Juillet 1879, p. 37 et Pl. XII, l'article de M. Lecocq, sur l'*Etat actuel de la pose de la voie dans les six grandes Compagnies des chemins de fer français*. (N. d. I. R.)

(2) Voir les deux articles suivants, publiés par M. Mercadier, sur « *La voie ferrée à l'Exposition de 1878* » :

1^o 1^{re} Partie : Traverses mixtes et traverses métalliques, N^o d'Octobre 1878, p. 192, Pl. XVI à XIX.

2^o Partie : Longrines et plateaux métalliques, N^o de Janvier 1879, p. 3, Pl. I à IV.

(3) Voir dans le N^o de Juin 1880, p. 429, l'article de M. Bernard, sur les *Résultats des essais faits en Belgique sur les voies métalliques, systèmes Hilf et de Serres et Battig*. (N. d. I. R.)

§ 2. — **Appareils pour passer d'une voie sur l'autre. Changements, plaques tournantes, chariots transbordeurs.**

L'Exposition présentait peu de types de changements de voie et c'était surtout dans la qualité des matières employées pour les construire qu'étaient réalisés les progrès. Les croisements de voie étaient, soit en acier fondu, martelé et façonné à la machine-outil (Ouest), soit en fonte trempée et durcie (Autriche et Suède), soit composés de rails d'acier assemblés (Est).

L'Ouest français exposait aussi une traversée à aiguilles.

Pour les plaques-tournantes les progrès consistaient surtout dans l'accroissement des dimensions. La Compagnie de l'Ouest présentait pour les plaques-tournantes destinées à recevoir des locomotives un modèle supprimant la fondation du pivot et la maçonnerie circulaire ; la première était remplacée par un plateau en fonte, et la seconde par un cuvelage en fonte analogue à celui des petites plaques.

Sur bien des points les plaques-tournantes sont remplacées par des chariots roulants. La Compagnie de l'Ouest avait exposé un modèle de chariot transbordeur à vapeur, qui différait de ceux appliqués par la Compagnie de l'Est, à Petit-Croix, par l'indépendance du moteur à vapeur et du chariot, ce qui ne paraît pas avoir une grande utilité.

§ 3. — **Ponts à bascule, grues, barrières, heurtoirs.**

Dans ces appareils, on peut signaler un double progrès : d'une part, la substitution du fer au bois, et, d'autre part, pour les ponts à bascule et les grues, la suppression des maçonneries de fondation et leur remplacement par un cuvelage en fonte qu'on pose sur du ballast.

La Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée avait exposé un pont à bascule à cuve en fonte qui réalise une amélioration notable. Tant que le pont repose sur ses couteaux, l'accès du pont lui-même est fermé par des verrous solidaires qui commandent le jeu des couteaux, il faut que le pont soit calé pour qu'un wagon puisse y être amené.

La Compagnie du Midi avait fait des vieux rails un emploi judicieux dans un heurtoir qui paraissait très-solide.

§ 4. — **Signaux.**

Plusieurs types de signaux avaient été exposés, qui permettaient de constater la tendance des Compagnies à abandonner le signal d'arrêt à distance pour le remplacer par un disque franchissable doublé d'un signal d'arrêt absolu très rapproché de l'obstacle. Plusieurs Compagnies ont, du reste, remplacé le disque par le sémaphore dont les indications sont plus nettes. Rien de remarquable n'était à noter dans les perfectionnements apportés pour la manœuvre à grande distance de ces disques ou sémaphores. La construction des mâts avait été améliorée dans quelques types (Ouest) par un usage judicieux et économique du fer.

Deux signaux à pédale étaient aussi exposés : le train en passant appuie sur la pédale et met le disque à l'arrêt. Ce système a été utilisé par la Compagnie de l'Est pour couvrir les trains s'engageant dans quelques souterrains ; mais, ce qui attirait surtout l'attention, c'étaient les systèmes de conjugaison des signaux avec les changements de voie. MM. Saxby et Farmer avaient exposé leurs appareils d'enclenchement auxquels était ajouté un perfectionnement faisant disparaître la possibilité de tout enclenchement imparfait. Ils exposaient aussi la serrure Annett, l'*interlocking system* des Anglais.

La Compagnie de l'Ouest montrait aussi les perfectionnements qu'elle a apportés à l'appareil Vignier dont la Compagnie du Midi a fait une application très simple en adoptant une disposition dans laquelle les deux leviers des disques, défendant une station en voie unique, s'enclenchent mutuellement de manière que ces disques ne puissent être ouverts simultanément.

§ 5. — **Emploi de l'électricité dans les chemins de fer.**

M. Jacquemin groupe de la manière suivante les appareils électriques qui étaient exposés dans la classe 64 :

- I. *Appareils de contrôle ;*
- II. *Appareils de communication dans les trains ;*
- III. *Appareils pour la communication des trains en marche ;*
- IV. *Signaux mus par l'électricité ;*
- V. *Appareils divers.*

I. Les appareils de contrôle consistaient en sonneries mises en action par le mouvement des signaux avancés comme au chemin de fer du Midi, ou par le mouvement des aiguilles, comme dans le système Lartigue et prévenant que le signal ou l'aiguille se trouve dans sa position régulière.

II. Le seul appareil exposé, réalisant la communication des voyageurs avec les agents des trains, était l'appareil Prud'homme, qui a été muni de quelques additions, dont le but est de signaler le point d'où est parti l'appel et de permettre la vérification du fonctionnement de l'appareil.

III. Plusieurs appareils cherchant à réaliser la communication des trains en marche, soit entre eux, soit avec les stations avaient été exposés, mais jusqu'ici le problème a présenté tant de difficultés qu'on a renoncé même à établir une communication entre les gares et les trains arrêtés.

IV. L'électricité produit des efforts peu considérables, mais au moyen d'artifices, on peut lui faire déclencher des poids et des mécanismes, et on arrive ainsi à mettre en jeu à distance des forces que l'on utilise et qu'on restitue ensuite en employant soit le bras de l'homme, soit le mécanisme lui-même. C'est sur ce principe que sont fondés les mouvements appliqués aux appareils de signaux.

L'application de l'électricité au mouvement des disques a été généralement abandonnée en France; elle est, au contraire, en faveur en Autriche pour les disques manœuvrés à grande distance. L'Exposition présentait, dans la section autrichienne, le système de M. Langée, et, dans la section hongroise, celui de M. Cajetan-Banovicz (1).

Le mode d'exploitation désigné sous le nom de Block-system, ayant pour but de substituer dans l'espace des trains la distance au temps, s'appuie sur des signaux et appareils spéciaux.

Ceux qui ont été imaginés jusqu'à présent, peuvent se diviser en trois groupes :

1^o Systèmes dans lesquels l'appareil électrique donne des indications que l'on répète aux mécaniciens au moyen d'appareils de signaux à vue entièrement séparés et distincts (systèmes Tyer, Preece primitif et dérivés, système Regnault). Ces appareils sont anciens; il n'en avait été présenté aucun à l'Exposition de 1878.

2^o Systèmes dans lesquels l'appareil électrique est solidarisé avec l'appareil à vue, de telle sorte qu'on ne puisse manœuvrer l'un que lorsque l'autre est dans une position déterminée, tels que l'appareil de M. Tyer, type modifié, dans lequel les indications sont fournies sur un cadran où est représenté un sémaphore en miniature, et le type très remarquable de MM. Siemens et Halske qui ne figurait pas à l'Exposition. De plus, les signaux électriques ne peuvent être échangés que dans certaines positions des signaux à vue et réciproquement. Les appareils de M. Tyer étaient annexés au remarquable système de changement de voie à enclenchements réciproques de MM. Saxby et Farmer (2). *L'electric-slot and lock-signal* de MM. Tyer et Farmer figurait aussi à l'Exposition.

(1) Voir dans le N^o de Décembre 1879, p. 483, Pl. XLVII, l'article de M. Cossmann, sur « *L'emploi de l'électricité pour la manœuvre des signaux à distance* ». (N. d. I. R.)

(2) Voir dans le N^o de Juillet 1880, p. 3, Pl. I à VIII, l'Étude publiée par M. Cossmann, sur la « *Concentration et l'enclenchement des leviers des aiguilles et signaux manœuvrés à distance* ». (N. d. I. R.)

3° Systèmes dans lesquels le signal électrique est réuni au signal à vue, tous deux alors actionnés par une même manœuvre. Tels sont les électro-sémaphores de MM. Lartigue, Tesse et Prud'homme qui étaient exposés par la Compagnie du Nord. La manœuvre des ailes du sémaphore est faite par la manivelle des appareils électriques eux-mêmes, mais la mise et le maintien à l'arrêt des signaux de sécurité sont complètement indépendants de l'électricité, qui n'est employée que pour l'effacement de ces signaux. Toutes les opérations sont faites par une seule manœuvre, et des verrous d'enclenchement ne permettent pas à l'agent d'effacer ou de modifier les signaux de son propre poste, de faire de fausses manœuvres ou d'omettre celles qui sont nécessaires. Un accusé de réception de tout signal produit au poste correspondant est fourni à l'agent qui l'a envoyé par un coup de timbre et l'apparition d'un voyant.

Les appareils que nous venons d'énumérer mettent en jeu des signaux destinés à frapper les yeux. Un autre ensemble de signaux reposant sur le jeu de sonneries ou de sifflets figurait aussi à l'Exposition; c'étaient les sonneries d'annonce, les sonneries de passages à niveau, le sifflet électromoteur de M. Digney.

Sonneries d'annonce. — Sur les chemins de fer de l'Allemagne, de l'Autriche, de la Haute-Italie, et sur les réseaux français du Nord et de Lyon, on emploie de grosses sonneries, mues par un courant électrique pour prévenir les gardes de passages à niveau de la marche des trains. Le Nord a exposé les sonneries d'annonce de M. Vérité, et la section autrichienne, les sonneries Léopolder qui sont aussi adoptées par le chemin de fer de Lyon (1).

Pédales de passage à niveau. — Ce sont des bascules fixées parallèlement au rail et que le boudin des roues des véhicules fait incliner au passage. Un commutateur à mercure, système Lartigue, établit le circuit momentané d'une pile à travers les bobines d'une sonnerie placée au passage à niveau et disposée de façon à tinter jusqu'au moment où, en appuyant sur une manette, le garde en interrompt le fonctionnement.

Sifflet électromoteur Crocodile. — La valve du sifflet électromoteur de MM. Digney est manœuvrée par un levier que retient en repos au électro-aimant Hugues. Ce sifflet à vapeur, installé sur la locomotive, est relié par un câble isolé à une brosse métallique placée derrière le foyer à quelques centimètres plus haut que les rails. Dans l'axe de la voie, une poutre garnie d'une armature métallique est installée sur les traverses et peut être frottée énergiquement par les brins de la brosse. Ce contact est relié par un fil au pôle positif d'une pile disposée auprès du disque. Le commutateur manœuvré par l'arbre de ce disque établit ou interrompt la communication du pôle négatif de la pile avec la terre. Lorsque cette relation est établie, ce qui a lieu lorsque le signal est tourné à l'arrêt, le crocodile envoie dans la brosse et par suite dans les bobines de l'électro-aimant Hugues un courant positif très court qui déclenche l'appareil et provoque l'ouverture de la valve du sifflet que le mécanicien referme à la main en replaçant l'électro-aimant au contact.

V. En dehors des objets groupés dans les quatre divisions précédentes, figuraient divers appareils fonctionnant sous l'influence de l'électricité, tels que des appareils de frein dont il sera parlé plus loin, le tachymètre électrique de MM. Delebecque et Bandérali, destiné à constater le moment de passage des trains vis-à-vis de points déterminés, la sonnerie d'urgence de MM. Tesse et Lartigue, les indicateurs électriques des cuves à eau, la machine de M. Gramme pouvant servir à l'éclairage des locomotives, des gares, ou à la mise en action des freins.

(A continuer.)

(1) Voir dans le N° de Novembre 1879, p. 427, Pl. XXXVII, l'article de M. Jousselin, sur l'Application des signaux électriques à cloches, système Léopolder, sur les chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.