

L A V O I E F E R R É E

Sa constitution • Son entretien • Son évolution

par M. C. Lemaire, Ingénieur A. I. G., Directeur du Service de la Vole de la S. N. C. F. B.

A. — CONSTITUTION. — HISTORIQUE.

Une voie ferrée comporte trois éléments essentiels :

- 1° Les rails en acier, d'un profil plus ou moins compliqué, rappelant celui d'un double T reposant sur
- 2° Le ballast, en couche plus ou moins épaisse, servant de lit de pose et répartissant uniformément les charges portées par la voie, sur le terrain naturel, par l'intermédiaire
- 3° de supports et d'attaches.

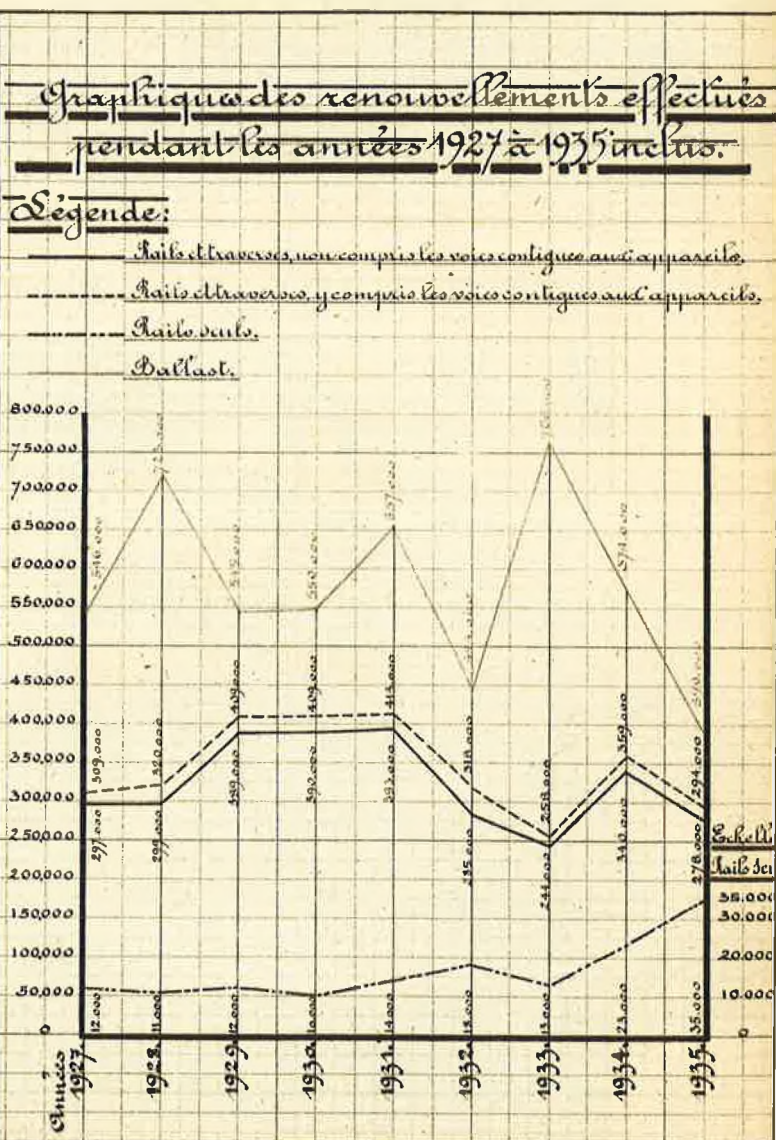
Ces trois éléments fondamentaux, les rails, le ballast et les supports avec leurs attaches, n'ont pas évolué d'une manière profonde depuis cent ans. On pourra s'en rendre compte par la petite « Rétrospective » de la voie ferrée, organisée à l'Exposition de Bruxelles, de 1935, par la Société Nationale des Chemins de fer belges. On y verra, en effet, dans l'ordre chronologique :

- 1835 : rail ondulé, de 18 kg. par mètre courant, de 4^m57 de longueur, posé sur dés en pierre;
- 1838 : rail parallèle en fer, de 27 kg. par mètre courant, de 5^m10 de longueur, posé sur 6 traverses;
- 1840 : rail à bourrelets inégaux, en fer, de 34 kg. par mètre courant, de 5^m10 de longueur, sur 6 traverses;
- 1848 : rail à bourrelets symétriques, en fer, de 38 kg. par mètre courant, de 6 m. de longueur, sur 6 traverses;
- 1856 : rail Vignole en fer, 38 kg., 6 m. de longueur, sur 7 traverses;
- 1864 : rail Vignole en acier Bessemer, 38 kg., 9 m. de longueur, sur 10 traverses;
- 1876 : rail Hilt, en acier Bessemer, 29 kg., 9 m. de longueur, sur longrines en fer;
- 1888 : rail Goliath, en acier Bessemer, 52 kg., de 9 m. de longueur, sur 12 traverses;
- 1898 : rail Vignole, en acier Thomas, 40 kg., 650, de 12 m. de longueur, sur 16 traverses;
- 1907 : rail Vignole, en acier Thomas, 57 kg., de 18 m. de longueur, sur 24 traverses;
- 1910 : rail Vignole, en acier Thomas, 50 kg., de 18 m. de longueur, sur 25 traverses;
- 1935 : voie en rails Vignole de 50 kg., en acier Thomas au silicium (A.T.S.), de 27 m. de longueur, sur 45 traverses;
- 1935 : la même voie sur traverses métalliques du type « Angleur-Aihus » et du type « Ougrée ».

On voit donc que le poids du rail n'a cessé d'augmenter : de 18 kg. qu'il était à l'origine, il a atteint 57 kg., record mondial, possédé pendant un certain temps par la Belgique. Aujourd'hui, nous nous sommes arrêtés à un profil « Standard » de 50 kg. au mètre courant ; sa longueur normale atteint 18 mètres ; chaque année cependant, les aciéries belgo-luxembour-

geoises nous fournissent un certain pourcentage de barres de 27 m., voire de 36 m. de longueur.

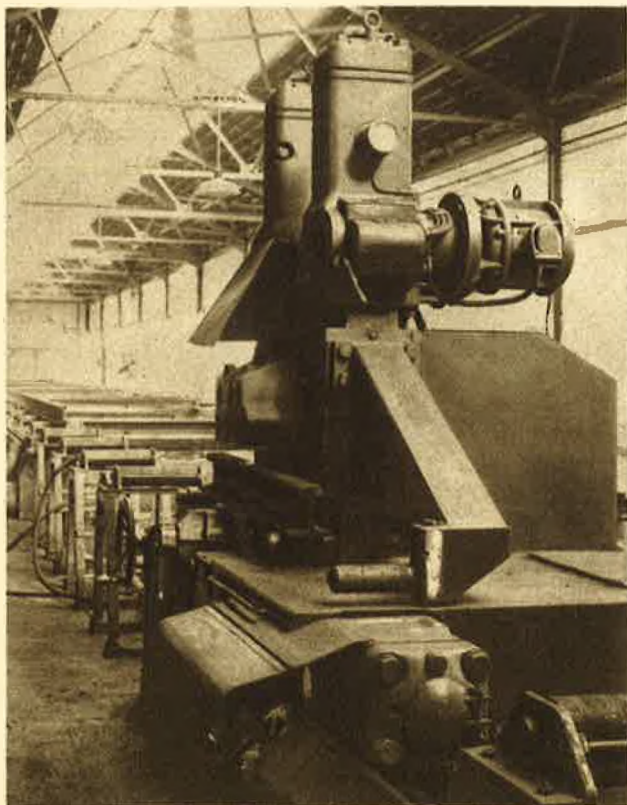
Devant les avantages d'un nombre minimum de joints et devant les progrès de la soudure des rails, la longueur normale atteindra, pensons-nous, 36 mètres assez rapidement.





Voie en rails, 50 kgr., avec selles à crochets soudées et cales.

Spoor met riggels van 50 kgr., met gelaschte kaakzadels en belegstukken.



Appareil à souder les rails.

Toestel om de riggels aan een te lassen.



Voie en rails, 50 kgr., avec plaques à crochets et cales sur traverses en bois.

Spoor met riggels van 50 kgr., met haakplaten en belegstukken op houten liggers.

LE RAIL. — Le laminage d'un rail pour chemin de fer présente des difficultés pratiques. Ce rail est constitué, en effet, d'acier dur; il offre une section transversale trapue et exige une répartition dissymétrique de la matière par rapport à son axe neutre. D'autre part, ses qualités, son profil et son parachèvement doivent répondre à des conditions rigoureuses et plus sévères que celles généralement admises pour les profilés commerciaux, en acier doux, ordinaire.

L'acier de nos rails est obtenu, en général, au convertisseur Bessemer, à revêtement basique, suivant le procédé Thomas. Il permet de traiter des minerais phosphoreux, pauvres, que l'on rencontre en gisements abondants dans le Grand-Duché de Luxembourg et en Lorraine. Cet acier contient une addition de silicium, qui n'est pas inférieure à 0,12 pour cent.

Après sa fabrication, ce rail est soumis à de nombreux essais: à la traction, au choc, de dureté Brinell; essais macrographiques et micrographiques, etc... La résistance à la rupture des éprouvettes de traction est comprise entre 68 et 78 kg., par millimètre carré. Certains traitements thermiques renforcent encore ces qualités.

Ces conditions nombreuses et sévères montrent toute l'importance que l'on attache au facteur « sécurité » en matière de chemin de fer. Elles justifient aussi le prix relativement élevé d'un rail, soit environ 1.000 francs la tonne.

LE BALLAST. — Les lignes importantes du service pour trains de voyageurs, se compose d'éléments triés et calibrés de 4 à 6 cm. de côté, provenant de roches de porphyre, de quartzite, de grès ou de calcaire, ou de laitier concassé des hauts fourneaux. C'est dire l'importance primordiale que nous attribuons au ballast; nous exigeons un produit de premier choix, afin d'assurer à la voie une assiette homogène, perméable, régulière, résistante et constituant un matelas élastique entre la voie proprement dite et le terrain naturel.

La fourniture de ballast a atteint, depuis une dizaine d'années,

un volume moyen, annuel, de 300.000 à 400.000 mètres cubes d'une valeur totale — fourniture et mise en œuvre comprises — de l'ordre de 15 à 20 millions de francs. La livraison se fait par voie d'adjudications publiques; la vérification de la qualité du ballast se fait par une série d'essais de calibrage — au moyen d'un crible — et de résistance au choc.

LES TRAVERSES sont généralement en chêne ou en hêtre; quelques fournitures en bois exotiques ont toutefois été faites. La production belgo-luxembourgeoise, annuelle, atteint 100.000 traverses environ; il en résulte que la majorité des traverses nécessaires au réseau, provient de l'étranger. Toutefois, les progrès réalisés depuis quelques années en matière de soudure électrique, ont permis de revenir aux traverses métalliques, suivant en cela l'exemple des pays à industrie métallurgique développée.

Depuis cinq à six ans, la Société Nationale a posé, chaque année, un certain nombre de kilomètres de voies sur traverses en acier, de deux types différents, simples et robustes. Un système breveté par la Société Anonyme d'Ougrée-Marihaye comporte une table en forme d'auge renversée, pourvue de selles d'acier, soudées électriquement, à nervures, emprisonnant le patin du rail par l'intermédiaire de cales ou de clavettes, chassées sur refus entre les nervures de la selle et le patin.

Les traverses du second système, fabriquées par la Société d'Angleur-Athus (à Tilleur-lez-Liège), sont également sans trous, avec selles soudées, à nervures, servant d'appui au patin des rails. L'attache de ceux-ci se réalise au moyen de crapauds en forme de U, fixés par boulons, dont les têtes élargies s'engagent dans des mortaises pratiquées dans les nervures des selles. Les nervures, entre lesquelles le patin des rails est emprisonné, s'opposent efficacement au dérèglement de la voie. L'usure de la table est très réduite par le parfait assemblage, sans jeu, des rails aux traverses de ces deux types.

Pour obtenir de meilleurs joints, les extrémités des rails assemblés s'appuient, dans le type Angleur-Athus, sur des traverses doubles dont le bourrage est plus difficile, mais se réalise convenablement au moyen du « soufflage mesuré » du ballast.

Le système à selles soudées, pourvues de nervures, entre lesquelles le patin du rail est emprisonné, ne permet aucun réglage de l'écartement. Comme celui-ci augmenté au fur et

à mesure que le rayon des courbes diminue, les surécartements s'obtiennent par la mise en œuvre de traverses de plusieurs modèles, à écartement variable des selles soudées sur chaque traverse.

LA REALISATION DE LA VOIE MODERNE.

Nous venons d'indiquer très rapidement quels sont les éléments constitutifs de la voie ferrée; ces éléments sont de première qualité dans la voie importante; ils sont choisis avec les plus grands soins et, avant d'être mis en œuvre, ils font l'objet d'une sélection et d'essais particulièrement sévères.

Avec ces parties organiques assez nombreuses, il s'agit maintenant de constituer une voie solide, résistante, offrant une sécurité parfaite, malgré les causes de destruction et d'avaries nombreuses et continues, provenant des agents atmosphériques, du sol et des trains eux-mêmes.

D'innombrables types de voie ont vu le jour, depuis un siècle, mais ils se ramènent actuellement à quelques solutions simples, grâce aux progrès réalisés en métallurgie, en mécanique, en soudure aluminothermique et électrique, dans le traitement thermique des aciers plus ou moins spéciaux, dans les progrès réalisés dans l'entretien et dans le renouvellement de la voie. La voie-standard, en rails de 50 kg. le mètre courant, de la Société Nationale des Chemins de fer belges, compte, pensons-nous, actuellement parmi les plus simples, les plus rationnelles et les plus résistantes du réseau ferré du monde entier. Elle comprend des tronçons de longueur normale de 18 mètres, ainsi que nous l'avons dit plus haut, posés sur 31 traverses en bois de chêne ou de hêtre (cette longueur normale atteindra sous peu 36 mètres et par soudure on posera des tronçons allant jusqu'à 108 mètres).

La fixation du rail sur la traverse se fait par 3 tirefonds — donc 6 par traverse —; ces tirefonds sont de robustes vis à bois, à tête élargie, assurant un collage permanent du rail sur son appui.

Sauf dans les courbes d'assez petit rayon, il n'y a donc plus d'organe ou de plaque intermédiaire entre le rail et son appui. Un minimum d'accessoires bien étudiés, constitue, selon nous, la meilleure solution de la voie moderne.

Les bouts des rails posent sur deux traverses jointives; ils sont réunis au moyen d'éclisses plates, trapues, par paires portant quatre boulons d'assemblage, des écrous et des rondelles in-



Nivellement de la voie.
Gelijkglegging der baan.



Voies équipées de traverses métalliques.
• Sporen uitgerust met metalen liggers.



Transport par draine d'un tronçon de voie.
Vervoer met inspectiewagentje op een baanvak.



Déchargement de ballast.
Ontlading van ballast.

tercalées entre les écrous et les éclisses pour assurer la permanence de l'assemblage.

La voie ainsi montée, complétée d'organes accessoires pour combattre, au besoin, son cheminement, est posée dans un lit de ballast de 30 à 35 cm. d'épaisseur, lit élastique, perméable, reportant sur le terrain naturel, convenablement profilé et dressé, tout le poids de la superstructure et des surcharges mobiles.

Si la nature du sous-sol de la plate-forme l'exige, on établit une sous-couche de ballast, au moyen de cendrées tamisées, sur une épaisseur de 0,25 à 0,50 m. Au besoin, l'assèchement de la plate-forme est assuré par un système de drains longitudinaux et transversaux, évacuant les eaux vers les fossés de la ligne.

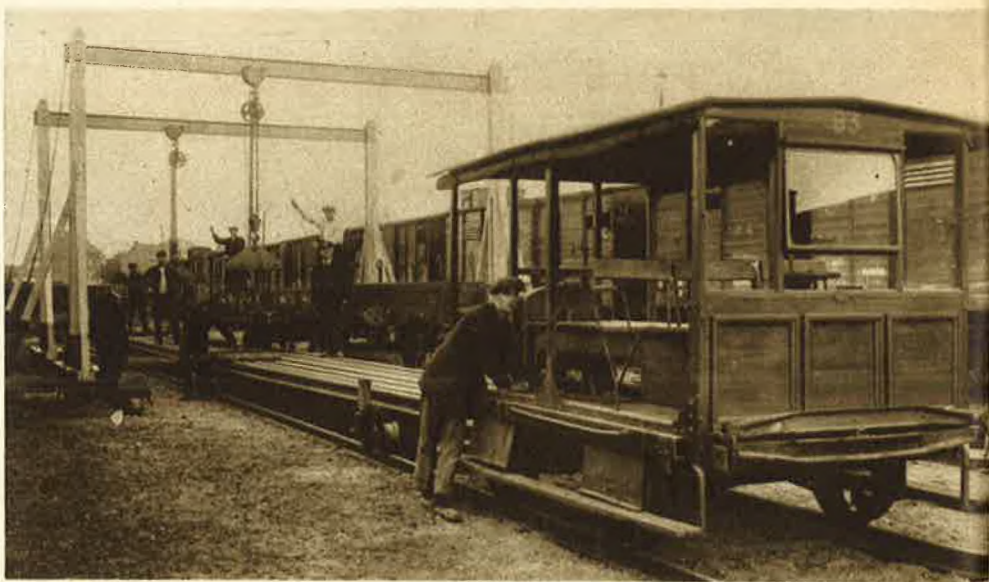
Les principes de cette pose sont donc sensiblement les mêmes que ceux qu'imaginèrent les premiers techniciens du chemin de fer.

Ils suffisent à constituer, à ce jour, une voie parfaite à tous égards, capable de supporter les trains lourds et rapides, les automotrices, qu'il s'agisse de traction à vapeur ou à l'électricité, avec vitesse maximum de l'ordre de 150 km. à l'heure. Mais, naturellement, il y a un frappant contraste entre la modeste « route de fer » du début et le robuste équipement très soigné de nos voies modernes. Cela se conçoit : non seulement, la vitesse des « Rapides » atteint 120 à 140 kilomètres à l'heure, mais le chemin de fer doit supporter le passage de trains de marchandises pesant 2.000 tonnes. Les locomotives actuelles atteignent 23, 24 tonnes par essieu, avec un poids total de l'ordre de 200 tonnes; certains wagons pèsent 100 tonnes d'ailleurs. Si nous ajoutons que des lignes principales de notre réseau sont parcourues, chaque jour, par 150 à 200 trains, nous aurons donné une idée de l'importance de la question de la voie ferrée moderne et des nécessités de son évolution depuis un siècle.

L'ENTRETIEN DE LA VOIE.

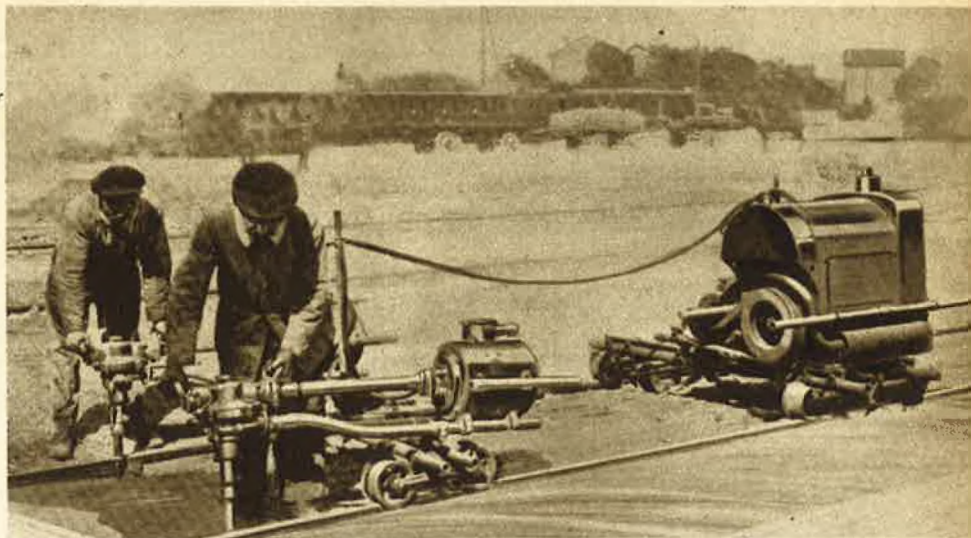
Le voyageur, qui est confortablement assis dans les superbes voitures métalliques des chemins de fer belges, se rend difficilement compte des sujétions nombreuses et variées que comporte l'entretien journalier, systématique et méthodique de la voie, afin d'assurer la sécurité de l'exploitation et le bon roulement des véhicules.

L'entretien méthodique est organisé sur toutes nos lignes; il a permis de jeter une vive lumière sur la question de la constitution de la voie, au point de vue des meilleures dispositions à lui donner. Il a permis de préciser les causes du mauvais état de certaines



Chargement de rails.
Belasting van het spoor.

voies et de trouver les remèdes à adopter; dans chaque cas, il a montré que tel ou tel élément nuisait à la bonne tenue de la voie. De nombreux réseaux ferrés ont actuellement substitué à l'entretien en recherche ou en voltige, le mode d'entretien méthodique ou par revisions générales. Ce mode consiste dans l'examen périodique de toutes les parties de la superstructure, dans le remplacement systématique du matériel défectueux, trop usé ou détérioré, et dans la réparation de tous les défauts, de façon que le maintien en parfait état de la voie soit assuré jusqu'à la prochaine revision. Cette méthode permet un entretien complet, en ne laissant aucun détail au hasard, mais résultant d'un programme établi au préalable. La surveillance tant de la quantité de travail que de la qualité de celui-ci et que du rendement est plus efficace; l'avancement régulier du travail est certain et les troubles apportés dans l'exploitation du chemin de fer sont réduits au minimum. La suppression des déficiences, en temps opportun, prolonge la durée de chacun des éléments constitutifs de la voie. En résumé, l'application suivie de l'entretien méthodique et intégral, a conduit à un meilleur état général des voies et, par suite, à une plus grande sécurité du trafic. Au point



Chantier mécanique de la voie.

Tirefonnage.

Mechanische werkplaats op het spoor. Bevestigen der schroefbouten.



Voies équipées de traverses métalliques.

Sporen uitgerust met metalen liggers.



Bourrage mécanique.

Mechanische opvulling.

de vue économique, les résultats acquis sont aussi des plus intéressants.

L'intervalle de la revision dépend de la charge des trains, de l'importance du trafic, de l'âge et des qualités des matériaux de la voie. Sa détermination a conduit à distinguer deux modes de revision: la revision intégrale et la revision réduite. La revision intégrale comprend l'appropriation de la plateforme et la revision de tous les éléments de la voie, sans aucune exception. En d'autres termes, une voie qui a été soumise à la revision intégrale a les qualités d'une voie neuve, à l'âge des matériaux près.

Au contraire, la revision réduite limite son action aux déficiences qui ne peuvent attendre l'époque cyclique de la revision suivante. Chaque année on procède donc à la revision



Groupe désherbeur.

Wiedingsgroep.



Gril de Bruxelles-Nord. Roostertoeistel van Brussel-Noord.

intégrale d'une partie des voies principales du réseau et l'on effectue la revision réduite de toutes les autres parties des voies principales.

La périodicité, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui s'écoule entre deux revisions intégrales successives d'une même ligne ou partie de ligne, est comprise entre deux et six ans.

A des intervalles plus éloignées, on est conduit à procéder à des *renouvellements* plus ou moins complets de la superstructure: ballast seul, rails et traverses, rails seuls, traverses seules, accessoires, etc.

L'OUTILLAGE. — L'application de moyens mécaniques s'est actuellement étendue à l'entretien comme au renouvellement des voies.

Ces moyens sont nombreux; leur description sortirait du cadre de cette courte note; on considère:

1^o Les engins se rapportant au transport et au déchargement du ballast;

2^o Les engins mécaniques de criblage du ballast se trouvant dans les voies et susceptibles d'épuration;

3^o Les engins servant à comprimer le ballast nouvellement mis en œuvre;

4^o Un nombreux outillage a été créé pour toutes les opérations élémentaires de nivellement, de perçage des traverses, de pose, de serrage, de pose des tirefonds, de serrage des boulons d'éclissage, de sciage, de forage, de cintrage et de soudure des rails, de soufflage ou de fichage du ballast, d'enregistrement des défauts de la voie, etc.

Il y aurait lieu de citer aussi les désherbeuses mécaniques et chimiques et d'autres appareils qui brûlent les herbes, en soufflant des gaz incandescentes sur celles-ci.

CONCLUSION: Depuis sa création, en 1926, la Société Nationale des Chemins de Fer Belges a consacré, chaque année, de nombreux millions au renouvellement et à l'entretien de ses voies: plus de 2.700 kilomètres de voies principales ont, en effet, été renouvelés complètement depuis 1927, soit 34 p. c. environ du développement du réseau.

Pendant la même période de huit années, il a été mis en œuvre en renouvellement 4.720.000 mètres cubes de ballast, ce qui correspond à au moins 3.000 km. de voies principales, soit 40 pour cent du réseau.

Notre réseau ferré peut actuellement soutenir la comparaison avec les meilleurs chemins de fer du monde.

D'un autre côté, des essais pratiqués un peu partout, ont montré qu'une voie ordinaire pouvait supporter des vitesses considérables, au moyen de lourds moteurs, sans occasionner de déraillement. Il a suffi de renforcer dans ses différentes parties, le type de voie actuel et de moderniser les méthodes de pose et d'entretien pour y faire circuler, avec sécurité et confort, les trains extra-rapides.

On évite, dans ce but, également, les courbes raides, les aiguillages et les passages à niveau.

Il est donc inutile de chercher encore de nouveaux types de voies, plus ou moins bizarres, plus ou moins savants. Le problème est résolu: si le technicien du moteur — à vapeur, à explosion, ou électrique, — demande une vitesse de 130 à 150 km., le technicien de la voie peut répondre: nous sommes prêts aussi. Roulons.

O. Kervin