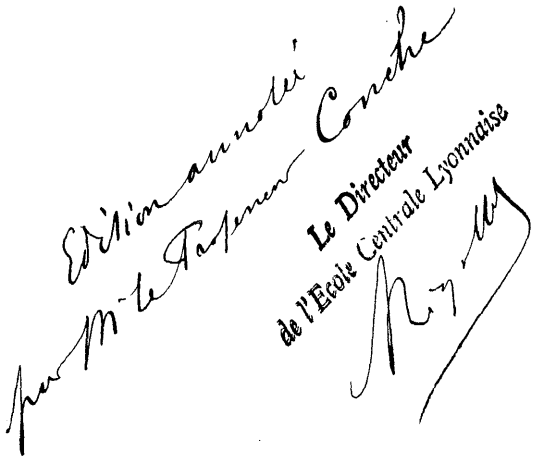
COURS DE CHEMINS DE FER


Le Directeur
de l'Ecole Centrale Lyonnaise

ENCYCLOPÉDIE

DES

TRAVAUX PUBLICS

Fondée par **M.-C. LECHALAS**, Inspr général des Ponts et Chaussées

Médaille d'or à l'Exposition universelle de 1889

COURS

DE

CHEMINS DE FER

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES

PAR

C. BRICKA

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES
INGÉNIEUR EN CHEF DE LA VOIE ET DES BATIMENTS
AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES

TOME SECOND

MATÉRIEL ROULANT ET TRACTION. — EXPLOITATION TECHNIQUE.
TARIFS. — DÉPENSES DE CONSTRUCTION ET D'EXPLOITATION.
RÉGIME DES CONCESSIONS.
CHEMINS DE FER DE SYSTÈMES DIVERS.

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55

TOUS DROITS RÉSERVÉS

1894

ERRATA.

Page 25. Avant dernière ligne, ajouter *de l'Est et du Midi* avant *Cie Paris-Lyon-Méditerranée.*

— 65. Avant dernière ligne, au lieu de $0{,}007\,V^2$, lire $0{,}0007\,V^2$.

— 70. 3e ligne, en descendant, au lieu de $0{,}007\,V$, lire $0{,}0007\,V^2$.

— 90. 2e formule, en descendant, lire $V = \frac{de}{dt}$.

— » 11e ligne, en remontant, au lieu de $\frac{VDV}{de}$, lire $\frac{VdV}{de}$.

— » Dernière ligne, au lieu de 0,15, lire 0,10

— 91. 1re ligne id.

— » 12e ligne, en descendant, id.

— » 19e ligne, id. id.

— 212. 2e ligne, en descendant, au lieu de 40.000, lire 30.000.

— 229. 10e ligne, en remontant, ajouter *proportionnellement* avant les mots *avec la charge utile.*

— 242. 6e et 7e lignes, en remontant, supprimer *du tronc commun.*

— 244. 12e ligne, en remontant, supprimer *et de la rapidité.*

— 284. 10e ligne en descendant, au lieu de *à droite l'une de l'autre*, lire *de façon à faire suivre aux trains la droite par rapport au sens de leur marche.*

— 288. 8e ligne, en descendant, au lieu de *malveillance*, lire *surveillance.*

— 296. 11e ligne, en remontant, au lieu de *en dedans des*, lire *jusqu'aux.*

— 335. Renvoi 1, au lieu de *page* 46, lire *page* 467.

— 336. 19e ligne, en descendant, au lieu de *I*, lire *II'.*

— » Dernière ligne, au lieu de *II-II'* lire *II'-II.*

— 356. Renvoi, au lieu de *page* 487, lire *page* 467.

— 377. 15e ligne, en remontant, au lieu de *également*, lire *avant lui.*

— » 14e ligne, en remontant, au lieu de *avec lui*, lire *également.*

— 419. 1re ligne, au lieu de *trafic*, lire *tarif.*

— » 7e ligne, après *F en C*, ajouter *et de E en D.*

— 430. 13e ligne, en remontant, au lieu de 112 0/0, lire 11,2 0/0.

— » 4e ligne, — supprimer *en* 1889.

— 482. 8e ligne, en descendant, au lieu de: $p_k = \frac{d_k}{n}$ lire: $p_k = \frac{d_k}{n_k}$ et.

— 489. 3e ligne, en remontant, au lieu de 8 *mètres*, lire 8 *à* 9 *mètres.*

— » — — 5 *mètres*, lire 4 *à* 5 *mètres.*

— 491. Renvoi, au lieu de *page* 300, lire *page* 30.

— 494. 3e ligne, en remontant, au lieu de **494**, lire **474**.

— 495. 3e ligne, en remontant, au lieu de **485**, lire **475**.

TROISIÈME PARTIE

MATÉRIEL ROULANT

TRACTION

ÉCOLE INDUSTRIELLE

CHAPITRE XI

MATÉRIEL ROULANT

Le service de la Traction est une spécialité et, quelque organisation que l'on conçoive, il le restera toujours ; mais pour exploiter et même pour construire des chemins de fer d'une manière rationnelle, il faut avoir des notions générales précises sur la traction et le matériel roulant. C'est à ces notions générales que nous bornerons notre exposé.

§ 1. — ÉLÉMENTS DU MATÉRIEL ROULANT.

255. — Caractères distinctifs. — Ce qui caractérise le matériel roulant des chemins de fer, c'est le *parallélisme des essieux*, le *calage des roues sur les essieux*, et la *forme des bandages*.

Parallélisme des essieux. — Dans les véhicules à quatre roues destinés à circuler sur les routes, l'avant-train peut tourner autour d'un axe vertical appelé cheville-ouvrière ; dans les véhicules de chemins de fer, au contraire, les essieux sont parallèles. Ce parallélisme est évidemment une gêne pour la circulation dans les courbes, surtout si le rayon de celles-ci est petit ; mais il permet de remplir deux conditions essentielles pour du matériel de chemins de fer : la simplicité et la rusticité. On a essayé divers systèmes articulés ; le plus pratique, le système Arnoux, appliqué au chemin de fer de Sceaux, vient de disparaître après avoir été employé trente ans sans se répandre.

Calage des roues sur les essieux. — Le calage des roues sur les essieux est également motivé par les conditions de simplicité et de rusticité ; joint à la conicité des bandages, il a en outre l'avantage de faciliter le passage dans les courbes.

Forme des bandages. — Pour que la roue soit guidée sur le rail, elle est munie à l'intérieur de la voie d'un mentonnet ou boudin ; grâce à la solidarité des deux roues d'un même essieu, les mentonnets maintiennent le véhicule dans les mêmes conditions que si l'une de ces roues portait une gorge pour le guidage. En outre, comme nous l'avons indiqué à propos des rails,

les bandages sont coniques de telle façon que le véhicule tend toujours à se remettre dans l'axe de la voie.

Un véhicule se compose de deux parties : 1° un châssis porté par les roues et auquel sont fixés les appareils de choc et de traction, c'est cet ensemble qui constitue le véhicule proprement dit ; 2° une caisse reposant sur le châssis et qui sert à renfermer les marchandises ou les voyageurs.

Dans les machines, l'ensemble du véhicule proprement dit (châssis et roues) existe également, il porte la chaudière et les cylindres ; mais les appareils de transmission du mouvement qui sont portés par le châssis sont reliés en même temps aux roues.

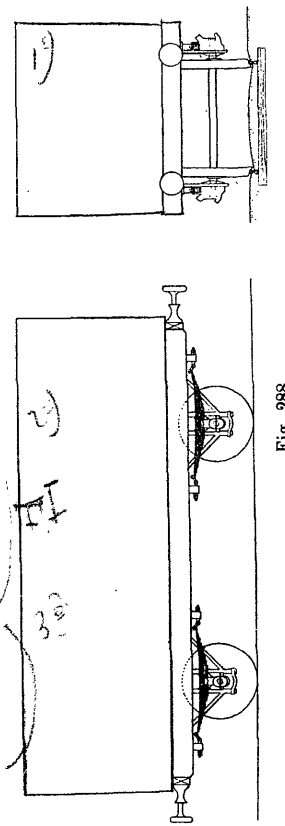
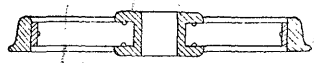


Fig. 288.

256. — Véhicule proprement dit. — *Roues.* Les roues sont en fer, en acier ou en fonte ; elles sont toujours composées de deux parties : le corps de la roue et le bandage. Primitivement, *le corps des roues* était constitué par des lames de fer repliées de manière à former chacune les deux moitiés de deux rais consécutifs et la partie de jante comprise entre eux ; ces



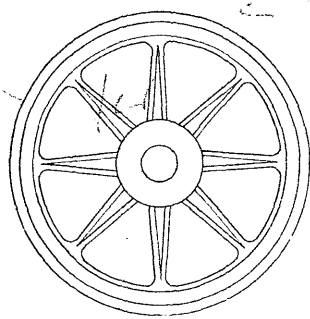


Fig. 289.



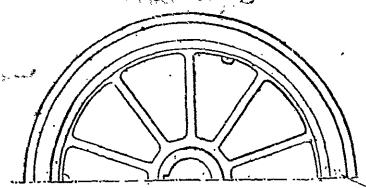


Fig. 290.

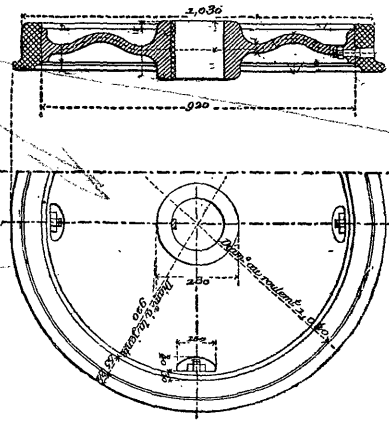


Fig. 291.

lames étaient réunies au centre et noyées dans un moyeu en fonte (fig. 289). Ce type est encore répandu pour les wagons à marchandises. Cependant on lui substitue de plus en plus aujourd'hui des roues tout en fer. Les plus répandues en France sont celles du système Arbel et Deflassieux ; elles sont formées d'une jante, de rais droits et d'un moyeu en fer, qui sont soudés au rouge blanc dans une étampe au moyen d'un marteau pilon (fig. 290). On les emploie presque exclusivement pour les locomotives.

Les roues à rais ont un inconvénient pour les voitures à voyageurs ; elles forment ventilateur et soulèvent des flots de poussière lorsque le ballast est en sable. On emploie aujourd'hui beaucoup

de roues pleines ; on en fait notamment dont le corps est formé d'un plateau ondulé (fig. 291) ; presque toutes les voitures à voyageurs de l'Orléans, du Nord, de l'Ouest, du Midi et de l'État en sont aujourd'hui munies ; l'ondulation du plateau a l'avantage de donner plus d'élasticité à la roue. On fait aussi des roues en acier fondu en Allemagne et en Angleterre ; dans ce cas, le bandage fait souvent corps avec la roue (fig. 292).

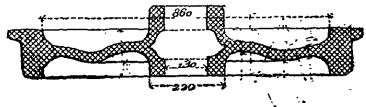


Fig. 292.

Les roues en fonte (fig. 293) sont très usitées en Amérique ; on s'en sert en Allemagne pour les wagons à marchandises ; en France, leur usage est interdit par l'ordonnance de 1846 dans les trains de voyageurs et on ne les emploie pas.

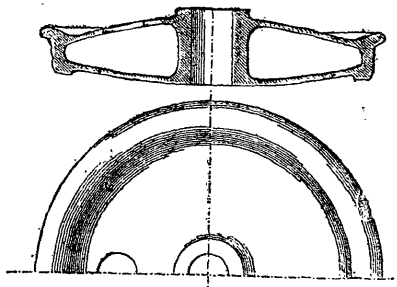


Fig. 293.

On fait aussi quelques roues à centre en bois ; on a essayé d'en faire à centre en papier comprimé.

Les roues des voitures et des wagons ont un diamètre d'environ $1^{m}00$; celles des machines ont un diamètre variable suivant le type de la machine et qui dépasse quelquefois $2^{m}00$.

Bandages. — Les bandages sont en fer ou en acier ; on emploie de plus en plus l'acier. On fait aujourd'hui les bandages *sans soudure* en perçant un trou au milieu d'un

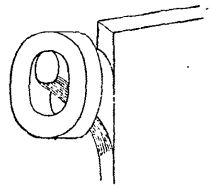


Fig. 294.

lingot préalablement aplati en forme de galette ; on augmente progressivement le diamètre du bandage en diminuant son épaisseur, d'abord à l'aide d'un marteau pilon et d'une enclume à bigorne qui pénètre dans le trou, ensuite au moyen de laminoirs à trois cylindres verticaux dont un est mobile. L'acier dont on se sert est de l'acier de choix, le plus souvent en France de l'acier Martin, avec une résistance de 60 et 70 kilogrammes.

On met les bandages en place par le procédé usité pour les cercles des roues des voitures ; on les chauffe fortement de manière à augmenter leur diamètre et ils serrent ensuite la jante par refroidissement. Lorsqu'ils sont placés, on les fixe par des vis, des rivets ou des agrafes. Cette opération se fait aussi à la presse hydraulique.

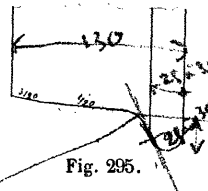


Fig. 295.

Le profil des bandages est déterminé de telle façon que la partie qui porte sur le rail ait la conicité correspondant à son inclinaison (en France 1/20) ; cette partie est raccordée au boudin par un congé plus ou moins prononcé ; du côté opposé, le bandage porte un chanfrein incliné à environ 3/20. D'après des expériences récentes, la forme de congé qui raccorde les boudins à la partie conique du bandage a une grande importance au point de vue de la résistance à la traction, surtout en courbe, et de l'usure des rails. Le congé doit être de grand rayon de telle façon que l'essieu, écarté de sa position normale, soit ramené vers celle-ci par la différence des développements des cercles décrits par ses points d'appui sur les rails et non par la réaction horizontale des boudins.

La largeur des bandages est habituellement de 130^{mm} environ, les boudins ont une saillie de 25^{mm} à 30^{mm} ; leur épaisseur minimum est de 25^{mm} à 30^{mm}.

L'usure des bandages ne se produit pas régulièrement ; après un certain parcours qui varie de 100.000 à 200.000 kilomètres selon la qualité du métal, la position de l'essieu et les rayons des courbes parcourues, on est obligé de les *rafraîchir* sur le tour pour leur rendre leur profil ; on recommence cette opération jusqu'à ce que l'épaisseur soit trop réduite pour permettre de conserver le bandage. Malgré toutes les précautions, il est impossible d'éviter absolument les ruptures de bandages ; on en diminue le nombre en tâtant fréquemment les roues au marteau et retirant des trains les véhicules dont une des roues a son bandage ébranlé ; il est rare d'ailleurs que ces ruptures entraînent des accidents graves.

Essieux. — Les essieux sont en fer ou en acier. On emploie de plus en plus l'acier, fondu puis martelé.

Les efforts qui agissent sur les essieux sont les suivants :

1° Effort de flexion dû à ce que les réactions des roues ne passent pas par les points d'application de la charge ;

2° Effort de cisaillement au droit des mêmes points ;

3° Effort de flexion résultant des réactions horizontales des rails sur les boudins ;

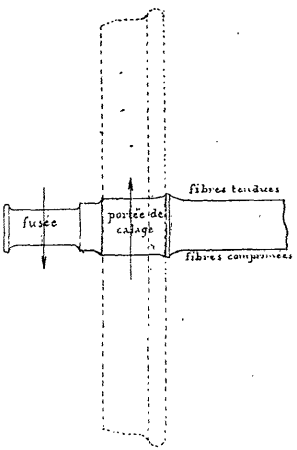


Fig. 296.

4° Effort de torsion provenant de la résistance au roulement appliquée à la jante de la roue ;

5° Effort de torsion résultant dans les courbes de la solidarité des roues.

Parmi ces efforts le second et le troisième s'exercent toujours dans le même sens ; il en est de même du quatrième tant que le sens du mouvement du véhicule demeure constant, et du cinquième tant que le glissement se produit sur la même roue. Le premier effort, au contraire, agit d'une façon constamment variable sur les fibres de l'essieu. Chacune de ces fibres, se trouvant alternativement au-dessous et au-dessus de l'axe, est alternativement tendue et comprimée. A chaque tour de roue, les fibres situées à la périphérie passent du maximum de tension au maximum de compression ; elles sont donc dans des conditions particulièrement désavantageuses. Les célèbres expériences de Wœhler ont été entreprises pour étudier les causes qui peuvent amener la rupture des essieux après un certain parcours, et elles ont mis en évidence la diminution de résistance qui résulte de la répétition d'efforts alternatifs. En fait, c'est la pratique et non l'analyse des efforts qu'ils ont à supporter qui a conduit aux dimensions actuelles des essieux.

L'essieu comprend trois parties : 1° le corps de l'essieu qui est la partie médiane, 2° les portées de calage sur lesquelles sont calées les roues, 3° les fusées sur lesquelles porte la charge. Dans les voitures et les wagons, la charge est toujours appliquée en dehors des roues afin de permettre de gagner de la largeur pour la caisse ; dans les machines, la charge porte tantôt en dedans, tantôt en dehors des roues, selon que le mouvement est intérieur ou extérieur.

En France, on amincit généralement un peu le corps de l'essieu au milieu.

Les roues sont calées sur les essieux, au moyen d'une presse hydraulique qui exerce un effort de 30.000 à 40.000 kilogrammes, en comprimant la portée de calage sur laquelle le moyeu s'ajuste rigoureusement. Dans certaines Compagnies, on ajoute une clavette pour empêcher la roue de tourner sur l'essieu ; dans d'autres on n'en met pas.

Les ruptures d'essieux peuvent entraîner des accidents très graves ; on n'est malheureusement pas arrivé à les supprimer complètement. L'ordonnance de 1846 prescrivait de tenir un registre de parcours des essieux. On ne le fait plus que pour les essieux de machines ; mais on classe les essieux par séries et on suit la manière dont se comporte chaque série. Celles qui ont donné une proportion importante de ruptures sont mises au rebut ; il est tenu note pour chaque essieu de sa provenance, des épreuves qu'il a subies et des accidents et réparations auxquels il a donné lieu. En outre, on fait périodiquement le *levage* des véhicules pour visiter minutieusement les essieux. Pour découvrir les fentes, qui sont le plus souvent imperceptibles, on enduit la fusée d'huile qu'on laisse séjourner à sa surface pendant quelque temps. En frappant ensuite sur la fusée, après l'avoir essuyée, on fait ressortir l'huile qui a pénétré dans les fentes et qui décèle ainsi leur présence.

Boîte à graisse. — L'organe par lequel le châssis porte sur les essieux s'appelle la *boîte à graisse* ; il comprend deux parties : le coussinet, qui porte directement sur la fusée, et le réservoir à graisse ou à huile. Le coussinet est en bronze ou en métal blanc dit antifriction

(cuivre, antimoine, étain) ; ce dernier est préférable avec l'huile minérale. On abandonne de plus en plus le graissage à la graisse ; on emploie maintenant l'huile et surtout, depuis quelques années, l'huile minérale qui est beaucoup moins chère que l'huile végétale ; on la mélange souvent avec cette dernière.

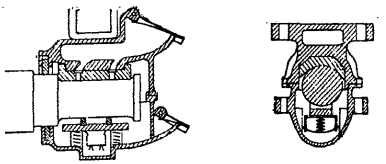


Fig. 297.

Dans les boîtes à graisse, c'est la chaleur produite par le roulement qui fond la graisse. Les fusées ne sont pas lubrifiées au repos, ce qui rend le démarrage plus difficile qu'avec les boîtes à huile ; dans ces dernières, le graissage se fait au moyen d'une mèche qui trempe dans l'huile ou d'un tampon qui humecte la fusée. Beaucoup de boîtes sont disposées pour fonctionner à la fois à l'huile et à la graisse. Cette disposition a plusieurs avantages, notamment celui de permettre aux véhicules de circuler sur les réseaux étrangers, quel que soit le mode de graissage qu'on y emploie.

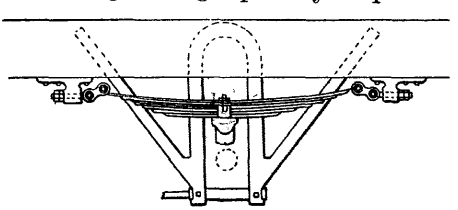


Fig. 298.

Plaques de garde. — Les boîtes à graisse sont embrassées latéralement par des *plaques de garde* fixées au châssis. La boîte peut glisser verticalement entre ces plaques pour permettre le jeu des ressorts. Elle a en outre un jeu dans le sens de la longueur du véhicule.

Ressorts. — Si le châssis portait directement sur

l'essieu par l'intermédiaire de la boîte à graisse, tous les chocs dus aux inégalités de la voie se transmettraient intégralement à la masse du véhicule ; il en résulterait non seulement une fatigue insupportable pour les voyageurs ou des avaries aux marchandises, mais une prompte dislocation des véhicules eux-mêmes et de la voie. Pour éviter ces inconvénients, on interpose des ressorts entre le châssis et les roues. Chaque ressort est fixé en son milieu sur la boîte à graisse correspondante par deux étriers boulonnés. Primitivement, les longerons des châssis reposaient directement sur l'extrémité des ressorts qui étaient simplement guidés par des glissières à joues latérales ; aujourd'hui, même dans les wagons à marchandises, la jonction est

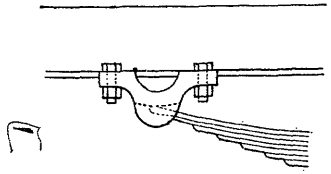


Fig. 299.

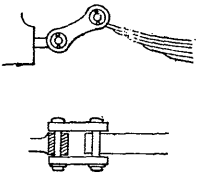


Fig. 300.

obtenue par l'intermédiaire de *menottes* formées chacune de deux flasques articulées d'une part avec le ressort et de l'autre avec une *main* attachée à la voiture ; les frottements sont moindres avec cette disposition qu'avec les glissières, et elle facilite le jeu des ressorts. Enfin, dans les voitures, on remplace

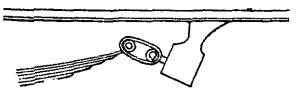


Fig. 301.

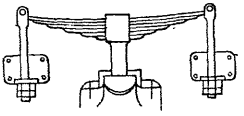


Fig. 302.

fréquemment par des anneaux les flasques des menottes, afin de donner du jeu dans le sens transversal. Dans

les machines et dans les voitures à bogies, on rachète la distance du ressort au châssis au moyen de *chandelles*.

Les ressorts sont formés de lames superposées et *étagées*, c'est-à-dire de longueur croissant avec leur rang. Cette disposition à pour effet de permettre de leur donner la flexibilité maximum, tout en employant des lames d'acier d'épaisseur uniforme, c'est-à-dire du métal laminé beaucoup moins cher que le métal forgé.

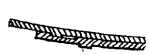


Fig. 303.

Les lames sont simplement superposées et maintenues soit par des languettes que porte le dos de chacune d'elles et qui entrent dans une rainure de la lame supérieure, soit par des étoquiaux ou goujons glissant chacun dans une rainure du ressort inférieur. Ainsi constitué, le ressort ne se comporte pas du tout, au point de vue de la flexion, comme le solide d'égale résistance de même contour. Il n'en serait ainsi que dans le cas où les lames seraient solidaires les unes des autres ; le frottement établit en partie cette solidarité, mais il est insuffisant pour résister à la force qui, dans les solides, est appelée *glissement longitudinal des fibres*. La théorie des ressorts étagés a été donnée par M. Phillips[1].

Il est très important, au point de vue de l'amortissement des chocs, d'avoir des ressorts aussi flexibles que possible. En effet, cherchons le travail emmagasiné dans un ressort qui a pris une flèche F. Si f est la flèche prise sous une charge p, la charge p + dp produira une flèche f + df, le travail dû au déplacement df sera (p + dp) df = pdf en négligeant l'infiniment petit du second ordre ; le travail total pour atteindre la flèche F sera donc

$$T = \int_0^F pdf.$$

(1) *Annales des Mines* (1852).

En admettant que, comme pour des charges permanentes appliquées au même point, les flèches sont proportionnelles aux charges, on a, en posant $f = Kp$:

$$T = \int_0^F pdf = \int_0^F p \times Kdp = K \int_0^F pdp.$$

et en appelant P la charge qui produit la flèche F :

$$T = \frac{K P^2}{2} = \frac{F P}{2}$$

Par conséquent, le travail emmagasiné par un ressort (tant que la limite d'élasticité n'est pas dépassée) est égal à la flèche qu'il a prise multipliée par la moitié du poids dont l'effort statique produirait cette flèche. Pour avoir le maximum de cette flexibilité, on est conduit à donner aux ressorts une section décroissante du milieu aux extrémités, de manière à avoir une résistance constante dans toutes les sections, et à les composer de lames indépendantes. On peut ainsi donner à chacune des pièces intéressées la moindre épaisseur possible, ce qui est avantageux, puisque les flèches sont inversement proportionnelles au moment d'inertie, c'est-à-dire, dans le cas d'un rectangle, au cube de la hauteur, tandis que la résistance est proportionnelle au module de résistance $\frac{I}{V}$, c'est-à-dire, dans le même cas, au carré de la hauteur.

Les ressorts sont en acier dur (90 k^{gs} de résistance, par exemple, à la Compagnie d'Orléans) trempé et recuit. Leur longueur varie selon les véhicules. On tend à l'augmenter, notamment pour les voitures de luxe. Elle varie entre 0^m80 (tenders, locomotives, wagons à marchandises) et 2^m50 (voitures de luxe).

En général, on donne aux ressorts une courbure initiale renversée, de telle façon qu'ils soient



Fig. 304.

ramenés à être droits quand ils ont pris leur flèche maximum; à l'Etat belge (système Belpaire) on emploie, pour les machines, des lames droites qui prennent une forme convexe par la flexion.



Fig. 305.

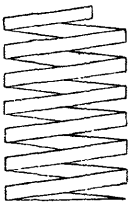


Fig. 306.

Outre les ressorts à lames, on emploie des ressorts en hélice constitués par une lame d'acier enroulée en forme de vis à filet carré, et les ressorts Belleville composés de rondelles d'acier, embouties dans leur partie centrale, empilées et opposées deux à deux, de telle façon que le contact se fasse alternativement par le centre et par la circonférence. Ces ressorts s'emploient plutôt pour les attelages que pour la suspension des véhicules.

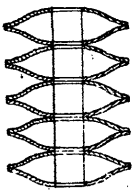


Fig. 307.

Châssis. — Pour les voitures et wagons le châssis est un bâti en forme de rectangle qui porte la caisse; il est en général formé de deux longerons réunis par des traverses et entretoisés par une croix de St-André qui va d'un bout à l'autre du châssis, ou par deux de ces croix occupant ensemble la longueur de ce châssis. Autrefois les châssis étaient toujours en bois; on tend aujourd'hui de plus en plus à employer le fer et mieux

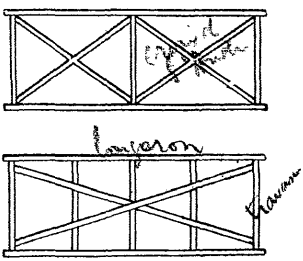


Fig. 308.

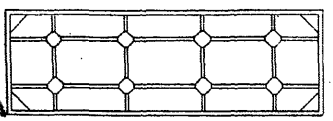


Fig. 309.

encore l'acier doux ; avec les châssis entièrement métalliques, on supprime souvent les croix de St-André et on se contente de réunir, avec les traverses, par de larges goussets, les longerons qui sont en forme de] ou de I. On fait aussi des châssis mixtes comprenant soit des longerons armés de fer, soit des longerons en fer avec traverses en bois.

Le châssis est généralement porté par deux essieux. On fait aussi des wagons à trois essieux ; la Compagnie P.-L.-M. seule, en France, a conservé cette pratique. On fait valoir, en faveur du type à trois essieux, la possibilité d'augmenter le poids des voitures, le meilleur roulement et la sécurité. Le premier argument est médiocre ; si on doit augmenter le poids, il vaut bien mieux adopter la voiture sur bogies ; le second est très contesté ; quant au troisième la rareté des ruptures d'essieux en route lui enlève aujourd'hui de sa valeur.

La forme des châssis de locomotives est variable ; mais ils sont toujours composés de deux longerons en fer ou en acier reliés par de solides entretoises. Ils font ordinairement corps avec les plaques de garde qui servent, dans ces machines, à la transmission du mouvement longitudinal des essieux au véhicule.

257. — Conjugaison des véhicules. — Les véhicules sont reliés par des barres d'attelage placées dans leur axe, et des tampons appelés *de choc*, placés de part et d'autre. Deux chaînes, dites de *sûreté* ou de *garde*, sont en outre placées entre les tampons et la barre d'attelage ; leur seul but est de maintenir la liaison des véhicules en cas de rupture

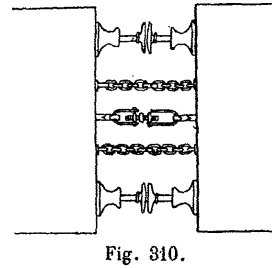


Fig. 310.

d'attelage. Les barres d'attelage se composent de deux manilles en forme d'U allongé réunies par un tendeur à vis. L'une des manilles est articulée avec l'un des véhicules, l'autre peut s'engager dans un crochet fixé à l'autre véhicule, de façon à établir la liaison entre eux. Chaque véhicule porte son crochet et sa barre d'attelage de telle façon que la conjugaison puisse se faire indifféremment avec la barre de l'un ou de l'autre. La position de l'attelage dans l'axe du train a un inconvénient grave : il faut se placer entre les deux tampons pour accrocher la manille et serrer la vis, ce qui est dangereux pour les agents chargés de l'accrochage qui ne sont pas toujours très prudents. Les nombreuses recherches qui ont été faites pour trouver une meilleure solution ont été jusqu'ici infructueuses. Cela tient en partie à ce que tout attelage nouveau doit pouvoir se prêter à la conjugaison avec les véhicules non encore transformés, en raison de l'impossibilité de modifier d'un coup tout le matériel d'un réseau et de la nécessité de pouvoir atteler ensemble les wagons d'Administrations de chemins de fer différentes. En Amérique, où le système d'attelage est différent, le problème des attelages automatiques est considéré aujourd'hui comme résolu ; une loi récente vient de les rendre obligatoires dans un délai de cinq ans à partir de 1892.

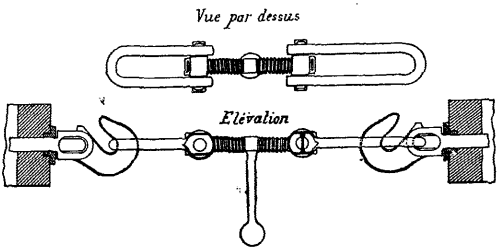


Fig. 311.

Les tampons étaient d'abord destinés seulement à

recevoir les chocs entre les véhicules ; aujourd'hui on les fait surtout servir dans les voitures à voyageurs à atténuer les mouvements de lacet. Pour obtenir ce résultat on serre fortement les attelages de manière à amener les tampons en contact. L'inscription dans les courbes reste possible en raison du jeu des ressorts dont nous parlerons plus loin, mais la raideur de ceux-ci atténue ou supprime les oscillations des véhicules autour de leur axe. Il est très important d'éviter ces oscillations aussi bien au point de vue de la fatigue de la voie qu'au point de vue de la stabilité des véhicules eux-mêmes ; des expériences faites récemment à Noisy-le-Sec, et dont nous avons déjà parlé, ont en outre montré que, même en courbe, le serrage des attelages diminue les résistances en empêchant les véhicules de prendre des positions obliques par rapport à la voie.

Pour un même wagon, les tampons d'avant et d'arrière situés d'un même côté de l'axe sont l'un plat et l'autre bombé, de telle façon que le contact se fasse toujours entre une surface plane et une surface bombée. Les axes des wagons successifs peuvent ainsi s'orienter librement dans les courbes en faisant un angle entre eux. Dans certains types récents, le tampon bombé est cylindrique au lieu d'être sphérique. On y trouve l'avantage d'avoir un meilleur contact entre les tampons de deux véhicules successifs, lorsqu'ils ne sont pas exactement à la même hauteur.

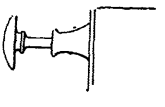


Fig. 312.

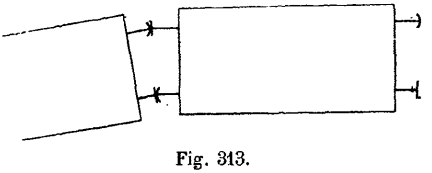


Fig. 313.

Les barres d'attelage et les tampons ne sont pas fixés directement au châssis, mais lui sont réunis par l'intermédiaire de ressorts d'*attelage* et de *choc*. Cette disposition atténue les à-coups qui se produisent inévitablement, notamment au démarrage et à l'arrêt, et elle permet en outre l'inscription du train dans les courbes lorsque les tampons se touchent.

Comme les barres d'attelage et les tampons n'agissent jamais en même temps, que les unes se détendent quand les autres se serrent et inversement, il suffit d'un ressort unique convenablement disposé pour jouer à la fois le rôle de ressort d'attelage et de ressort de choc.

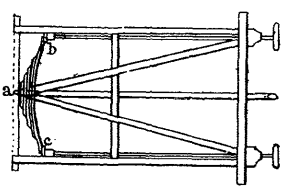


Fig. 314.

La figure ci-contre fait comprendre le jeu du ressort dans ce cas : lorsque les attelages se tendent, il est tiré en son milieu *a* et s'appuie par ses extrémités sur les glissières *b* et *c* ; lorsque les tampons se serrent, il s'appuie en son milieu *a* sur un arrêt disposé à cet effet tandis que ses extrémités *b* et *c* sont repoussées par les tiges des tampons.

Il y a à cette disposition un inconvénient : les conditions à réaliser pour un ressort de choc et un ressort de traction ne sont pas absolument les mêmes. Pour le premier il y a avantage à avoir une flexibilité aussi grande que possible (0^m20 de course environ) afin d'emmagasiner le plus possible de travail, tandis que pour le second il y a intérêt à limiter la course (0^m04 à 0^m05), surtout depuis l'emploi du frein Westinghouse, afin d'éviter le ballottement des véhicules dans le sens de la longueur suivant les variations de l'effort de traction. Aussi emploie-t-on souvent des ressorts indépendants

pour le choc et la traction en donnant à chacun la forme la plus convenable pour son fonctionnement. On peut obtenir un résultat analogue, soit en ajoutant des ressorts additionnels de traction, soit en conservant le ressort unique, grâce à l'artifice suivant. On place en A et B des arrêts qui limitent le ressort à une partie seulement de sa longueur quand il fonctionne comme ressort de traction. Sa flexibilité est notablement diminuée dans ce cas, puisque la partie médiane, qui est d'ailleurs la plus rigide, travaille seule effectivement. En pratique, les taquets A et B sont remplacés par des bielles qui réunissent les points correspondants des ressorts d'avant et d'arrière de chaque véhicule.

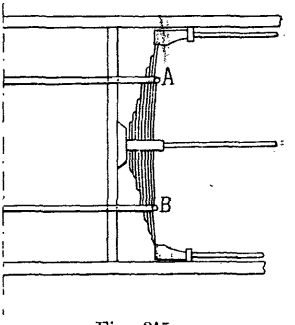


Fig. 315.

Lorsque les ressorts de choc sont indépendants, on les fait souvent en spirales ou en rondelles d'acier embouties superposées (*ressorts Belleville*) ; on fait aussi, mais plus rarement, les ressorts de traction de la même manière.

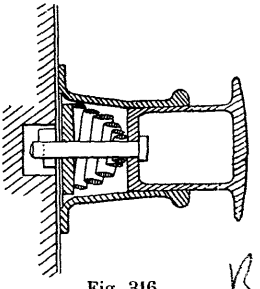


Fig. 316.

On donne aux ressorts de choc et de traction une *bande*, c'est-à-dire une tension initiale, qu'on augmente en serrant la vis du tendeur au moment de l'attelage pour avoir la *bande d'attelage* ; la bande initiale, qui était autrefois de 500 à 800 kilogrammes seulement pour les ressorts de traction et de choc, atteint aujourd'hui jusqu'à 2000 et 2500 kilogrammes,

c'est-à-dire à peu près la moitié de la résistance des ressorts.

En donnant la bande initiale et la bande d'attelage, on évite les oscillations dues aux petites variations d'efforts sans diminuer dans une forte proportion le travail des ressorts. Reprenons en effet l'équation

$$T = \frac{K P^2}{2};$$

si on donne une bande initiale P', le travail disponible ne sera plus que :

$$T\text{-}T' = K \frac{P^2\text{-}P'^2}{2}.$$

Une bande initiale égale à la moitié de l'effort maximum demandé au ressort ne diminuera donc que d'un quart le travail disponible.

En Allemagne, on a l'habitude de solidariser les deux crochets d'attelage de chaque véhicule au moyen d'une barre longitudinale ; la traction s'opère ainsi, d'un bout à l'autre du train, sur une chaîne continue formée par l'ensemble de ces barres, qui sont reliées par les tendeurs et auxquelles les véhicules sont rattachés par les ressorts.

Dans le matériel des lignes à voie étroite, on remplace le double tampon par un tampon unique placé au-dessus de l'attelage.

La liaison des chaînes de sûreté, auxquelles on laisse toujours un jeu très prononcé, se fait simplement au moyen de crochets.

258. — Inscription du matériel dans les courbes. — *Jeu dans le sens de la longueur du véhicule.* — Nous avons déjà dit que dans un but de simplicité, les

essieux sont fixés dans une position invariable par rapport aux véhicules ; le parallélisme qui en résulte est une gêne pour l'inscription du matériel dans les courbes. Pour atténuer cet inconvénient, on donne du jeu dans le sens de la longueur du véhicule en laissant un petit intervalle entre les boîtes à graisse et les plaques de garde (de cinq à vingt millimètres de chaque côté). De cette façon, un essieu peut se placer dans une position légèrement oblique et, par conséquent, se rapprocher de la direction du rayon dans une courbe ; mais il n'en est pas forcément ainsi, puisque l'essieu qui n'est pas guidé peut aussi prendre la position inverse par rapport au rayon et s'orienter dans le mauvais sens.

Jeu transversal par rapport au véhicule. — On donne également aux essieux, surtout dans les locomotives, et notamment à l'essieu d'avant, du jeu dans le sens transversal.

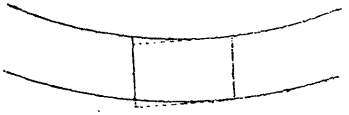


Fig. 317.

Ce jeu facilite la circulation dans les courbes, mais s'il se fait librement, sans que l'essieu soit guidé, il donne au véhicule une instabilité dangereuse. On évite cet inconvénient dans les machines au moyen des *plans inclinés* : on intercale soit entre le coussinet et la boîte à graisse, soit entre cette dernière et les ressorts de suspension, une glissière à plans inclinés en forme de V. Lorsque l'essieu se déplace, la pièce inférieure glisse sur la pièce supérieure qu'elle soulève ; le ressort ainsi comprimé tend à les ramener en place. La forme en V produit dans la position médiane un

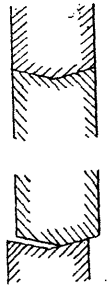


Fig. 318.

coincement qui rend le graissage difficile. Pour éviter cet inconvénient, on peut employer une disposition imaginée par M. Ricour et dans laquelle les plans inclinés sont coupés par un plan horizontal.

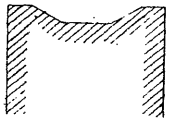


Fig. 319.

On combine dans certains cas le déplacement transversal de l'essieu avec un mouvement angulaire. Dans le système des boîtes radiales, les boîtes à graisse portent des faces courbes qui se déplacent sur des guides fixes. Il résulte de cette disposition que l'essieu en se déplaçant tourne autour d'un point situé sur l'axe du véhicule. On peut aussi avoir un coussinet qui glisse dans une boîte à faces planes, obliques par rapport à l'essieu. C'est le système Roy.

Bissel. — Le dispositif connu sous le nom de Bissel est employé depuis longtemps en Amérique et commence à se répandre en Europe, il n'est guère usité que pour les machines. Il consiste à rendre l'essieu mobile autour d'un axe vertical qui est généralement placé en dehors de l'essieu, soit en avant, soit en arrière. L'essieu peut se déplacer par suite du jeu ou de la courbure de la voie ; mais c'est toujours d'une faible quantité, et l'angle de rotation est d'ailleurs d'autant plus petit que la distance de l'axe à l'essieu est plus grande. Quand l'axe est en avant de l'essieu, le Bissel tend à s'orienter de lui-même ; quand l'axe est en arrière, il n'en est plus ainsi, mais l'angle de cisaillement du boudin de la roue sur le rail est très faible. On peut d'ailleurs maintenir le Bissel, soit par des plans inclinés, soit par des ressorts appliqués contre l'essieu et qui tendent à le ramener constamment dans

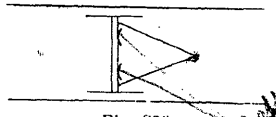


Fig. 320.

la position normale. Le Bissel permet de faire converger les trois essieux d'un même véhicule à six roues, suivant les rayons d'une courbe. La condition à réaliser est que les normales aux trois essieux en a, a' a'' soient tangentes à un même cercle, c'est-à-dire que l'on ait :

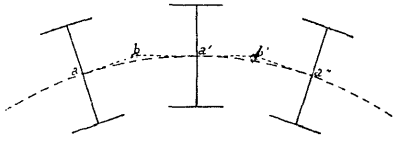


Fig. 321.

$$a\,b = a'b \quad \text{et} \quad a'b' = a''b'$$

On fait aussi des Bissel mobiles autour d'un point placé dans le plan vertical de leur axe ; ils doivent, dans ce cas, être guidés. Dans un type de machines suisse qui figurait à l'Exposition de 1889, le guidage est obtenu en reliant le Bissel à l'avant de la machine par deux bielles inclinées placées près de ses extrémités, et en donnant en même temps un jeu transversal à l'essieu ; la combinaison du mouvement des bielles avec celui de l'essieu fait que, quand celui-ci se déplace transversalement, il s'incline dans le sens correspondant à la courbe dans laquelle son déplacement tend à l'inscrire. Ce système est employé aussi pour les machines Decauville.

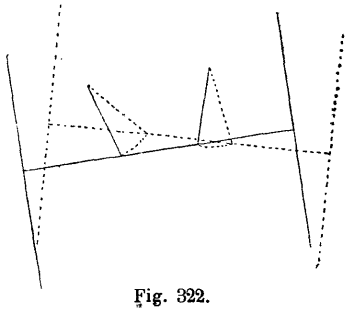


Fig. 322.

Bogies. — Le *bogie* est un châssis porté par deux essieux et mobile autour d'une cheville ouvrière qui supporte une partie du poids d'une machine ou d'un véhicule. L'usage des bogies est presque général dans les machines américaines ; il est admis aujourd'hui, en

France, par les Compagnies du Nord, de l'Ouest, de l'Est et de Paris-Lyon-Méditerranée pour leurs machines ; il est également employé pour les voitures de grande longueur, qui commencent à se répandre et qui sont supportées par deux bogies placés près de leurs extrémités. Le châssis qui porte la caisse est alors suspendu par des ressorts au-dessus du châssis du bogie qui a lui-même ses ressorts ; on a ainsi une double suspension.

On reproche au bogie l'inconvénient de tous les véhicules très courts qui ont une tendance prononcée au lacet, ou au moins au ballottement autour de leur axe ; on atténue cet inconvénient, ou même on le supprime, en écartant les essieux, auxquels on arrive à donner une distance de $2^{m}50$ à 3 mètres. On emploie aussi pour les bogies l'articulation Bissel, et, dans ce cas, leurs roues peuvent être peu écartées sans inconvénient. En outre, on commence à faire des bogies dont l'axe a un mouvement latéral avec plan incliné ; ce système a été employé avec succès dans les nouvelles machines express de la Compagnie de l'Ouest.

La facilité de l'inscription du matériel dans les courbes joue, au point de vue de la résistance des trains, un rôle beaucoup moindre qu'on ne le croit généralement ; il en est de même au point de vue de la sécurité, et même les véhicules plus longs, étant plus stables, ont une allure plus régulière et plus sûre que les véhicules courts. On peut s'en rendre compte par l'effet du quatrième essieu des locomotives à voyageurs qui diminue beaucoup le mouvement de lacet. Dans certaines machines à trois essieux, on a dû supprimer le jeu des plans inclinés ; mais, au point de vue de la voie et surtout des entrées en courbe, la mobilité de l'essieu

d'avant des machines paraît offrir des avantages sérieux, lorsqu'elle n'est pas acquise au détriment de la stabilité ; le bogie permet la réunion d'une grande stabilité de la machine avec une grande mobilité de l'essieu d'avant.

§ 2. — VOITURES.

259. — Aménagement des voitures. — Les voitures se composent d'un châssis sur lequel est posée une *caisse* destinée à recevoir les voyageurs. La caisse est à double paroi pour protéger les voyageurs contre le froid ou la chaleur ; elle est maintenue par quelques boulons, mais non pas très solidement : en cas d'accident, la rupture des boulons absorbe une partie de la force vive et produit un résultat analogue à celui d'un tampon.

Jusqu'à ces dernières années, il n'y avait en France que des voitures à compartiments indépendants, dont chacun s'ouvre directement à l'extérieur. Aujourd'hui, le matériel *à couloirs* commence à se répandre. Il comprend comme l'autre des compartiments, mais ceux-ci s'ouvrent sur un couloir longitudinal placé soit dans l'axe soit sur le côté de la voiture ; on s'accorde à reconnaître que la première de ces dispositions est incommode et on n'emploie plus que la seconde. On entre dans le wagon par les extrémités des couloirs, près desquelles sont placés les cabinets de toilette, et les water-closets lorsque la voiture en contient. Dans les nouvelles voitures de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, il y a en outre des portières latérales. Pour

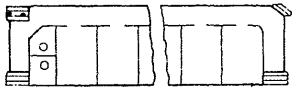
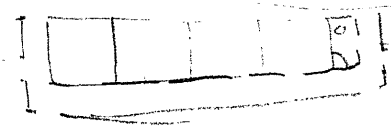


Fig. 323.



avoir la largeur nécessaire au couloir, sans réduire outre mesure les dimensions des compartiments, on est obligé de faire les voitures plus larges que les voitures à compartiments indépendants ; de là la nécessité de disposer les fenêtres de manière à empêcher les voyageurs de se pencher au dehors.

Les avis sont partagés sur les mérites de ces deux types de voitures ; les voitures sans couloirs sont certainement plus commodes pour les trajets courts à cause de la facilité d'y entrer et d'en sortir : les voitures à couloirs sont, au contraire, préférables pour les longs voyages, surtout de nuit, avec arrêts rares, parce que, dans ce cas, la commodité de l'installation, la possibilité d'user à un moment quelconque des water-closets et des cabinets de toilette priment de beaucoup les facilités de l'entrée et de la sortie et les avantages de l'indépendance des compartiments.

Les voitures à couloirs sont généralement plus longues que les autres ; cela résulte de ce qu'elles sont destinées aux trains de luxe ou, au moins, aux trains à marche rapide, qu'on est amené à augmenter leur longueur pour ne pas perdre trop de place pour les water-closets, enfin qu'elles appartiennent aux derniers types créés et qu'on arrive aujourd'hui, sur tous les réseaux, à donner de grandes longueurs aux nouvelles voitures qu'on construit.

On peut compléter les communications que le couloir permet d'établir entre les compartiments d'une même voiture en réunissant les voitures entre elles au moyen de ponts volants abrités par des cloisons et des toitures à soufflets. Cette amélioration, qui est ancienne en Amérique, commence à être réalisée en Europe dans les trains de luxe. Elle donne aux voyageurs

la facilité de passer à un moment quelconque de leur compartiment dans les wagons-restaurants et les wagons-salons que comprend le train, et elle permet une surveillance complète avec un petit nombre d'agents.

En dehors de la distinction résultant de l'aménagement intérieur, les voitures à voyageurs offrent les caractères suivants, on emploie de plus en plus les roues pleines pour diminuer la poussière ; les ressorts sont longs et flexibles ; les caisses reposent sur le châssis au moyen de tampons en caoutchouc qui amortissent les vibrations. L'allure des voitures aux grandes vitesses est, en général, d'autant meilleure que l'écartement des essieux est plus grand ; aussi la longueur des voitures a beaucoup augmenté depuis quinze ans. Autrefois, la distance des essieux extrêmes ne dépassait guère 3^m60, de manière à rendre facile le tournage des véhicules sur les plaques dont le diamètre est habituellement de 4^m30 à 4^m50. Il y a aujourd'hui une tendance générale à adopter des écartements très supérieurs. Les nouvelles voitures de la Compagnie de l'Est ont leurs essieux écartés de 5^m70 ; celles de la Compagnie d'Orléans de 6^m80 ; dans celles de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, qui sont à trois essieux, les essieux extrêmes sont espacés de 7^m25. Enfin on commence à employer pour les voitures de luxe (sleeping de la Cie des wagons-lits, wagons-restaurants, wagons à couloir) les grandes longueurs de 15^m à 25^m avec châssis supportés par deux bogies.

260. — Éclairage. — Pendant longtemps on a éclairé les voitures simplement avec des lampes à huile ; aujourd'hui, en France, l'emploi du gaz riche obtenu par la distillation des bogheads tend de plus en plus

à se répandre. Chaque voiture porte un réservoir à gaz qu'on remplit, à peu près chaque jour, à des bouches placées entre les voies dans certaines gares.

L'éclairage électrique est encore peu répandu ; il est probable néanmoins qu'il finira par l'emporter sur les autres systèmes. On peut produire l'éclairage électrique, soit au moyen d'accumulateurs qu'on charge ou qu'on change pendant les longs stationnements, soit au moyen d'une dynamo actionnée par la locomotive ou par un des essieux du train, avec des accumulateurs placés dans un fourgon et dont on ne se sert que comme régulateurs de l'éclairage pendant les ralentissements et les arrêts, soit enfin par des dynamos actionnées par une machine spéciale.

261. — Chauffage. — En France, on a employé jusqu'ici presque exclusivement les bouillottes pour le chauffage des voitures ; en Allemagne, en Autriche, en Russie, etc., on se sert de poëles. On commence à adopter en France les poëles et les thermosiphons ; on emploie aussi les bouillottes à l'acétate de soude, qui dégagent beaucoup plus de chaleur que les bouillottes à eau ordinaires, et, sur certaines parties des réseaux du Nord et de l'Ouest, les bouillottes *mixtes* à eau avec chauffage au moyen de charbon dense. Sauf dans ce dernier cas, on chauffe généralement les bouillottes en y injectant un jet de vapeur.

L'emploi des poëles et des thermosiphons est avantageux au point de vue de l'économie ; il a l'inconvénient de donner une chaleur difficilement modérable, d'exiger une main-d'œuvre assez compliquée et beaucoup d'attention pour l'entretien du feu, enfin il offre certains dangers au point de vue des incendies.

Les bouillottes sont insuffisantes pour les grands froids ; leur remplacement exige l'ouverture des portières dans les voitures à compartiments isolés, ce qui est une gêne pour les voyageurs, et des manutentions longues et compliquées dans les voitures à couloirs. Les bouillottes mixtes à chauffage extérieur donnent une chaleur plus douce que celle des poëles, mais offrent les mêmes inconvénients au point de vue de l'entretien du feu et des dangers d'incendie. On étudie aujourd'hui sur plusieurs réseaux le chauffage au moyen de la vapeur prise dans la chaudière de la locomotive. Ce système exige l'emploi d'une conduite de vapeur sur toute la longueur du train, et, par suite, la multiplication des organes d'accouplement déjà nombreux ; il paraît néanmoins destiné à se répandre.

262. — Intercommunication. — En vertu d'une décision ministérielle du 10 juillet 1886, toutes les voitures qui entrent dans les trains de voyageurs doivent être munies d'appareils d'intercommunication destinés à permettre aux voyageurs de prévenir les agents du train en cas de danger. On emploie à cet effet des appareils électriques. La Compagnie du Midi et l'Administration des chemins de fer de l'État ont appliqué à l'intercommunication l'emploi du frein à air comprimé ; un robinet placé dans chaque compartiment permet de serrer le frein ; le train s'arrête en même temps que le chef de train est prévenu de l'appel.

263. — Poids morts. — Le transport de chaque voyageur exige le transport d'un poids *mort* correspondant à la fraction de la voiture qu'il occupe ; l'intérêt économique est de réduire au minimum ce poids mort ;

mais l'intérêt des voyageurs conduit au contraire à l'augmenter à mesure des progrès des chemins de fer. Plus les véhicules sont appelés à circuler à de grandes vitesses et plus ils doivent être lourds ; d'abord parce que les éléments qui les composent doivent être plus solides, et ensuite au point de vue de la stabilité. D'autre part, plus on veut donner de confortable aux voyageurs, plus il faut augmenter à la fois le poids des accessoires du wagon et l'espace par place.

Le poids mort par place des voitures de première classe ordinaires, qui était de 260 kilogs environ en 1847, s'élève aujourd'hui jusqu'au double. Pour la seconde classe, le poids mort a passé de 180 à 320 kilogrammes, soit une augmentation de 70 0/0 environ. Pour la troisième classe, il a passé de 140 à 200 kilogs, soit une augmentation de 45 0/0 environ. L'augmentation serait plus considérable si l'allongement des voitures n'avait permis de mieux utiliser le poids et l'espace. Le poids mort des voitures à couloirs est plus considérable. Il est, pour la première classe, de 664 kilogs dans les voitures de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, et de 880 kilogs dans les voitures du réseau de l'Etat ; pour la seconde classe, il est de 390 kilogs dans les voitures de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée et de 560 kilogs dans les voitures du réseau de l'Etat, enfin il est de 320 kilogs dans les voitures de 3e classe du réseau de l'Etat. Pour les voitures de luxe, le poids mort est encore plus considérable ; il atteint jusqu'à 2000 kilogs dans les voitures de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.

Les poids que nous venons d'indiquer sont les poids *par place offerte* ; en fait, une partie seulement de ces places sont occupées et on a à traîner effectivement, en

moyenne, une charge par voyageur de 2 à 3 tonnes pour la première classe, de 0'80 à 1'60 pour la seconde et de 0'50 à 0'70 pour la troisième.

264. — Prix des voitures. — Les voitures ordinaires coûtent environ :

1re classe.	16.000 fr. à 18.000 fr.
2e classe	13.000 fr. à 15.000 fr.
3e classe	7.000 fr. à 10.000 fr.

Les voitures de luxe sont de tout prix ; quelques-unes coûtent jusqu'à 30.000 fr. et 40.000 fr.

§ 3. — WAGONS A MARCHANDISES.

265. — Wagons à grande vitesse. — Les trains dits *de vitesse* ne transportent pas seulement des voyageurs ; ils transportent aussi des bagages, des messageries dont la quantité va toujours en augmentant, du poisson, du lait, etc. On a fait, pour ces divers transports, des wagons qui ne diffèrent guère des voitures à voyageurs que par la forme de la caisse ; celle-ci est vide à l'intérieur et n'est pas munie des doubles parois et garnitures destinées à préserver les voyageurs du froid. Les fourgons renferment en outre une guérite située en saillie sur le toit qui permet au chef de train ou garde-frein, sans sortir de son fourgon, de voir la machine et la voie. Les wagons-écuries sont aménagés pour recevoir les chevaux.

266. — Wagons ordinaires. — Les wagons à marchandises se distinguent des voitures à voyageurs, en

ce qui concerne le châssis, la suspension et l'attelage, par une plus grande rusticité et de moins grandes précautions pour amortir les chocs et les vibrations ; les ressorts sont moins longs, on supprime les plaques de caoutchouc entre la caisse et le châssis qui sont généralement solidaires. Dans certains cas particuliers on modifie le système d'attelage, en réunissant des wagons deux à deux au moyen d'une bielle rigide, articulée à chacun des wagons qu'elle relie. Ce système est employé pour faire servir, en les accouplant, les wagons ordinaires au transport de pièces de grande longueur, notamment des bois.

On cherche à réduire autant que possible le nombre des types de wagons à marchandises, pour augmenter leur utilisation et diminuer les parcours à vide. En général, le matériel se réduit aux types suivants : des wagons plats destinés au transport des marchandises qui peuvent rester découvertes et surtout de celles qui, étant très lourdes, exigent des grues pour leur manutention (bois, pierres, grosses pièces de fer ou de fonte, rails, etc.) ; des wagons plateformes à rebords peu élevés et des wagons tombereaux pour les marchandises qui peuvent rester à découvert mais exigent une caisse pour les contenir (houille, betteraves) ; des wagons couverts pour marchandises diverses. Ces derniers sont dans certains cas aménagés pour le transport des bestiaux ; à cet effet, ils sont munis à leur partie supérieure de volets mobiles qu'on peut ouvrir tout autour pour donner de l'air, et, à l'intérieur, d'anneaux pour attacher les animaux. En y ajoutant des bancs mobiles, on peut aménager ces wagons pour le transport des hommes ; c'est ce qu'on fait pour les transports de troupes et, quelquefois, dans les cas où

le matériel manque, pour le transport des voyageurs à petite distance, les jours de foires et de marchés.

Il existe quelques types de wagons spéciaux, sur chaque réseau, pour des natures de transport déterminées, et des wagons à quatre essieux pour les chargements très longs ou très lourds. En Allemagne, où l'absence de plaques tournantes permet d'adopter les grandes longueurs, on se sert beaucoup de ces longs wagons pouvant porter 15, 20 et même 30 tonnes, et reposant sur deux bogies ; on fait aussi des wagons à bière, à lait, etc.

On construit aujourd'hui en France les wagons pour recevoir des charges de 8 à 10 tonnes ; autrefois, on les faisait pour cinq tonnes seulement. Le poids mort des wagons à marchandises est de 5 à 8 tonnes, ce qui représente de 0^t 500 à 0^t 800 par tonne de chargement. Avec les grands wagons pouvant porter de 15 à 30 tonnes, on peut descendre jusqu'à 0^t 400 à 0^t 250 par tonne de chargement.

267. — Prix des wagons. — Les wagons à marchandises coûtent environ :

Fourgons.	5.000 fr. à 6.000 fr.
Wagons couverts. .	3.000 fr. à 4.000 fr.
Wagons découverts.	2.000 fr. à 3.000 fr.

§ 4. — VOITURES ET WAGONS DES LIGNES A VOIE ÉTROITE.

268. — Dispositions générales. — Le matériel des chemins de fer à voie d'un mètre diffère naturellement très peu du matériel des chemins de fer à voie large. On donne aux voitures et aux wagons des dimensions

presque égales à celles des voitures et wagons de la voie normale, parce que la réduction de la capacité est une grande gêne. Les roues ont un diamètre moindre (de 0,65 à 0,70). La charge sur les essieux varie avec le poids des rails ; il y a une tendance de plus en plus marquée à la porter à 8 tonnes environ pour les wagons à marchandises. Il n'y a qu'un seul tampon placé au-dessus ou au-dessous du crochet d'attelage ; celui-ci n'offre aucune particularité ; il en est de même des chaînes de sûreté. On emploie beaucoup les bogies qui permettent d'obtenir une longueur suffisante avec des courbes de faible rayon, et, si le rail est léger, d'avoir une charge utile de 10^{t} correspondant à 14 ou 15 tonnes de poids total sans dépasser une charge par essieu de 4 à 5 tonnes.

Avec la voie de 0^{m} 60, on donne, dans le système Decauville, aux voitures et wagons une largeur qui atteint 1^{m} 70 ; mais c'est aux dépens de la stabilité qui n'est plus assurée en cas de vent très fort ou de déplacement accidentel de la charge. On est presque forcé d'employer les bogies ; le reste des dispositions diffère peu des dispositions adoptées pour la voie d'un mètre.

269. — Poids mort et prix. — Le poids mort des voitures à voyageurs par place offerte varie, sur les lignes à voie étroite, de 130 à 250 kilogrammes. Pour les tramways, il descend en Belgique à 70 kilogrammes. Le poids mort des wagons par tonne de marchandises varie de 400 à 500 kilogrammes.

Les voitures à voyageurs coûtent environ 5000 francs pour 20 places. Les wagons à marchandises coûtent environ un tiers de moins que les wagons des lignes à voie large.

§ 5. — MACHINES.

270. — Principes généraux. — Les principaux organes de la locomotive, considérée comme véhicule, sont les mêmes que ceux des voitures et wagons, et nous avons indiqué précédemment les dispositions spéciales qui les caractérisent dans certains cas. Nous ne ferons pas l'étude de la locomotive considérée comme machine à vapeur ; nous étudierons seulement les conditions dans lesquelles elle est utilisée.

La locomotive prend son point d'appui sur le rail par l'adhérence, grâce à laquelle elle peut produire un effort de translation dans le sens de la voie. La valeur théorique de cet effort se calcule en égalant le travail de translation pendant un tour de roue au travail de la vapeur sur les pistons ; on obtient ainsi *l'équation de la locomotive :*

$$e = p \frac{d^2 c}{D}$$

en appelant d le diamètre des pistons, c leur course, D le diamètre des roues et p la pression de la chaudière.

On prend généralement pour l'effort réel E les 0,65 de l'effort théorique et on a :

$$E = 0{,}65\ p \frac{d^2 c}{D}$$

Cette valeur de E ne représente pas l'effort maximum possible en réalité, car le coefficient d'utilisation atteint et dépasse même 0, 80 dans certaines conditions ; mais la machine n'est pas en état de fournir cet effort maximum dans toutes les conditions d'admission et de vitesse ; au démarrage, notamment, il est

sage de ne pas compter sur une utilisation de plus de 0, 65.

Il est important de ne pas confondre l'effort maximum, donné par l'équation de la locomotive, avec l'effort normal qu'il convient de lui demander. Comme toutes les machines à haute pression étudiées en vue d'un rendement économique, la locomotive est une machine *à détente* ; elle ne doit donc pas travailler normalement à pleine pression. La meilleure utilisation de la vapeur correspond à une admission de 0, 20 à 0, 30 ; l'effort moyen, dans ce cas, est donné par la surface du diagramme du travail pendant la course totale du piston, divisée par la longueur de cette course ; il correspond à un effort effectif qui n'est guère, aux vitesses moyennes, que le tiers de l'effort théorique, soit la moitié de l'effort maximum pratique et qui descend beaucoup plus bas aux grandes vitesses.

L'effort moteur maximum dont une machine est susceptible n'est pas indépendant de la vitesse ; il passe par un maximum qui, avec les machines ordinaires, correspond à une vitesse voisine de 30 kilomètres pour les machines express, et de 15 kilomètres pour les machines à marchandises ordinaires ; il en résulte qu'une de ces machines qui gravit une rampe en donnant son maximum d'effort peut être considérée comme devenue impuissante si, au maximum de pression, sa vitesse est descendue au-dessous de ces limites ; elle s'arrête forcément. Cette diminution d'effort aux faibles vitesses à partir d'un moment donné est due à *l'avance à l'échappement* ; les organes de distribution sont disposés de façon à ce qu'il ne se produise pas de contre-pression en marche normale ; mais il n'en est plus de même à une vitesse faible.

271. — Puissance des locomotives. — La locomotive est un moteur ; ce qu'on lui demande n'est pas un effort statique, c'est un *travail*. Il faut donc, pour connaître les charges qu'elle peut remorquer, se rendre compte du travail qu'elle peut fournir dans les différents cas. Celui-ci est proportionnel à la puissance de vaporisation de la chaudière, c'est-à-dire à la quantité et à la pression de la vapeur qu'elle peut produire ; ces deux valeurs dépendent elles-mêmes, pour un même timbre de la chaudière, de la surface de grille ; nous ne parlons pas de la surface de chauffe qui doit être proportionnée à la surface de grille, ni des variations de la surface de grille en raison des qualités diverses de combustible qu'elle doit recevoir (grilles de l'État Belge pour les menus, grilles des locomotives brûlant des charbons anglais).

La puissance d'une locomotive, ne dépendant que des dimensions de ses divers éléments et du timbre de la chaudière, doit être théoriquement constante. Mais, en pratique, elle varie d'environ un quart de sa valeur maximum, par suite de l'alimentation. Chaque fois, en effet, qu'on introduit de l'eau dans la chaudière, une partie de la chaleur fournie par le foyer est employée à élever la température de cette eau, et le surplus seulement reste disponible pour être transformé en travail. Dans les locomotives des types les plus répandus, le *volant d'eau*, c'est-à-dire la différence des capacités de la chaudière qui correspondent aux niveaux maximum et minimum, est d'environ un mètre cube. La machine peut au besoin fournir tout le travail représenté par ce volume d'eau avant qu'on ait à alimenter de nouveau. Dans ce cas, sa puissance peut dépasser d'un tiers celle qui correspond aux conditions normales de la marche,

c'est-à-dire au cas où on maintient le niveau dans la chaudière en alimentant de temps à autre. Le parcours qui peut être effectué sans alimenter, en produisant le travail maximum, est de trois à quatre kilomètres pour les machines ordinaires. Nous avons vu précédemment que ce supplément de force peut être utilisé, dans certains cas, pour franchir des rampes exceptionnelles.

Dans les locomotives, comme d'ailleurs dans toutes les machines à vapeur, l'augmentation de la pression entraîne une augmentation de puissance effective supérieure à celle qui résulterait d'une simple proportionnalité. Aussi existe-t-il une tendance continue à élever la pression ; elle a toujours été en croissant depuis l'origine des chemins de fer. Jusqu'à ces dernières années elle a été limitée à 9 ou 10 kilogs ; aujourd'hui on adopte, comme timbre normal des chaudières que l'on construit, 14 et 15 kilogs. L'augmentation de puisssance qui en résulte permet de réaliser des améliorations importantes, non seulement dans la traction, mais aussi dans l'exploitation.

Indépendamment de l'augmentation de puissance et de la meilleure utilisation du combustible, on trouve dans l'emploi des hautes pressions l'avantage d'augmenter l'élasticité de la machine, par suite de la plus grande quantité de travail emmagasiné dans la chaudière lorsqu'elle est pleine à la pression maximum. On augmente aujourd'hui, dans le même but, les dimensions des chaudières, de manière à avoir une réserve d'énergie aussi grande que possible. On peut, grâce à cette réserve, franchir sans diminution de vitesse les rampes qui ne sont pas trop longues.

272. — Vitesse des locomotives. — En raison des conditions de son emploi que nous analyserons plus loin, la locomotive a besoin d'une grande élasticité dans son fonctionnement, non seulement au point de vue des efforts à produire, mais encore au point de vue des vitesses. Celles-ci ont pourtant des limites : les locomotives à grande vitesse actuelles sont construites, en général, pour faire normalement de 60 à 100 kilomètres à l'heure, ce qui correspond à un nombre de tours de roues de 160 à 260 par minute, ~~exceptionnellement~~, elles peuvent atteindre des vitesses de 120 à 130 kilomètres. Naturellement, la vitesse peut décroître jusqu'à zéro ; mais lorsqu'elle descend au-dessous d'une certaine limite, la puissance de la machine est réduite dans une notable proportion.

Les machines à marchandises ne peuvent dépasser sans inconvénient des vitesses qui varient selon le type, mais qui ne vont pas au delà de 40 à 50 kilomètres ; bien qu'elles aient des roues plus petites, elles ne font pas, dans ce cas, un nombre de tours de roues supérieur à celui que font les machines à grande vitesse lorsqu'elles marchent de 70 à 100 kilomètres ; mais les pièces du mécanisme, qui sont plus lourdes, notamment les bielles d'accouplement, produisent des perturbations plus grandes, et les cylindres sont en outre placés d'une manière moins favorable pour les grandes vitesses, à cause de la nécessité de charger l'essieu d'avant, qui est couplé avec les autres, pour lui donner de l'adhérence.

En Allemagne, le nombre de tours autorisé à la vitesse maximum est de 260 pour les machines à deux essieux couplés, 200 pour les machines à trois essieux

couplés et 160 pour les machines à quatre essieux couplés.

273. — Classification des machines. — *Express.* — En reprenant l'équation de la locomotive on voit que l'effort de traction est en raison inverse du diamètre des roues motrices ; d'autre part, la vitesse est proportionnelle à ce diamètre pour un même nombre de coups de piston ; enfin, le travail est proportionnel au produit de l'effort de traction moyen par la vitesse. Les machines express doivent donc avoir de grandes roues et une chaudière puissante, mais leur effort de traction est relativement faible.

Le type primitif de la machine à grande vitesse était le type Crampton, avec un seul essieu moteur placé en

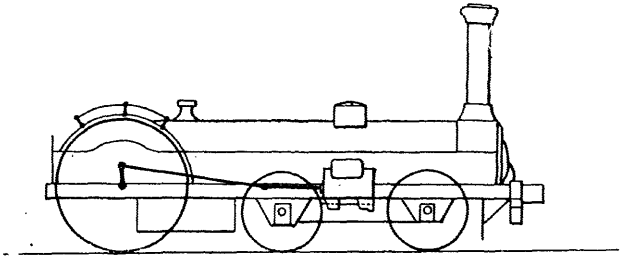


Fig. 324.

arrière du foyer ; cette position de l'essieu moteur ne se prêtait pas à l'allongement de la chaudière et par conséquent limitait la puissance de la locomotive. Depuis vingt ans environ, on a réussi à faire des bielles d'accouplement avec lesquelles le danger de rupture, très redouté au début, est peu à craindre, et maintenant, en France, on construit toutes les machines à grande vitesse avec deux essieux couplés. On obtient ainsi une grande adhérence et la possibilité de charger fortement

les trains. Ce n'est pas qu'en marche et en palier l'adhérence d'un seul essieu ne soit suffisante. Avec les grandes vitesses, elle n'est même pas utilisée en entier ; mais il n'en est pas de même au démarrage : une machine qui manque d'adhérence ne peut enlever un train lourd et, si elle réussit à l'enlever, ne peut se mettre en vitesse qu'avec une extrême lenteur, parce qu'elle

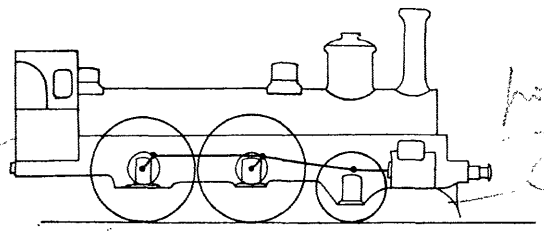


Fig. 325.

ne peut produire un effort suffisant pour donner à l'accélération une valeur élevée.

Dans les types primitifs, les machines étaient à trois essieux, dont un porteur à l'avant ; pour augmenter leur puissance, on a dû allonger la chaudière et agrandir la boîte à feu ; on se trouve ainsi amené, pour bien répartir les charges, à avoir, en arrière, un porte à faux assez considérable. Le porte à faux a deux inconvénients : il augmente les mouvements de lacet, et il éloigne le centre de gravité de l'essieu d'avant. Les mouvements de lacet, qui sont toujours gênants, peuvent devenir dangereux lorsqu'ils dépassent une certaine limite. Quant à la position du centre de gravité elle a une très grande importance parce que c'est d'elle que dépend la position que la machine tend à prendre lorsque les ressorts de l'essieu d'avant et de celui d'arrière viennent à fléchir et qu'il se rencontre une dénivellation de la voie. En Angleterre on considère comme

indispensable que le centre de gravité de la machine soit placé en avant de l'essieu du milieu, dans les machines à trois essieux, ce qui conduit presque forcément à placer un des essieux en arrière de la boîte à feu. On remédie en partie aux inconvénients de porte à faux en reliant la machine au tender par un attelage très rigide ; mais l'agrandissement des foyers fait préférer aujourd'hui en France l'emploi d'un quatrième essieu, simplement porteur, en arrière du foyer ou au-

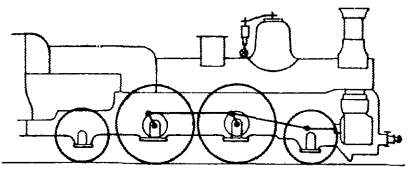


Fig. 326.

dessous (machines de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, de la Compagnie d'Orléans et de l'État). La Compagnie du Nord a adopté une autre solution en plaçant à l'avant un bogie ; c'est cette solution qui pa-

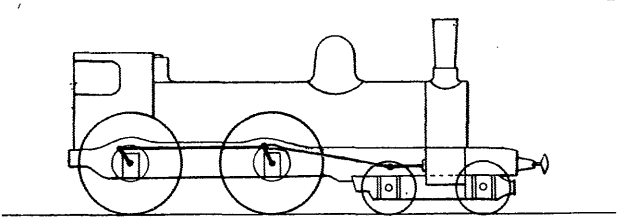


Fig. 327.

raît prévaloir aujourd'hui ; les Compagnies de l'Ouest, de l'Est et de Paris-Lyon-Méditerranée viennent de l'appliquer à leurs nouvelles machines à grande vitesse.

Les machines à grande vitesse qui sont actuellement en usage courant en France peuvent exercer un effort

maximum réel de traction au démarrage $\left(\frac{0,\ 65\ p\ d^2\ c}{D}\right)$ de 3.500 kilogrammes environ ; l'effort moyen réel en marche est, comme nous l'avons dit, la moitié du précédent, soit environ 1.800 kilogrammes. Dans ces conditions, les machines remorquent des trains de 150 à 200 tonnes à des vitesses de 70 à 80 kilomètres à l'heure en moyenne. Depuis quelques années, on est arrivé à des types de machines beaucoup plus puissantes dont l'effort maximum réel au démarrage atteint 5.000 à 6.000 kilogrammes et l'effort moyen 2.500 à 3.000 kilogrammes. Ces machines peuvent remorquer des trains de 250 à 300 tonnes, à une vitesse soutenue de 70 à 80 kilomètres à l'heure, sur des lignes comportant des rampes de 5 millimètres sur une partie de leur parcours ; elles sont destinées à faire de très longs trajets sans arrêt et sont, en conséquence, munies d'un tender très grand à trois essieux pouvant contenir 15 mètres cubes d'eau et 3.500 kilogrammes de charbon.

Le poids des locomotives à grande vitesse du type normal est de 35 à 40 tonnes avec un tender de 20 tonnes, soit de 55 à 60 tonnes. Les locomotives des nouveaux types pèsent beaucoup plus : leur poids atteint jusqu'à 50 tonnes en ordre de marche, et celui de leur tender 30 tonnes, soit 80 tonnes en tout. Les machines Compound du P.-L.-M pèsent 85 tonnes, tender compris.

Machines à marchandises ordinaires. — Pour les machines à marchandises, qui doivent marcher lentement, les conditions sont inverses de celles qui sont relatives aux machines express ; il faut de petites roues et on peut avoir un grand effort de traction sans que la puissance dépasse et même atteigne celle de certaines

machines express. Pour que ce grand effort de traction soit réalisable, il faut une forte adhérence, ce qui conduit à coupler toutes les roues.

Le type normal de la machine à marchandises est la

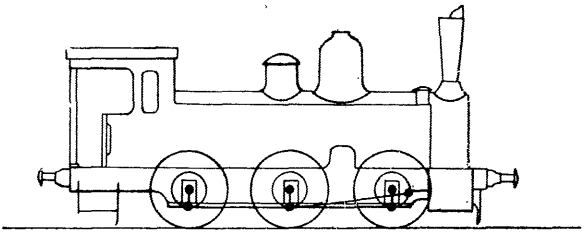


Fig. 328.

machine à trois essieux couplés, à roues de 1^m 30 à 1^m 50 de diamètre. Elle peut produire un effort maximum réel au démarrage de 5.500 à 6.000 kilogrammes : l'effort moyen en marche, en palier, est de 2.500 à 3.000 kilogrammes environ. Ces machines remorquent en palier des charges de 600 à 700 tonnes.

Les machines à marchandises paraissent sur le point de subir une transformation analogue à celle que subissent les machines à voyageurs par suite de l'augmentation de puissance que l'élévation de la pression permet de réaliser. Nous montrerons plus loin les avantages qu'offrirait au point de vue de l'exploitation une accélération de la vitesse des trains de marchandises ; cette accélération peut être réalisée, grâce à l'augmentation de la puissance, sans diminution de l'effort de traction et par suite de la charge remorquée. C'est dans ce sens qu'on cherche actuellement à améliorer les machines ; on étudie sur plusieurs réseaux des types permettant de remorquer à des vitesses de 40 à 45 kilomètres à l'heure les charges que les machines actuelles traînent à la vitesse de 25 à 30 kilomètres.

Machines de montagne. — Nous avons vu précédemment avec quelle rapidité la charge décroît sur les rampes lorsque la déclivité augmente. On a été conduit, par suite, pour les lignes à forte rampe, à augmenter l'effort de la traction et la puissance du moteur. De là les machines dites *de montagne*, à quatre essieux couplés, qui peuvent produire un effort de traction de 8.000 à 9.000 kilogrammes. Ces machines ont des roues de $1^m 20$ à $1^m 30$. Les divers types en usage en France sont presque identiques ; la machine pèse 52 tonnes et le tender au moins 20 tonnes, soit 72 tonnes en tout.

Machines mixtes. — Entre les machines à grande vitesse et les machines à marchandises se placent des machines dites mixtes, parce qu'elles sont intermédiaires entre ces deux catégories : elles sont destinées à traîner à des vitesses *moyennes*, c'est-à-dire de 40 à 70 kilomètres à l'heure, des charges exigeant un effort de traction plus considérable que celui qu'on demande aux machines express. On faisait autrefois des machines mixtes pour remorquer les trains de voyageurs à vitesse moyenne sur les lignes à profil facile ; aujourd'hui le service est généralement fait par les machines à grande vitesse, dont la puissance est largement suffisante pour la charge que l'on peut pratiquement donner à ces trains. Mais il n'en est pas de même sur les lignes à fortes rampes ; pour remorquer des trains un peu lourds sur des rampes de 20 millimètres et au-dessus à des vitesses dépassant 30 kilomètres, ou sur des rampes de 15 millimètres à des vitesses dépassant 40 kilomètres, les machines express n'ont pas une *adhérence* et une *force* suffisantes, les machines à marchandises ne permettent pas d'obtenir une *vitesse*

moyenne convenable, en marchant sur les paliers et sur les pentes à un régime de 60 à 70 kilomètres ; on recourt alors à des machines à trois essieux couplés de $1^m.50$ à 1^m 70 de diamètre. Le poids de ces machines des types courants est de 35 tonnes environ ; la Compagnie d'Orléans en a construit une, récemment, avec un quatrième essieu porteur et du poids de 51 tonnes.

Machines de banlieue et de manœuvres. — Les machines que nous venons de décrire ont un caractère commun ; elles sont destinées à produire un effort soutenu pendant la marche, et doivent, par suite, être en mesure de produire, d'une manière continue, la quantité de vapeur nécessaire au travail maximum normal. Il n'en est pas de même pour les machines destinées à faire des manœuvres dans les gares ou à remorquer des trains de banlieue. Ces machines doivent avoir un effort de traction considérable pour pouvoir traîner de fortes charges et démarrer facilement ; mais leur puissance peut être relativement faible, parce qu'elles s'arrêtent à de très courts intervalles pendant lesquels la pression remonte. Ce sont, habituellement, des machines-tender, c'est-à-dire qu'elles portent sur elles leur provision d'eau et de charbon, qui peut être faible en raison de la proximité des moyens d'alimentation pour les machines de manœuvres et du peu de longueur des parcours pour les machines de banlieue.

274. — Machines anglaises. — Les types que nous venons de décrire sommairement sont les types en usage sur les grands réseaux Français, où l'objectif est surtout de diminuer les frais de traction par tonne utile en remorquant les plus fortes charges possibles et de simplifier le service en construisant des machines qui

qui se prêtent à des usages multiples ; ces deux considérations conduisent à l'emploi de machines très puissantes pour tous les cas. En Angleterre, pour les trains express, on prend comme objectif presque absolu la vitesse et on admet que l'accroissement du trafic doit conduire à augmenter, non pas la charge de ces trains, mais leur nombre ; aussi emploie-t-on encore sur plusieurs réseaux des machines à roues libres, avec essieu moteur très chargé (16 à 17 tonnes) et mouvement intérieur ; ces machines sont extrêmement stables. Le poids des machines anglaises, qui n'ont que trois essieux à moins qu'elles ne soient munies d'un bogie à l'avant, n'a augmenté dans les machines récentes qu'en raison de l'augmentation de vitesse qu'on leur demande. En France, au contraire, chaque fois qu'on fait un nouveau type de machine express, on se propose non seulement d'aller plus vite, mais de traîner plus, d'où une double augmentation de poids.

275. — Machines légères. — Pour faire des trains lourds, qu'ils servent au transport des voyageurs ou au transport des marchandises, il ne suffit pas d'avoir des machines puissantes, il faut avoir quelque chose à leur faire traîner. Or, sur un très grand nombre de lignes, il n'y a pas un trafic suffisant pour faire la charge de très fortes machines. Lorsque d'autres considérations n'obligent pas à employer quand même les machines des grandes lignes, on est alors conduit à avoir des machines légères qui sont presque exclusivement des machines-tenders ; c'est ce que font, presque toujours, en France, les Compagnies d'intérêt local. On emploie, en général, des machines de 20 à 25 tonnes. L'Administration des chemins de fer de l'Etat a fait construire,

pour le service de certaines lignes peu importantes, des *machines-fourgons* qui portent à l'arrière un fourgon, et qui font un excellent service. Ces machines ont trois essieux dont deux accouplés ; les roues motrices ont un diamètre de 1m 32 ; elles peuvent exercer un effort moteur maximum de 2.000 kilogrammes ; la chaudière est timbrée à 12 kilogrammes. Elles sont relativement très puissantes et remorquent sans difficulté sur des lignes à rampes de 10 millimètres des charges de 100 tonnes à la vitesse de 45 kilomètres. Leur poids est de 25 tonnes en ordre de marche.

La réunion de la machine et du fourgon offre des inconvénients. Pour la réaliser on est obligé de placer le fourgon en porte-à-faux en arrière de la machine, et, pour les vitesses un peu fortes, les agents y sont très mal. L'espace dont le mécanicien dispose pour mettre son charbon est trop restreint ; enfin, la réforme des tarifs de grande vitesse de 1892 tend à développer dans une très forte proportion les expéditions de messageries, de denrées etc. qui ne peuvent être transportées, sur les lignes à faible trafic, que dans les trains de voyageurs. Il devient par suite nécessaire, pour pouvoir donner au fourgon de plus grandes dimensions, de le séparer de la machine. On peut le faire sans aucun inconvénient sérieux, pourvu qu'on puisse établir une communication entre le fourgon et la plateforme sur laquelle se tient le mécanicien. Cette dernière condition est nécessaire, comme nous le verrons en traitant de l'exploitation, pour permettre dans certains trains d'économiser un agent.

Sur les lignes à très faible trafic et notamment sur les tramways, on peut diminuer encore le poids du moteur, et employer des machines qui pèsent seulement

environ 15 tonnes. On peut même descendre au-dessous de ce poids en réunissant la voiture à la machine de manière à augmenter la charge sur les roues motrices ; mais, pour que leur réunion n'offre pas d'inconvénients graves, il faut qu'elles puissent être séparées, de manière à n'être pas immobilisées à la fois chaque fois que l'une ou l'autre a besoin de réparations. Ce résultat est obtenu d'une manière très simple dans le système Rowan. La voiture est supportée à une de ses extrémités par un essieu ordinaire et à l'autre par un truck amovible auquel est fixé le moteur. Celui-ci est d'ailleurs assez puissant pour pouvoir remorquer au besoin une seconde voiture, qui est indépendante de la première et lui est seulement rattachée au moyen d'un attelage. La grande charge des essieux moteurs que l'on obtient avec ce système est surtout utile sur les tramways, où on n'a habituellement à transporter qu'un petit nombre de voyageurs par train, et où l'état boueux des rails et les fortes rampes qu'on rencontre sur certains points rendent nécessaire un poids adhérent aussi fort que possible.

L'emploi des machines légères est tout à fait courant en Allemagne et en Autriche ; dans ces pays, on admet pour les lignes à faible trafic (*Secundarbahnen*), des voies beaucoup plus faibles et par suite des machines beaucoup plus légères que sur les lignes importantes.

276. — Prix des machines. — Le prix des machines est, en moyenne, de 1 fr. 50 à 2 francs par kilogr. : les dernières machines du réseau de l'État ont été adjugées en 1891 à raison de 1 fr. 48 le kilog. Le prix des tenders est de 1 franc environ le kilogr.

Le coût d'une machine ordinaire avec son tender varie entre 75.000 et 100.000 francs.

277. — Machines des lignes à voie étroite. — En principe, les machines des lignes à voie étroite ne diffèrent pas des machines des lignes à voie large ; mais comme, en France du moins, elles sont destinées exclusivement à circuler sur des lignes peu importantes exploitées à faible vitesse, et que les réseaux à voie étroite, dispersés, ne permettent pas de poursuivre les idées d'unité appliquées sur les grands réseaux à voie large, elles ont été conçues plus spécialement en vue des services qu'elles ont à rendre. D'une manière générale, le rapport des éléments entre les machines pour voie de un mètre et les machines pour voie normale est, à très peu près, égal au rapport entre les largeurs de ces voies. Les poids admis sont en général aussi de 15 à 25 tonnes. La plupart de ces machines sont à trois essieux couplés avec des charges d'essieux de 5 tonnes à 8t 500; on y ajoute souvent un quatrième essieu porteur rendu mobile au moyen d'un bissel ou d'un artifice du même genre; on a ainsi l'avantage de pouvoir allonger la machine sans diminuer sa flexibilité et augmenter un peu son poids, ce qui permet de lui donner plus de *puissance* et de meilleures proportions. On emploie également des machines Mallet analogues à celles qui figuraient à l'Exposition de 1889 sur le chemin de fer de Decauville ; dans ces machines, la chaudière repose sur deux bogies dont l'un porte une paire de grands cylindres et l'autre une paire de petits cylindres : on peut à volonté faire agir à la fois la vapeur par détente des petits cylindres dans les grands ou directement dans les grands. La Compagnie des chemins de fer départementaux,

qui emploie ces machines, les considère comme supérieures aux autres types.

§ 6. — UNITÉ TECHNIQUE DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER.

278. — Unité au point de vue des échanges de matériel entre réseaux étrangers. — Les échanges de matériel roulant entre les divers réseaux constituent, sinon une nécessité, au moins une facilité importante donnée à l'exploitation : ils sont la seule raison d'être de l'unité de largeur adoptée dans presque toute l'Europe dans les voies normales. En supprimant les transbordements, on évite aux voyageurs de grands parcours un ennui, et, dans beaucoup de cas, une fatigue, aux marchandises, une perte de temps et souvent des avaries, enfin, au matériel lui-même, la mauvaise utilisation qui résulte du fractionnement des parcours. Dès la création du réseau général des chemins de fer, on a été conduit à faire des échanges de wagons de réseau à réseau. Le développement des chemins de fer et les progrès de l'exploitation ont fini par amener à ce sujet l'étude des règles internationales qui ont été établies par une conférence technique tenue à Berne et consacrées pour la France par un arrêté de M. le Ministre des Travaux publics en date du 31 mars 1887. Cet arrêté et les arrêtés identiques, pris en même temps en Allemagne, en Italie, en Autriche-Hongrie et en Suisse, ont fixé, pour le matériel roulant admis aux échanges, les maxima et les minima relatifs à la largeur de la voie sur laquelle ce matériel pourrait circuler, à l'écartement des essieux et des roues, aux dimensions et à la position des bandages et boudins, à la hauteur et au

diamètre des tampons, à la disposition des attelages, au sens de rotation des manivelles des freins et à la position des guérites des garde-freins. Ils ont en outre spécifié que les roues en fonte fondue en coquille seraient admises dans les véhicules non munis de freins et que les châssis devraient être pourvus d'appareils élastiques de choc et de traction.

279. — Unité dans le même réseau. — Dans le même réseau, on s'attache en général à diminuer le nombre des types de manière à permettre aux machines et aux véhicules de s'adapter au plus grand nombre d'usages possible et à faciliter les réparations par l'emploi de pièces de rechange identiques. Cette recherche de l'unité est quelquefois poussée trop loin. L'adaptation des wagons et surtout des machines à des besoins très variés ne s'obtient pas sans sacrifier certains avantages, et la spécialisation permet presque toujours de réaliser des économies lorsqu'on a un emploi suffisant des véhicules ou des machines pour les besoins spéciaux en vue desquels ils ont été créés. C'est ainsi qu'en dehors du matériel courant on a été amené à construire, sur certains réseaux, des wagons à houille, des wagons à lait, des wagons pour le transport des longues pièces de bois, etc. On a de même spécialisé certains types de machines selon le profil des lignes, et on arrivera probablement aussi à les spécialiser selon l'importance du trafic. Le progrès, qui marche beaucoup plus rapidement que l'usure du matériel, ne peut d'ailleurs s'accommoder de l'unité de types poussée au delà d'une certaine limite, car il y a presque toujours intérêt, chaque fois qu'on met en œuvre un lot important de machines ou de wagons, à les faire sur un modèle différent de

ceux qui existent déjà. Ce qui importe, et ce que l'on peut toujours faire, c'est d'éviter de multiplier inutilement les pièces de rechange, et, par exemple, parce qu'on changera la pression de la chaudière d'une machine ou les dimensions des cylindres, de modifier inutilement le diamètre des essieux et des roues ou la forme des pièces accessoires.

CHAPITRE XII.

RÉSISTANCE DES TRAINS A LA TRACTION

§ 1. — ÉLÉMENTS DE LA RÉSISTANCE DES TRAINS.

280. — Utilité de l'étude des résistances. — Lorsqu'on connaît le moteur employé, les véhicules qu'il doit remorquer et la voie sur laquelle se fait le roulement, il faut encore, pour résoudre les problèmes relatifs à la traction, connaître la *résistance à la traction* des véhicules à mettre en mouvement, y compris le moteur lui-même. Ce n'est pas pour former les trains qu'on a besoin de formules de résistance : le moyen le plus pratique d'être fixé à ce sujet pour une machine donnée, circulant sur une ligne donnée, est d'augmenter progressivement sa charge jusqu'à ce qu'elle ne puisse plus remorquer le train avec la vitesse déterminée pour sa marche ; et effectivement c'est ainsi qu'on opère en pratique. Mais l'étude des résistances est capitale au point de vue de la construction des machines et de la voie ; elle permet de savoir quelle force doit être donnée aux premières pour atteindre un but déterminé, et quelle est l'influence des accidents de la seconde (rampes, courbes, etc.) sur la charge remorquée.

Les éléments qui entrent dans la résistance des trains sont complexes. Nous les examinerons successivement.

281. — Frottement des roues sur les fusées. — D'après la loi de Coulomb le frottement est indépendant de la surface et de la vitesse[1] et proportionnel à la pression. Si ω est le poids supporté par l'essieu, et F le coefficient de frottement correspondant aux surfaces en contact, la résistance r mesurée sur les fusées s'exprime par

$$r = \omega F$$

Ce que l'on veut connaître habituellement, c'est la résistance R rapportée à la jante des roues. Si d est le diamètre des fusées et D celui des roues, on a :

$$R = \omega F \frac{d}{D}$$

En appelant P le poids total qui porte sur les rails par l'intermédiaire de l'essieu (y compris l'essieu lui-même et les roues) et p le poids de cet essieu et de ces roues, la relation précédente s'écrit :

$$R = (P-p) F \times \frac{d}{D}$$

Comme nous le verrons plus loin, on a l'habitude de rapporter toutes les résistances au poids du train ; d'un autre côté, le rapport *moyen* entre le poids de l'essieu et la charge qu'il porte varie peu ; on admet approximativement :

$$P-p = \frac{5}{6} P.$$

D'où, en posant : $\frac{5}{6} F = f$:

$$R = \frac{5}{6} F P \times \frac{d}{D} = f P \frac{d}{D}.$$

1. Cela n'est pas rigoureusement exact comme nous le verrons plus loin à propos des freins.

On devrait, d'après cette formule réduire au minimum le diamètre des fusées ; mais indépendamment des conditions de résistance à remplir, il est nécessaire au point de vue du graissage que le contact de la fusée et de son coussinet s'exerce sur une surface assez étendue ; le diamètre des fusées ne descend pas au-dessous de huit centimètres. La même formule conduit à augmenter le diamètre des roues ; celles-ci ont généralement un mètre de diamètre seulement pour les voitures et wagons ; leur dimension est limitée par l'obligation de les placer au-dessous de la caisse dans la plupart des cas, et par la nécessité d'avoir des roues d'un diamètre unique afin de faciliter les remplacements et d'assurer le contact des tampons. En pratique le rapport $\frac{d}{D}$ est compris entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{12}$.

La valeur de f varie avec la nature des surfaces en contact et avec la perfection du graissage ; elle a fait l'objet de nombreuses expériences. On peut admettre comme chiffre moyen de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{70}$ pour la valeur de f, ce qui donne pour R de 1 kilog. 20 à 2 kilogrammes par tonne.

282. — Résistance due à la voie. — *Alignements droits.* — La résistance de la voie dans les alignements droits est extrêmement faible ; contrairement à ce qu'on pourrait croire au premier abord et à ce qu'on a cru longtemps, il n'y a presque pas de différence entre la résistance sur une bonne voie et la résistance sur une voie mal réglée.

Courbes. — Les calculs qu'on peut faire pour évaluer théoriquement la résistance due aux courbes ne conduisent à aucun résultat sérieux. Le mouvement des véhicules en courbe est extrêmement complexe ; il comporte, non seulement des glissements et des pivotements du bandage sur les rails, mais encore des frottements du boudin contre le champignon et en outre si, comme cela est la règle générale, l'essieu n'est pas guidé suivant les rayons de la courbe, des déplacements brusques dus aux réactions qu'entraîne le mouvement de lacet. Les résistances qui naissent de toutes ces causes ne peuvent être déterminées qu'en bloc et par mesure directe ; encore les résultats trouvés doivent-ils varier avec le serrage des attelages, le jeu de la voie, l'état des rails, etc.

Déclivités. — Dans les déclivités, la composante de la gravité suivant l'axe de la voie entraîne une résistance positive ou négative de 1 kilogramme par tonne et par millimètre de pente. C'est le seul des éléments de la résistance totale qui puisse s'évaluer à priori par la théorie, sans expériences spéciales.

283. — Résistance de l'air. — La résistance de l'air joue un rôle de plus en plus considérable à mesure que la vitesse augmente, mais elle n'est jamais négligeable ; elle se compose de quatre éléments :

1° Résistance des surfaces de front, que le premier véhicule doit vaincre pour fendre l'air.

2° Résistance latérale résultant du frottement de l'air sur les parois latérales du train.

3° Résistance à l'arrière due au travail de l'air qui vient remplir l'espace laissé vide derrière le dernier véhicule.

4° Résistance des surfaces masquées à distance, c'est-à-dire des wagons placés après le premier et de la partie du premier wagon masquée par la machine.

La résistance à l'avant et la résistance à l'arrière se confondent habituellement dans les mesures ; la résistance latérale est négligeable. Quant à la résistance des surfaces masquées partiellement on ne l'évalue pas séparément, mais on la confond avec les précédentes dans l'estimation de la résistance pour l'ensemble du train ; elle peut devenir très importante si, comme cela arrive souvent dans les trains de marchandises, on sépare des séries de wagons couverts par un ou plusieurs wagons découverts ; mais les trains ainsi composés marchent en général lentement, ce qui diminue beaucoup son influence. Dans les trains à grande vitesse, on l'élimine en grande partie en prenant des véhicules de même gabarit et en les rapprochant.

L'étude de la résistance de l'air n'a pas été faite théoriquement à un point de vue général ; elle est d'ailleurs très complexe, car elle dépend non seulement des vitesses et des formes, mais aussi de l'étendue des surfaces. Le plus simple est donc d'en faire l'évaluation directe en ce qui concerne les trains de chemins de fer.

A la résistance de l'air, il faut ajouter l'action du vent. Celle-ci donne une résistance positive, lorsque la direction du vent est opposée à celle du train ; elle donne une résistance négative, autrement dit une diminution de la résistance totale, si le vent souffle dans le sens du train. En général, le vent est oblique, et alors il a pour effet, lorsqu'il est violent, d'appuyer les boudins des roues contre le rail ; la résistance qu'il produit ainsi est considérable mais varie avec son orientation par

rapport à la voie, et, bien entendu, avec les surfaces transversales des véhicules.

284. — Résistance propre des machines. — Enfin, aux résistances que nous venons d'analyser, il faut ajouter la résistance propre de la machine, c'est-à-dire la résistance provenant du mécanisme (accouplement des roues, distribution, etc.).

§ 2. — MESURE EXPÉRIMENTALE DE LA RÉSISTANCE DES TRAINS A LA TRACTION.

285. — Mesure directe des résistances. — Pour mesurer directement, par l'expérience, les résistances que nous venons d'énumérer, il n'est pas possible de les séparer entièrement; mais on peut procéder par élimination ; ainsi, pour mesurer la résistance du frottement on élimine, autant que possible, la résistance de l'air en opérant à de très faibles vitesses par un temps calme; pour mesurer la résistance de l'air, on retranche du résultat trouvé la résistance due au frottement, mesurée préalablement, etc.

Le moyen théoriquement le plus simple de mesurer la résistance d'un véhicule est de le tirer ou de le pousser, en intercalant un dynamomètre entre le moteur et lui. Jusqu'à ces dernières années, la plupart des expériences ont été faites avec cet instrument. Toutefois le dynamomètre offre plusieurs inconvénients. Il exige, en premier lieu, qu'on opère par *expérience* et non par *observation*, puisqu'il faut introduire dans le train le wagon muni du dynamomètre, en second lieu, qu'on opère à des *vitesses uniformes* pour que les résultats ne

soient pas faussés par une accélération positive ou négative. Or, l'uniformité de la vitesse est très difficile à réaliser ; en outre, on ne peut obtenir de cette façon, lorsqu'on cherche l'influence de la vitesse, que des résultats discontinus.

286. — Méthode des accélérations. — On peut employer une méthode beaucoup plus élégante qui permet d'opérer par voie d'observation sur un train quelconque, dans des conditions quelconques, à des vitesses variables, et d'obtenir, par des méthodes rigoureusement mathématiques la résistance du train considéré. Cette méthode, ou tout au moins son application pratique à l'étude des trains, est due à M. Desdouits, qui l'a exposée dans un article de la *Revue générale des chemins de fer* (octobre 1883).

Considérons un mobile qui se meut suivant une ligne droite sous l'influence de forces dont la résultante dans le sens de son mouvement est F ; on aura en appelant W son accélération.

$$F = m\,W$$

Supposons que le train (qui peut être réduit à un véhicule isolé) soit abandonné à lui-même en palier ou sur une déclivité régulière d'inclinaison i ; on aura à chaque instant dans le premier cas, en appelant R la résistance totale du train,

$$-R = m\,W.$$

et dans le second cas

$$-R \pm m\,g\,i = m\,W.$$

Il suffit donc de mesurer l'accélération à un moment quelconque pour avoir la résistance du train ; si on enregistre les valeurs successives de cette accélération

au moyen d'un appareil disposé à cet effet, on aura la loi de variation des résistances.

On peut très facilement déterminer l'accélération au moyen d'un pendule oscillant dans un plan parallèle à la direction du mouvement du train et dont l'axe de rotation est fixé à l'un des véhicules. En effet, pour un écart angulaire α, en appelant m la masse du pendule, on a

$$mg \operatorname{tg} \alpha = m W,$$

d'où

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{W}{g};$$

puisque l'accélération relative du pendule par rapport au véhicule est égale et de sens contraire à l'accélération de celui-ci.

De la loi des accélérations on déduit par intégration la loi des vitesses, et par une seconde intégration, la loi des espaces. Une simple mesure chronométrique donne la résistance correspondant au passage en un point donné de la voie, et on a, en outre, une vérification des courbes obtenues, au moyen de l'espace total parcouru.

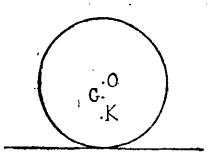


Fig. 329.

En pratique M. Desdouits a remplacé le pendule par un disque métallique, lesté en un point K et reposant sur un chemin de roulement horizontal orienté dans le sens du mouvement. La formule est alors un peu différente ; on trouve, en supposant que l'écart angulaire reste petit :

$$\frac{W}{y} = \frac{gd}{r\,(r-d)}$$

en appelant r le rayon du disque, d la distance du centre

de gravité G au centre de figure O et y le déplacement linéaire du centre du disque. $\frac{gd}{r\,(r-d)}$ est une constante qui ne dépend que des dimensions de l'appareil ; on a donc

$$W = ky$$

c'est-à-dire que l'accélération peut se mesurer par le déplacement linéaire du centre du disque.

Comme nous venons de le rappeler, la connaissance des accélérations permet, au moyen de deux intégrations successives, de déterminer d'abord les vitesses puis les espaces. Il est évident qu'on peut opérer inversement, et de la loi des espaces déduire d'abord les vitesses puis les accélérations. Pour mesurer les espaces en fonction du temps il suffit d'avoir un chronomètre, car on obtient facilement les longueurs, soit en comptant le nombre des chocs qui se produisent au droit du joint des rails et qui sont très sensibles dans les véhicules à suspension ordinaire, soit en comptant sur la machine le nombre de tours des roues motrices. On peut alors opérer dans toutes les conditions possibles, puisqu'on n'a plus à employer comme instrument qu'une montre : il est bon seulement d'avoir un chronomètre à *pointage*, avec lequel on marque, en appuyant sur un bouton, des points successifs donnant le temps exact qui correspond aux espaces observés.

Les intégrations ou dérivations se font par la méthode graphique qui conduit à des résultats très exacts pourvu qu'on prenne une échelle suffisante. La loi de la *continuité* permet en effet de rectifier les petites erreurs qu'on a pu commettre. S'il s'agit, par exemple, d'une fonction du temps représentée par une courbe $y = F(t)$, l'intégrale $y_1 = \int F(t)\,dt$ sera représentée

par une courbe dont les ordonnées y_1 seront égales aux surfaces de la première ; la dérivée $y_2 = F'(t)$ sera représentée par une autre courbe dont les ordonnées seront égales aux coefficients angulaires des tangentes à la première courbe.

§ 3. — FORMULES USUELLES.

287. — Train non compris la machine et son tender. — *En palier et ligne droite.* — La formule la plus ancienne est la formule de *Harding* déduite d'expériences faites au dynamomètre en Angleterre ; elle est la suivante :

$$R_V = 2\,k\,72 + 0{,}094\,V + \frac{0{,}00484\,S\,V}{P}$$

V est la vitesse en kilomètres à l'heure, P le poids du train et S sa section transversale. R_v représente en kilogrammes la résistance par tonne.

On a conservé, depuis l'établissement de cette formule, l'habitude de rapporter les résistances à la tonne ; il n'y a pourtant pas proportionnalité, parce que la résistance de l'air, qui joue un rôle très important, est indépendante du poids, qu'on est alors obligé de faire entrer au dénominateur.

La formule de Harding est très ancienne ; elle remonte à 1841 et le matériel des chemins de fer a subi depuis cette époque des modifications qui changent beaucoup les résistances. Des formules plus récentes, connues sous le nom de « formules des ingénieurs de l'Est » ont été établies en 1867 à la suite d'expériences faites au dynamomètre et de calculs de résistance basés sur la perte de force vive. Elles sont les suivantes :

1° *Trains de marchandises.*

Vitesse de 12 à 32 kilom. à l'heure.

$R_V = 1{,}65 + 0{,}05\ V$ (Graissage à l'huile)
$R_V = 2{,}30 + 0{,}05\ V$ (Graissage à la graisse)

2° *Trains mixtes de voyageurs.*

Vitesse de 32 à 50 kilom. à l'heure.

$$R_V = 1{,}80 + 0{,}08\ V + 0{,}009\ S\ \frac{V^2}{P}$$

Vitesse de 50 à 65 kilom. à l'heure.

$$R_V = 1{,}80 + 0{,}08\ V + 0{,}006\ S\ \frac{V^2}{P}$$

Vitesse de 65 kilom. à l'heure et au-dessus.

$$R_V = 1{,}80 + 0{,}14\ V + 0{,}004\ S\ \frac{V^2}{P}$$

Ces formules ont un vice capital ; c'est le défaut de continuité ; les courbes qui les représentent ne se raccordent pas aux points de passage et l'erreur peut atteindre *un tiers*.

M. Desdouits a fait, au moyen du *pendule dynamométrique* décrit précédemment de nombreuses expériences qui se résument pratiquement par les deux formules suivantes pour un train formé d'un nombre quelconque de voitures ou wagons couverts d'un poids moyen de 10 tonnes et d'une section de 6 mètres environ, le premier étant supposé masqué par la machine qui supporte la résistance directe de l'air :

Jusqu'à 60^{km} environ[1] : $R^V = 1^k 50 + 0{,}007\ V^2$.
Au delà de 60^{km} environ : $R_V = 1^k 50 + 0{,}04\ V$.

1. Le point de passage exact d'une formule à l'autre correspond à la vitesse de 57 kilomètres.

Quoique la surface de la section transversale du véhicule n'y intervienne pas, ces formules peuvent être considérées comme applicables d'une manière générale à des trains quelconques formés avec le matériel ordinaire, parce que les gabarits des voitures à voyageurs, et surtout de celles qui entrent dans la composition des trains à grande vitesse varie peu, et que dans les trains de marchandises, qui marchent à faible vitesse, les variations de la surface transversale n'ont qu'une influence négligeable. Avec les voitures de grande longueur supportées par des bogies, les expériences de M. Desdouits ont montré que la résistance par tonne est moindre et que la différence augmente avec la vitesse. A 80 kilomètres, la résistance d'un train formé de voitures à bogies n'est, à égalité de poids, que les 0,70 de la résistance d'un train formé de véhicules ordinaires.

Résistance due à la gravité. — La résistance due à la gravité est de 1 kilogramme par tonne et par millimètre de pente, comme on l'a vu précédemment. Elle peut être positive ou négative, selon qu'il s'agit d'une rampe, dans laquelle la composante de la gravité s'ajoute aux résistances, ou d'une pente, dans laquelle elle s'ajoute à l'effort moteur.

Résistance due aux courbes. — On a fait de nombreuses recherches sur la résistance due aux courbes ; les résultats en sont tout à fait discordants et la question est restée très obscure jusqu'aux expériences faites à Noisy-le-Sec, en 1892, par la commission chargée de l'étude de la circulation des trains dans les courbes de petit rayon. Ces expériences ont mis en relief l'influence prédominante de circonstances fortuites, telles que l'orientation du premier essieu qui entre dans la courbe et surtout l'état de l'atmosphère. Par suite de ces

influences les résultats d'observations faites, à quelques heures d'intervalle, dans des conditions identiques en apparence, sur la résistance du même véhicule marchant à la même vitesse, peuvent varier du simple au double. En éliminant, par des expériences multipliées, les causes d'erreur de cette nature, on a trouvé à Noisy-le-Sec des résultats qui peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Le déplacement latéral et la liberté d'orientation des essieux dus au jeu des boîtes à graisse et à des artifices analogues ne paraissent pas exercer d'influence sur la résistance. Il ne faudrait pas déduire de ce fait la condamnation des dispositifs tels que les plans inclinés placés à l'avant des machines : s'ils ne diminuent pas la résistance, ils atténuent les réactions sur la voie, ce qui, aux grandes vitesses, a une importance considérable. La commission n'a pas été en mesure d'étudier la résistance de véhicules pourvus de bissels, de boîtes Roy et des dispositifs analogues dans lesquels l'orientation de l'essieu est réglée par son déplacement transversal. M. Desdouits a trouvé, dans d'autres expériences, que ces dispositifs influent très peu sur la résistance.

2° Contrairement à une opinion très répandue, le serrage des attelages diminue la résistance en courbe au lieu de l'augmenter.

3° Le profil des bandages a une influence considérable sur la résistance.

4° Aux vitesses modérées la résistance dans les courbes de faibles rayons parait indépendante de la vitesse.

5° Un dévers en rapport avec le rayon de la courbe et avec la vitesse diminue notablement les résistances.

Les expériences de Noisy-le-Sec n'ont été faites que

sur des courbes de rayons de 100, 150 et 200 mètres ; mais les lois que nous venons d'indiquer paraissent devoir être admises *a fortiori* pour les courbes de rayons plus grands. Les résultats trouvés concordent également d'une manière suffisamment exacte pour la pratique avec la formule $R = \frac{500\,e}{\rho}$, dans laquelle e représente la largeur de la voie et ρ le rayon de la courbe. Comme nous l'avons dit, cette formule donne, non les résistances réelles, mais les valeurs moyennes maximum qu'il convient de prévoir, soit dans l'étude des tracés, soit dans le calcul de la force des machines.

288. — Machines et tenders. — Pour les machines et tenders il faut ajouter à la résistance due au frottement des fusées la résistance du mécanisme et la résistance de l'air. Les expériences faites anciennement ne tenaient pas compte explicitement de ce dernier élément ; aussi ont-elles conduit à attribuer aux résistances propres une valeur trop forte. M. Desdouits a repris l'étude de la question au moyen du dynamomètre d'inertie. Pour les machines à voyageurs du réseau de l'Etat qui sont, comme forme et comme poids, des *machines moyennes*, cet ingénieur a trouvé que le mécanisme représente une résistance de 45 à 65 kilogrammes, soit 0 kilog. 85 à 1 kilog. 35 par tonne. Les fusées étant de calibre plus gros que celles des voitures, on peut admettre pour la constante (frottement du mécanisme et résistance au roulement) une valeur de 2 kilog. 50 à 3 kilog. 50 par tonne. Pour la résistance de l'air, M. Desdouits a trouvé, pour des machines pesant avec leur tender 55^t,

$$0,0018\ V^2.$$

Entre 30 et 100 kilomètres, c'est-à-dire aux vitesses usuelles, on peut remplacer cette formule par

$$0,17\ V - 2^{kg}$$

qui, entre ces limites, se rapproche davantage des résultats de l'expérience. L'écart entre les deux formules est assez important ; mais les résistances réelles étant comprises entre les deux séries de valeurs qui leur correspondent, l'erreur ne dépasse pas, en somme, une proportion acceptable. Comme la vitesse normale des machines à voyageurs ne dépasse pas 100 kilomètres, on peut prendre pour leur résistance la formule :

$$R_M = 3^k + 0,17\ V - 2^k = 1^k + 0,17\ V$$

Pour les machines à marchandises, en raison du faible diamètre des roues, la valeur du terme constant doit être augmentée d'un à deux kilogrammes et on peut appliquer la formule

$$R_M = 2^k 50 + 0,17\ V$$

La résistance due à la gravité est comme nous l'avons dit, égale à 1 kilogramme par millimètre de pente.

La résistance due aux courbes ne dépend que fort peu de la disposition de la machine, ainsi que nous l'avons dit, et on peut prendre comme chiffre moyen la valeur déjà trouvée pour les voitures.

289. — Résistance totale d'un train. — D'après ce qui précède, on pourra évaluer comme il suit la résistance d'un train circulant sur la voie normale. En additionnant les résistances R_V et R_M dues aux véhicules et à la machine, et en y ajoutant la résistance due aux déclivités et aux courbes, on aura en appelant P le poids des véhicules, P' le poids de la machine, et d la déclivité en millimètres :

1° Pour les vitesses inférieures à 60 kilomètres environ :

$$R = P\,(1{,}50 + 0{,}0007\,V) + P'\,(1{,}^{k} + 0{,}17\,V) + (P + P')\,(d + \frac{750}{\rho}),$$

la valeur de d étant positive ou négative selon qu'il s'agit d'une rampe ou d'une pente. Dans le cas où les machines sont à roues de faible diamètre, le coefficient de P' dans la formule doit être augmenté d'une unité.

2° Pour les vitesses qui sont supérieures à 60 kilomètres mais ne dépassent pas la limite, actuellement pratique, de 100 kilomètres la même formule s'applique en remplaçant seulement dans le premier terme 0,0007 V^2 par 0, 04 V.

Pour les trains de marchandises, qui marchent à faible vitesse, on peut appliquer une formule plus simple et qui est suffisamment exacte, en admettant pour les résistances R_V et R_M un coefficient unique et constant de 5 kilogs. L'erreur que l'on commet ainsi est du même ordre que les variations de résistance qui peuvent résulter de l'état de l'atmosphère, du vent etc. On a alors :

$$R = (P + P')\,(5 + d + \frac{750}{\rho}).$$

290. — Influence de la résistance de l'air aux très grandes vitesses. — Les formules que nous venons d'indiquer sont purement empiriques et applicables seulement dans les limites de vitesses que nous avons indiquées. Toutefois les observations dont elles sont déduites permettent de se rendre compte de l'augmentation rapidement croissante des résistances aux très grandes vitesses. Ainsi que nous l'avons dit, la résistance de l'air au delà de 100 kilomètres s'exprime pour

les machines par $0,0018\ V^2$ au lieu de $0,17\ V - 2^k$; les mesures qui ont permis de la déterminer ont été prises à des vitesses qui ne dépassent pas 130 kilomètres; il est probable que dans son ensemble, la courbe affecte la forme d'une hyperbole. Le travail que les machines ont à fournir aux très grandes vitesses augmente donc beaucoup plus rapidement que l'espace parcouru dans l'unité de temps. M. Desdouits à fait remarquer à ce sujet que les formes actuelles sont essentiellement défavorables au point de vue de la résistance de l'air, et qu'elles devraient être modifiées de manière à ne présenter dans le sens de la marche que des surfaces inclinées ou courbes. Il se produira probablement, à ce point de vue, dans la construction des machines, une transformation analogue à celle qu'a subi l'avant des navires lorsqu'on est entré, pour la marine, dans la voie des marches rapides.

291. — Démarrage. — Il n'y a pas de résistance propre au démarrage si ce n'est l'*inertie*. La facilité de démarrer dépend de la rigidité des attelages. Dans les trains de marchandises on laisse les attelages lâches, de telle façon que les véhicules soient entraînés successivement. On pourrait croire que, du moment qu'une machine est assez forte pour traîner un train, elle doit être assez forte pour le démarrer d'un bloc; mais il n'en est pas ainsi. Cela provient surtout de l'irrégularité de l'effort disponible de la machine pour un tour de roue. En marche, le train fait volant, et par conséquent c'est l'effort moyen qui intervient; au démarrage, au contraire, c'est l'effort correspondant à la position des pièces du mouvement pendant l'arrêt. Dans les cas défavorables, il peut être très réduit. Il faut

ajouter qu'après un stationnement prolongé le refroidissement des cylindres produit une condensation de la vapeur ; enfin si le graissage est fait à la graisse, celle-ci se solidifie pendant les arrêts et les fusées ne sont plus lubrifiées. Toutes ces causes contribuent à rendre le démarrage plus difficile.

292. — Résistance des trains sur les voies étroites. — La résistance des trains sur les lignes à voie étroite est la même en alignement droit que sur les lignes à voie large, si les surfaces de front des véhicules et les rapports du diamètre des fusées au diamètre des roues sont sensiblement les mêmes. En général, surtout en tenant compte de la réduction des vitesses sur les lignes à voie étroite, les différences ne sont pas suffisantes pour que les mêmes formules ne puissent pas s'appliquer.

En courbe, la résistance peut s'exprimer, comme nous l'avons indiqué au commencement de cet ouvrage, par la formule $\frac{500e}{\rho}$, ρ étant le rayon et la largeur de la voie.

CHAPITRE XIII.

MARCHE DES TRAINS

293. — Marches types. — Pour déterminer la charge à faire remorquer par une machine donnée, la première question à résoudre est de rechercher les poids qu'elle peut traîner aux différentes vitesses admissibles sur les diverses déclivités ; mais cela ne suffit pas pour arrêter la composition des trains. Ce qui importe, en effet, au point de vue de l'exploitation, ce n'est pas la vitesse effective aux différents points du parcours, c'est le temps employé à faire le trajet, c'est-à-dire la vitesse moyenne. La meilleure utilisation possible de la machine correspond, non à une vitesse constante, mais à un travail constant, ou pour parler plus exactement, ne comportant que les variations nécessitées par la conduite du feu et l'alimentation de la chaudière. Le calcul, dans ces conditions, est facile à faire, car il suffit de faire varier l'effort de traction admis en raison inverse de la vitesse et réciproquement ; mais il y a certaines considérations dont il faut tenir compte. D'abord la limite de vitesse compatible avec l'état et le plan de la voie sur laquelle le train est appelé à circuler : cette limite est fixée par des ordres spéciaux. Ensuite la limite de vitesse compatible avec la construction de la machine ; certaines machines à marchandises ne peuvent pas dépasser 45 à 50 kilomètres à l'heure sans que leur stabilité devienne insuffisante ; beaucoup de

machines à voyageurs ne peuvent dépasser 90 à 100 kilomètres dans les mêmes conditions. Il faut donc se tenir au-dessous de ces limites pour la vitesse dans les pentes. Il faut aussi tenir compte du régime compatible avec les conditions dans lesquelles se trouve la machine à vapeur. On ne peut, comme nous l'avons dit, pour les machines à marchandises ordinaires faire descendre la vitesse au-dessous de 15 kilomètres environ ; par conséquent, si le calcul basé sur la constance du travail produit donne pour résultat une vitesse inférieure à 15 kilomètres pour franchir une rampe donnée, il faut ou réduire la charge du train, ou augmenter le travail dans la rampe en augmentant l'admission. Dans le premier cas, on diminue l'utilisation de la machine ; dans le second cas, on la fait travailler dans la rampe à un degré d'admission moins favorable, et, par suite, elle consomme davantage par cheval de force. Il y a en outre les inconvénients des variations trop brusques de la vitesse ou de l'effort de traction et la perte du travail due à l'accélération ; cette perte peut être compensée, en moyenne, sur un profil accidenté, grâce à la vitesse acquise qui permet de franchir par élan une partie des déclivités, mais une machine arrivant en haut d'une rampe avec une vitesse réduite ne peut atteindre brusquement une vitesse beaucoup plus forte. Dans les pentes longues, il vaut mieux en général, au point de vue de l'économie, admettre qu'on fermera le régulateur et qu'on se laissera *couler* plutôt que de forcer la vitesse. Enfin il faut réserver une marge pour les cas accidentels, rail humide facilitant le patinage, grand vent augmentant la résistance, retards en route, etc. En vue de ces cas, la charge normale des trains n'est pas habituellement la charge maximum, mais les mécaniciens sont auto-

risés à accepter une surcharge lorsqu'ils jugent que leur machine est capable de la remorquer sans diminution de la vitesse moyenne.

Il existe pour le calcul des marches-types différentes méthodes dont l'exposé ne rentre pas dans le cadre de cet ouvrage ; mais, quelle que soit la méthode employée, il est toujours utile de vérifier les résultats du calcul par l'expérience : on est ainsi conduit à les modifier sur certains points.

294. — Double traction. — Un moyen simple d'augmenter la charge des trains est de les faire remorquer par deux machines. Le tonnage n'est pas ainsi doublé, il est seulement augmenté d'environ 2/3, de telle sorte que les frais de traction sont plus élevés que pour deux trains remorqués séparément par une machine ; mais on diminue les autres dépenses telles que celles des chefs de train, serre-freins, etc.

Il est un cas où la double traction est particulièrement favorable, c'est, sur les lignes de montagne, lorsque la seconde machine n'est ajoutée que sur une fraction du parcours, comme renfort. On la place alors généralement en queue, pour faciliter le dételage ; on peut même ne pas l'atteler du tout. La position en queue a un inconvénient si le train est long, parce qu'il est alors difficile au second mécanicien de régler sa marche sur celle du premier. La double traction s'emploie plus rarement avec les trains de voyageurs ; on préfère dédoubler le train lorsque la charge à traîner est très lourde par suite de l'affluence des voyageurs. Cependant, lorsque la ligne est en voie unique sur une partie du parcours ou qu'un trop grand intervalle entre l'arrivée des trains successifs empêcherait une

correspondance indispensable, on est conduit à faire de la double traction en grande vitesse. Cette dernière est très discutée : les Ingénieurs de la traction estiment qu'il n'y a aucune raison pour qu'elle soit dangereuse, mais la statistique montre que, parmi les accidents pour lesquels on n'a pas trouvé d'autre cause beaucoup se sont produits avec des trains trainés par deux machines. On n'emploie presque nulle part la triple traction. Sur la ligne du Mont-Cenis, cependant, les trains ont quelquefois trois machines dont deux en tête et une en queue.

295. — Conduite des machines. — En vertu de l'ordonnance de 1846, toute machine est conduite par deux agents : un mécanicien et un chauffeur ; toutefois un décret en date du 9 mars 1889 a autorisé la suppression du chauffeur, lorsque les trains remplissent certaines conditions sur lesquelles nous aurons à revenir à propos de l'exploitation.

Le mécanicien est chargé de la conduite de la machine ; le chauffeur, du feu et de l'alimentation ; ils forment à eux deux, ce qu'on appelle l'*équipe* de la machine. Dans presque tous les services de traction d'Europe, il n'y a qu'une seule équipe par locomotive ; on y trouve l'avantage de pouvoir rendre le mécanicien responsable de l'entretien de sa machine et des avaries qu'elle peut subir par suite de négligence, inattention, etc. Le système de l'équipe unique a l'inconvénient de limiter le travail de la machine au travail des hommes qui la montent, et d'immobiliser ainsi en partie le capital qu'elle représente ; aussi a-t-on beaucoup discuté depuis quelques années le système de la *double équipe*, dans lequel chaque locomotive est conduite alternativement par deux équipes ;

et celui de la *machine banale* dans lequel les locomotives sont conduites par n'importe quelle équipe selon les besoins et le roulement du service. Jusqu'ici ces deux derniers systèmes, qui sont employés en Amérique, n'ont pas prévalu en Europe. Les idées sont toutefois aujourd'hui beaucoup moins absolues qu'elles ne l'étaient encore récemment. Si la machine banale paraît à peu près condamnée, quelques essais de l'emploi de la double équipe ont été faits avec succès, notamment sur les réseaux de l'État Belge et de l'Ouest Français. On a obtenu également des résultats favorables par l'emploi de systèmes mixtes. Dans un de ces systèmes la machine est normalement montée par son équipe et exceptionnellement, pour certain trains, par une autre équipe, de manière à augmenter son rendement sans surmener le personnel ; dans un autre système le personnel de la machine se compose de trois agents dont l'un est constamment mécanicien, le second constamment chauffeur et le troisième alternativement chauffeur avec le premier et mécanicien avec le second. Avec ces divers systèmes on peut continuer à intéresser directement le personnel au bon entretien des machines et à l'économie du combustible et du graissage, tandis que cela est impossible ou à peu près, avec la banalité.

Un certain nombre d'ingénieurs repoussent l'emploi de la double équipe ou des systèmes qui en dérivent comme organisation normale du service, parce qu'en se prêtant à la réduction du nombre des machines en service, il peut avoir pour conséquence une insuffisance de matériel dans les cas de trafic intensif. Ils pensent qu'on doit la réserver pour augmenter, dans les cas exceptionnels, le rendement des machines dont on dispose. Il y a là un côté très sérieux de la question.

Toutefois, même en maintenant le nombre de machines correspondant à l'emploi de la simple équipe, il peut y avoir intérêt dans certains cas à ne pas s'en tenir exclusivement à celle-ci, pour pouvoir mieux répartir le travail du personnel sans multiplier outre mesure les allumages, qui sont coûteux et fatiguent le matériel.

296. — Consommation des machines. — La quantité d'eau consommée s'évalue en nombre rond à 50 kilogrammes par tonne de résistance du train et par kilomètre, ce qui représente 13^k 7 par cheval et par heure. Bien entendu, ce chiffre n'est qu'une moyenne et il se réduit jusqu'à 10 kilogrammes environ dans les machines actuelles à forte pression.

La consommation en combustible peut être évaluée à environ 1/8 de la consommation d'eau si le combustible est très bon, à 1/6 s'il est de qualité ordinaire. On consomme donc de 6 à 8 kilogrammes de charbon par tonne de résistance de train et par kilomètre. La consommation moyenne varie, selon le type et la charge des machines, entre 8 et 25 kilogrammes par kilomètre.



CHAPITRE XIV.

FREINS

297. — But des freins. — L'arrêt rapide des trains est une nécessité de l'exploitation et de la sécurité. Il serait impossible d'atteindre des vitesses élevées s'il fallait, à l'arrivée aux stations, compter sur leur résistance normale seule pour les arrêter. Pour que la vitesse d'un train express de 250 tonnes circulant en palier tombât de 70 kilomètres à zéro, il faudrait laisser parcourir à ce train un espace de *neuf kilomètres* après avoir fermé le régulateur. L'arrêt serait d'ailleurs impossible en pente ; enfin la sécurité exige que l'on puisse arrêter les trains *aussi rapidement que possible* dans un très grand nombre de cas.

298. — Contre-vapeur. — La résistance qu'il est le plus naturel d'opposer au train, c'est l'action de la vapeur elle-même. Puisque la machine possède nécessairement la marche dans les deux sens, il suffit théoriquement de renverser le sens de la distribution pour que la vapeur fasse frein au lieu de faire moteur. Cette manière d'opérer a été connue de tout temps, mais pendant longtemps elle n'a été pratiquée qu'exceptionnellement, en cas de danger par exemple, pour les motifs suivants. D'abord avec les changements de marche à levier, la manœuvre était difficile et souvent dangereuse, ensuite et surtout, le renversement de la vapeur avait pour

effet de produire dans la boîte à fumée une aspiration de gaz chauds chargés de sulfures et de matières solides, qui en pénétrant dans les cylindres et les tiroirs les détérioraient et pouvaient même les mettre hors de service.

Les inconvénients relatifs à la manœuvre du changement de marche ont disparu par l'emploi des changements de marche à vis, devenu aujourd'hui tout à fait général. Quant aux difficultés résultant de l'aspiration des gaz de la boîte à fumée, elles ont été supprimées d'une manière aussi simple qu'ingénieuse par l'injection sous les tiroirs, du côté de l'échappement, d'un mélange de vapeur prise dans la chaudière et d'eau. La vapeur en se détendant pénètre dans le cylindre au lieu de l'air de la boîte à fumée auquel elle barre le passage, parce qu'elle est toujours à une pression supérieure à celle de l'atmosphère. L'eau en se vaporisant empêche l'échauffement et le grippement des pièces. De cette façon, on obtient un effort résistant qui peut atteindre les deux tiers de l'effort de traction de la machine. L'appareil est d'ailleurs extrêmement simple : il se compose seulement en principe de deux robinets et d'un tuyau.

L'emploi de la *contre-vapeur* est prescrit pour les trains de voyageurs, indépendamment de l'emploi des freins continus dont nous parlerons plus loin, par une circulaire ministérielle du 13 septembre 1880. Toutefois il est aujourd'hui beaucoup moins utile qu'il ne l'a été au début, depuis la généralisation des freins automatiques.

299. — Freins à main. — En dehors de l'action de la vapeur sur les pistons, le seul moyen que l'on ait

pour ralentir et arrêter les trains est le frottement. Il faut bien observer en effet que cet arrêt ne peut être obtenu que par ralentissement progressif; sans cela, non seulement il faudrait des appareils d'une puissance énorme pour absorber la force vive du train, mais encore le contenu des voitures et des wagons, qui conserverait sa vitesse acquise, serait projeté contre les parois de ces véhicules avec une violence proportionnelle à la vitesse. Un arrêt instantané à 60 kilomètres équivaudrait pour le voyageur à une chute d'un quatrième étage.

Le frein universellement répandu est formé d'un sabot de fonte qui vient frotter sur le bandage de la roue. Jusqu'à une époque relativement récente, le sabot était actionné à la main par l'intermédiaire d'une vis et de pièces de renvoi rigides; c'est encore le système employé pour les wagons à marchandises ordinaires. L'agent chargé de serrer le frein est placé dans une guérite située à une des extrémités du wagon; la transmission du mouvement se fait par une *timonerie* qui peut être fixée au bâti du véhicule ou en être indépendante: le premier système a l'inconvénient de supprimer le jeu des ressorts dès que le frein est serré; le second a l'inconvénient d'exiger l'addition d'organes lourds et encombrants. Dans certains types, les sabots prennent leur point d'appui pour serrer la roue, non sur le bâti,

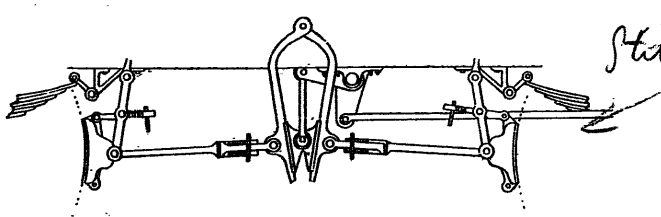


Fig. 330.

mais sur la roue opposée. Avec le frein Stilmant, les quatre roues de chaque véhicule sont munies de sabots actionnés deux par deux par des tiges fixées à deux flasques mobiles entre lesquelles glisse un coin. En raison de la forme des flasques, le rapport de l'effort de serrage à l'effort produit sur la manivelle est d'autant plus considérable que le frein approche plus du serrage complet, et inversement le déplacement du sabot par tour de manivelle est d'autant moindre ; on a ainsi un frein qui peut arriver rapidement au contact des roues.

La Compagnie du Nord emploie le frein *Bricogne* dans lequel le serrage du frein, au lieu d'être produit à la main, est obtenu par la chute d'un contrepoids. L'agent chargé de la manœuvre n'a qu'à déclancher ce contrepoids pour produire le serrage ; il le remonte ensuite à la main au moyen d'une vis. On obtient ainsi une action presque instantanée des freins ; mais il est impossible d'éviter les chocs qui en résultent.

Dans certaines Compagnies, beaucoup de wagons à marchandises sont munis de freins actionnés par un long levier parallèle à l'axe du wagon et placé à l'extérieur ; ces freins servent seulement pendant les manœuvres ; le levier est abaissé ou relevé par un homme qui se tient à côté du wagon.

On obtient au moyen des freins un effort résistant qui représente de 15 à 20 0/0 du poids traîné et qui va en augmentant à mesure que la vitesse décroit jusqu'à 25 0/0 de ce poids. Si on arrive par le serrage à caler les roues, c'est-à-dire à les empêcher de tourner, la valeur de l'effort résistant s'abaisse immédiatement de 10 à 15 0/0 lorsque le train possède une assez grande vitesse. Aux faibles vitesses, l'effet du calage est beaucoup moins prononcé. Aussi évite-t-on de serrer

les freins à bloc jusqu'au moment où le train est presque arrêté. Il y a d'ailleurs également intérêt à agir ainsi au point de vue de la conservation du matériel ; pour éviter la formation de *plats* sur les bandages et l'usure des rails, beaucoup plus rapide sous l'action du frottement de glissement que sous l'action du frottement de roulement.

Les coefficients de 0, 15 à 0, 25 que nous venons d'indiquer pour la résistance due aux freins sont supérieurs à la valeur que nous avons indiquée précédemment pour l'*adhérence* et qui ne dépasse pas de 0, 15 à 0, 20. Il semble qu'il y ait là une anomalie puisque l'effort résistant des freins, se transmettant au rail par l'intermédiaire de la voie, a forcément pour limite le frottement au départ des bandages sur les rails. On ne peut guère l'expliquer qu'en admettant que l'adhérence en marche peut être supérieure à l'adhérence au départ.

300. — Freins automatiques. — Les freins à main ont de graves inconvénients : d'abord leur action est lente ; ensuite elle est incertaine en cas de danger. Quelque discipline que l'on exerce sur le personnel, il est impossible de compter qu'un homme immobile dans sa guérite par le froid, la chaleur, la neige, etc., quelquefois pendant plus d'une heure, obéira toujours instantanément à l'ordre de serrer les freins qui lui est donné par le mécanicien au moyen de coups de sifflet ; il lui faut le temps d'agir sur son appareil ; enfin, avec l'emploi de la vis, il faut un certain nombre de tours de volant pour arriver au serrage : le tout, en admettant une précision parfaite, demande un temps assez long. Or, en dix secondes, un train marchant

à 72 kilomètres parcourt 200 mètres. D'un autre côté, les freins exigent chacun un homme pour leur manœuvre. On est donc, par raison d'économie, obligé d'en restreindre le nombre, et leur puissance étant proportionnelle à la charge, c'est-à-dire en moyenne au nombre des wagons freinés, en réduit ainsi leur efficacité. Pour ces deux motifs, on a cherché depuis longtemps des freins qui se manœuvrent d'eux-mêmes ou puissent être manœuvrés directement de la machine.

Le plus ancien, à notre connaissance, est le *frein Guérin*, qui est actionné par la pression des tampons. Si on ralentit le mouvement de la machine en fermant le régulateur et en faisant agir sur elle un frein spécial ou plus simplement la contre-vapeur, les véhicules se serrent les uns contre les autres en vertu de la vitesse acquise, et les tampons font agir le frein. Le système serait inapplicable si le frein agissait en tout temps, car dans les manœuvres on opère très fréquemment par refoulement. Pour remédier à cet inconvénient, le frein est disposé de telle façon qu'il n'entre en action qu'à une vitesse de 15 à 20 kilomètres. Si le mouvement a lieu à une vitesse moindre, le frein est paralysé.

Le frein Guérin a été perfectionné par M. Ricour; on a cessé de s'en occuper parce que tous les efforts se sont portés sur les freins *modérables* à air comprimé, à vide etc. Il leur est certainement très inférieur pour les voitures à voyageurs; mais pour les véhicules à marchandises, il serait peut-être la solution du freinage général.

On a également renoncé au frein électrique, qui offrait cependant des avantages sérieux au point de vue de l'économie; le motif de cet abandon a été surtout

la difficulté de réaliser pratiquement un accouplement électrique des voitures fonctionnant avec certitude, et d'obtenir l'automaticité dont nous indiquerons plus loin les avantages.

Enfin on a également abandonné en France le frein Heberlein essayé à la Compagnie d'Orléans et qui, comme le frein Guérin, est fondé sur l'emploi de la force vive du train. Les sabots sont actionnés par une chaîne qui s'enroule autour d'un axe entraîné par friction par l'un des essieux du véhicule lorsqu'un contrepoids est déclenché. Cette action se produit au moyen d'un cordeau qui règne sur toute la longueur du train.

Les deux freins dont l'usage est aujourd'hui général sont les freins à vide et les freins à air comprimé. Le *frein à vide* est très simple et très rustique. Chaque véhicule porte un sac compressible, relié par une tige à la timonerie, et disposé de façon à mettre les sabots en prise lorsqu'il est comprimé. Pour obtenir cette compression, on fait le vide dans le sac, par l'intermédiaire d'une conduite qui règne tout le long du train, au moyen d'un éjecteur placé sous la machine. Il suffit de quelques secondes pour produire une aspiration énergique. Le frein à vide, qui est en usage sur le réseau du Nord et sur beaucoup de lignes Anglaises, est simple et robuste; il a de plus l'avantage de ne dépenser de vapeur que pour produire les arrêts. Mais il est un peu plus lent que le frein à air comprimé ; il avait en outre, l'inconvénient, dans sa forme primitive, de n'être pas automatique, c'est-à-dire de ne pas arrêter de lui-même le train en cas d'avarie aux conduites ou de rupture d'attelage. On a remédié à cet inconvénient dans un certain nombre de types nouveaux

(frein de la Compagnie anglaise Vacuum Brake, frein Kœrting, frein Eames, frein Soulerin), en plaçant sous chaque véhicule un réservoir dans lequel on entretient le vide au moyen de l'éjecteur et de la conduite qui servent au serrage normal. En cas de rupture d'attelage, l'aspiration est produite par ce réservoir au lieu d'être produite par l'éjecteur. Le frein Soulerin, qui est modérable, c'est-à-dire dont on peut à volonté augmenter ou diminuer l'effet à chaque instant de manière à éviter les chocs, et qui se prête aussi à l'emploi de l'air comprimé, commence à se répandre en France sur les réseaux secondaires.

Les freins à air comprimé sont fondés sur le principe suivant. Les sabots sont actionnés par des pistons qui produisent le serrage ou le desserrage, suivant que la pression s'exerce sur une de leurs faces ou sur l'autre. Une pompe spéciale installée sur la machine refoule l'air dans le corps de pompe, par l'intermédiaire d'une conduite générale qui règne sous les wagons. Cette dernière est en même temps utilisée pour la commande des freins; ce sont les variations de la pression qui déterminent le fonctionnement de l'appareil de distribution. Celui-ci diffère suivant qu'il s'agit du frein *Wenger* ou du frein *Westinghouse* : dans le premier, c'est un cuir embouti entourant les pistons ; dans le second, c'est un organe très ingénieux appelé *triple valve*. Le serrage est produit par décompression dans la conduite générale ; les freins sont, par suite, automatiques et fonctionnent d'eux-mêmes en cas de rupture d'attelage ou d'avarie aux conduites. Lorsqu'on veut annuler le frein d'une voiture, on vide, au moyen d'un robinet spécial, l'air emmagasiné derrière les pistons. Les conduites des freins Westinghouse

et Wenger peuvent s'accoupler ensemble, et être actionnées par la même pompe. Ces freins sont très énergiques : en palier ils arrêtent un train lancé

à 100^{k} à l'heure en 400^{m}
à 80^{k} « en 250^{m}
à 40^{k} « en 70^{m}

Les premiers freins à air comprimé avaient le défaut de ne pas être *modérables* ; on ne pouvait graduer à volonté leur action et il en résultait des chocs violents lorsqu'ils commençaient à agir. A la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, on a remédié à ce défaut en modifiant le système Westinghouse par l'adjonction d'une seconde conduite ; mais, depuis, MM. Westinghouse et Wenger sont parvenus à rendre leurs freins modérables à volonté.

Tous les véhicules à voyageurs des grands *réseaux* de chemins de fer Français, sauf ceux du Nord qui ont le frein à vide, sont aujourd'hui munis du frein à air comprimé. L'Ouest, l'Est, le Paris-Lyon-Méditerranée et le Midi ont le Westinghouse ; l'Orléans et l'Etat ont le Wenger.

L'automaticité, qui est considérée aujourd'hui par beaucoup d'ingénieurs comme une condition presque essentielle de l'emploi des freins continus, a l'inconvénient de produire, dans certains cas, des arrêts *intempestifs*, c'est-à-dire contre la volonté du mécanicien. L'arrêt imprévu d'un train en pleine voie est toujours une cause de danger, car ce train peut être rejoint par un autre si les mesures prescrites par les règlements pour le protéger ont été négligées ou n'ont pu être exécutées complètement faute de temps. C'est pour ce motif que la Compagnie du Nord a cru devoir, jusqu'ici, s'en tenir au frein à vide

simple, malgré les dangers incontestables qu'il offre en cas de rupture d'attelage. On est arrivé aujourd'hui à diminuer dans une très forte proportion le nombre des arrêts intempestifs, grâce au perfectionnement des boyaux d'accouplement, dont les avaries en étaient la principale cause. Ils se produisent néanmoins encore quelquefois, et sont plus fréquents avec le frein Wenger qu'avec le frein Westinghouse; la triple valve, qui est en métal, est moins sujette à accidents que le cuir embouti.

La question de l'application de freins continus à tout le matériel roulant des chemins de fer a été récemment agitée en France. On s'accorde généralement à reconnaître qu'indépendamment des frais énormes qu'elle entraînerait, cette généralisation de l'emploi des freins à air comprimé ou à vide présenterait des difficultés très graves. Les véhicules à marchandises ne peuvent en effet être entretenus avec le même soin que les voitures à voyageurs; ils sont exposés à de longues périodes de remisage, circulent fréquemment en dehors de leur réseau d'attache, sont soumis à des chocs répétés dans les manœuvres, etc. Le maintien en bon état des organes, relativement délicats, qui composent les freins à air comprimé ou à vide s'accommoderait difficilement d'un pareil régime. Le frein Guérin, beaucoup plus rustique, échappe à cette critique, mais il ne saurait être question de le substituer aux freins à air comprimé ou à vide pour les voitures; dans ces conditions, il ne réalise pas le but qu'on a poursuivi jusqu'ici et qui est l'application d'un frein unique à des trains composés à la fois de voitures et de wagons quelconques.

Les difficultés que nous venons de signaler n'ont pas

arrêté le gouvernement des États-Unis qui, par une loi du 2 mars 1893 a rendu obligatoire, dans un délai de cinq ans, l'application des freins continus, c'est-à-dire en fait du frein Westinghouse, de beaucoup le plus répandu, à toutes les machines et à tous les wagons. Cette réforme, quoique très discutée, a été en somme bien accueillie par la majorité des ingénieurs américains ; mais il ne faut pas tirer de ce fait des conclusions trop absolues. Ni le matériel, ni le mode de circulation des trains, ni les conditions d'exploitation ne sont les mêmes en Amérique qu'en Europe. En Amérique, le matériel à marchandises comme le matériel à voyageurs est formé presque exclusivement de wagons sur bogies à grande capacité, et dont le nombre est par suite relativement réduit. Les trains de marchandises, généralement très lourds, marchent à de très grandes vitesses, qui atteignent jusqu'à 80 kilomètres à l'heure ; le block système existe partout ou presque partout ; il y a un intérêt capital à économiser la main d'œuvre, qui est excessivement chère ; enfin, les accidents sont très nombreux. Les conditions sont tout autres sur le continent et particulièrement en France.

301. — Equation des freins. — La manœuvre des freins à main exige un homme par frein ; il est, par suite nécessaire de réduire autant que possible le nombre de ces organes. D'un autre côté, la sécurité exige que les trains puissent être arrêtés avec certitude sur le parcours qui correspond à la distance de protection admise pour les signaux. Le nombre des freins doit donc être calculé, dans chaque cas, d'après ces données. Le calcul s'effectue au moyen de *l'équation des freins* que l'on établit de la manière suivante :

F étant la somme des forces qui agissent sur le train, on a à chaque instant

$$F = m \frac{dv}{dt}$$

et comme,

$$v = \frac{de}{dt}$$

$$F = m \frac{v dv}{de}$$

Si le régulateur de la machine est fermé, l'effort moteur de celle-ci sera nul et F sera, au signe près, la somme des résistances propres du train, de l'action de la gravité et de la résistance due aux courbes et à l'action des freins. En désignant par K la somme des termes constants qui entrent dans les formules de la résistance des trains[1] et par ρ la résistance due à l'action des freins, on aura :

$$0{,}0007 \times V^2 + 0{,}17\, P' \times V + K + \rho = \frac{P + P'}{g} \frac{V\, dV}{de}$$

ou

$$(0{,}04\, P + 0{,}17\, P')\, V + K + \rho = \frac{P + P'}{g} \frac{V\, DV}{de}$$

selon que la vitesse sera supérieure ou inférieure à 60 kilomètres, la valeur de K différant de $1^k \times P'$ suivant que le train sera remorqué par une machine à voyageurs ou par une machine à marchandises.

Nous avons vu précédemment que la résistance due aux freins peut varier environ entre 0, 15 et 0, 25 du poids freiné. D'un autre côté, si les freins sont serrés à bloc et si les roues patinent, c'est le frottement des bandages sur les rails qui entre en jeu et il n'est pas prudent de l'évaluer au-dessus de 0, 15. Il conviendra

1. Voir *Suprà*, nº 289.

donc de prendre, pour la valeur de ρ, 0, 15 p, p étant le poids freiné, c'est-à-dire la somme des charges des essieux sur lesquels agissent les freins.

En intégrant les équations que nous avons données plus haut, on peut calculer l'espace nécessaire pour arrêter un train lancé à la vitesse V avec un poids freiné p, ou inversement, le poids qu'il est nécessaire de freiner pour arrêter un train dans un espace déterminé. On simplifie le calcul en ne tenant pas compte de la variation de résistance due à la vitesse. Il suffit alors de poser l'équation des forces vives :

$$(K + 0{,}15\ p)\ e = \frac{P + P'}{2\,g}\ V^2$$

Si le profil n'est pas constant, la valeur de K est différente pour chacune des parties de l'espace parcouru qui correspondent aux différentes déclivités ou aux paliers, et on aura, en appelant l, l', l'', etc. les longueurs correspondantes et e' l'espace parcouru sur la déclivité ou sur le palier où l'arrêt se produit :

$$Kl + K'l' + K''l''.... + K_n é + 0{,}15\ pe = \frac{P + P'}{2\,g}\ V^2$$

les termes Kl, K'l, Kl''.... K_n é devraient eux-mêmes être scindés, lorsqu'il y a des courbes sur l'espace parcouru pendant l'arrêt, pour tenir compte de la résistance de ces courbes ; mais celle-ci peut être négligée ; il ne résulte de cette simplification qu'une augmentation insignifiante du rapport du poids freiné à l'espace parcouru pendant l'arrêt.

C'est en partant de l'application de ces formules qu'on fixe, dans les règlements de chemins de fer, le nombre de freins servis à faire entrer dans la composition des trains. Comme ce nombre ne peut en général

varier pour un même train, dans son parcours, on ne tient compte que des maximum de charge et de vitesse autorisés selon la nature du train et de la pente maximum. A ce dernier point de vue, le système généralement adopté prête, dans une certaine mesure, à la critique. Les déclivités n'entrent dans l'équation des freins que comme un des facteurs du travail dû à la gravité ; en négligeant l'autre facteur, qui est la longueur de la pente considérée dans le cas le plus défavorable, on s'expose à aggraver sans utilité les sujétions du freinage dans les cas où il existe en certains points des rampes exceptionnelles très courtes, telles que celles qui sont franchissables par élan.

302. — Prix des freins. — On peut évaluer le prix des freins d'après les bases suivantes :

Frein Stilmant, par voiture ou wagon.	125 fr.
Frein Westinghouse ou Wenger.	
1° Locomotive et tender	2.500 fr.
2° Voiture ou wagon	900 fr.

La dépense d'entretien d'un frein Westinghouse, par machine et par an, est en moyenne de . . 200 fr.

CHAPITRE XV

INSTALLATIONS NÉCESSAIRES
POUR
LES SERVICES DE TRACTION

§ 1. — ALIMENTATIONS D'EAU.

303. — Consommation d'eau des machines. — En général, les machines emportent avec elles tout le charbon qui leur est nécessaire pour le voyage qu'elles ont à faire avec un train donné ; mais il n'en est pas de même de l'eau. La consommation d'eau est de six à huit fois plus grande que celle du charbon, soit 10^l à 13 environ par cheval effectif; elle peut atteindre plus de 5^{m3} à l'heure pour une machine qui exerce un effort moyen de 1.800 kilogrammes en marchant à une vitesse de 75 kilomètres à l'heure, et qui, par conséquent, produit une force de

$$\frac{1.800 \times 75.000}{3.600 \times 75} = 500 \text{ chevaux.}$$

Une machine à marchandises qui exerce un effort de traction double, à une vitesse moitié moindre, produit le même travail et consomme autant. Pour les trains à très grande vitesse, on change de machine à chaque arrêt, parce qu'en fait on ne doit s'arrêter que quand la machine n'a plus d'eau et que le plus vite fait est alors de la changer ; mais pour les autres trains, on prend de l'eau en route dans les gares.

304. — Espacement des prises d'eau. — On compte qu'une prise d'eau sur deux peut être momentanément hors de service ; dans ces conditions on est conduit à les espacer de 15 à 25 kilomètres.

Une alimentation d'eau comprend :

1° La prise d'eau proprement dite, c'est-à-dire la machine et les conduites d'amenée de l'eau.

2° Un ou plusieurs réservoirs.

3° Les conduites de distribution.

4° Les grues hydrauliques.

5° Enfin les fosses à piquer le feu qui sont toujours placées au droit des grues hydrauliques, quoiqu'elles servent à un usage indépendant de l'alimentation d'eau.

305. — Prise d'eau proprement dite. — *Qualité de l'eau.* — La première chose à faire pour établir une prise d'eau, c'est de rechercher une *bonne* eau. Une bonne eau d'alimentation ne doit contenir ni carbonate ni sulfate de chaux, en quantités notables, ni matières savonneuses, ni matières organiques ou acides. Le carbonate de chaux produit des incrustations dangereuses, et les autres impuretés des corrosions. Les eaux impropres au savonnage et à la cuisson des légumes, celles qui donnent des dépôts à l'ébullition, doivent donc être rejetées ou épurées. L'hydrotimètre permet d'apprécier la quantité de chaux ; les autres éléments sont dosés par l'analyse chimique. En pays granitique, l'eau des sources est presque toujours pure ; dans les pays calcaires, l'eau contient toujours du carbonate de chaux ; on la débarrasse souvent de ce sel en la faisant barboter dans un lait de chaux.

Quantité d'eau. — Il importe de s'assurer que l'eau est en quantité suffisante en tout temps. Cette étude

conduit souvent à des recherches minutieuses, mais elle est indispensable.

Prise d'eau naturelle. — En pays de montagnes, on peut souvent, au lieu d'élever l'eau, l'amener au réservoir par une conduite en pente, en établissant la prise à un niveau supérieur ; on évite ainsi l'installation de la pompe et les frais de pompage. Cette solution est à recommander ; elle est certainement la meilleure chaque fois que les dépenses d'établissement ne sont pas supérieures à 20.000 ou 25.000 francs.

Prise d'eau sur les conduites des villes. — Dans les grandes villes, on peut souvent se dispenser d'établir une machine d'alimentation et avoir de l'eau généralement excellente en traitant avec la ville pour faire la prise sur ses conduites ; il importe seulement de bien étudier le contrat et de s'assurer le moyen de parer aux interruptions assez prolongées pour compromettre le service. En général, on paie de 0 fr. 06 à 0 fr. 25 le mètre cube.

Prises d'eau au moyen de pompes. — On peut prendre l'eau dans des cours d'eau ou dans des puits.

Quand on prend l'eau dans un cours d'eau, on doit la prendre dans le lit même de celui-ci, car les puits creusés à côté donnent l'eau venant du côteau voisin et non celle de la rivière ; mais il faut prendre des précautions pour éviter que la crépine du tuyau d'aspiration puisse être envasée ou ensablée ; la pompe doit être à l'abri des inondations ; enfin, l'eau doit pouvoir toujours y arriver sans qu'on ait à faire de travaux spéciaux. Un des meilleurs moyens consiste à placer le puisard de la pompe tout à fait en dehors du cours d'eau avec un aqueduc d'amenée ou même, si la distance est longue, un simple tuyau de fort diamètre aboutissant à un

second puisard découvert percé de nombreuses barbacanes à son pourtour, et placé au milieu d'un enrochement le long de la rive. On choisit pour établir ce

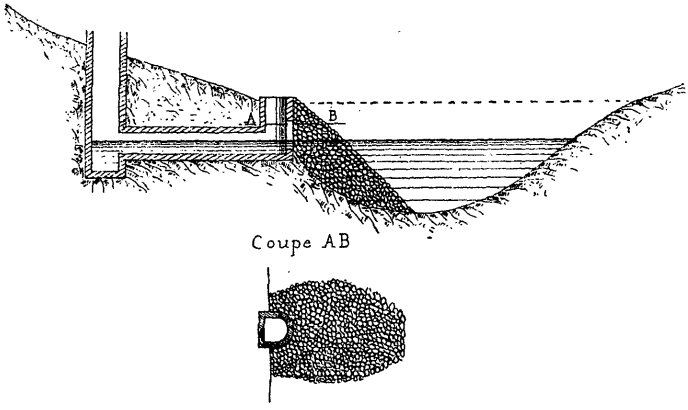


Fig. 331.

dernier une partie du cours d'eau où il y a du fond (la partie concave d'une courbe de préférence). Si l'enrochement s'envase ou s'ensable on n'a qu'à faire mettre un homme à l'eau pour enlever les moëllons à la main, les nettoyer, et les remettre en place.

Il ne suffit pas d'avoir une quantité d'eau moyenne égale à la quantité d'eau consommée; il faut que le débit soit constamment assez fort pour permettre le remplissage du réservoir dans un temps suffisamment court. Les machines d'alimentation ne marchent en effet d'une manière continue que dans les grands centres où la consommation justifie l'emploi permanent d'un chauffeur. Les réservoirs des prises d'eau ordinaires sont remplis périodiquement, et un même chauffeur est chargé à la fois du service de plusieurs alimentations. Il va de l'une à l'autre pour faire le pompage à intervalles fixes. La capacité habituelle des réservoirs

est de 100 à 150 mètres cubes ; pour qu'ils puissent être remplis en une journée, il faut pomper environ 5 litres par seconde. La consommation est bien inférieure à ce chiffre ; à moins qu'il ne s'agisse de gares importantes, elle ne dépasse pas de 40 à 45 mètres cubes par jour, soit un demi litre environ par seconde, et elle descend encore beaucoup plus bas sur les lignes peu importantes et dans certains cas particuliers.

Lorsque le débit des sources, tout en étant supérieur à la consommation, n'est pas, en tout temps, suffisant pour assurer le pompage continu, on place à côté de la pompe un bassin ayant au moins la contenance du réservoir ; on compte, bien entendu, cette contenance seulement jusqu'au niveau le plus bas de la nappe d'eau qui l'alimente. Ces bassins sont simplement creusés en terre et revêtus d'un perré pour permettre d'avoir des talus plus raides et surtout éviter le développement de la végétation ; il est bon de les entourer d'une clôture pour empêcher qu'on y lave du linge ou que des enfants s'y noient en voulant s'y baigner ou en y tombant accidentellement.

Lorsque les puits sont insuffisants pour la consommation moyenne normale, on peut souvent les améliorer au moyen de galeries filtrantes.

La pompe est en général une pompe à vapeur ; elle est installée dans le puisard ou au-dessus ; la machine à vapeur qui la met en action, à côté. Le tout est renfermé dans un bâtiment spécial. Lorsque le bâtiment est en dehors des gares, il ne faut pas oublier qu'il doit être accessible au

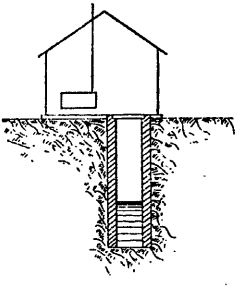


Fig. 332.

moyen de wagonnets ou de charrettes, car il faut qu'on y apporte le charbon. Il est bon aussi qu'on puisse y renfermer ce combustible.

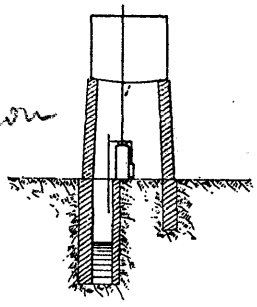


Fig. 333

Dans certains types économiques, lorsque l'eau est prise dans un puits situé dans la gare même, on place la machine dans la tour-support du réservoir et la pompe au-dessous : ce système a l'inconvénient d'être trop ramassé. Une solution meilleure et également économique consiste à placer le puits et la pompe dans la tour support et la machine dans un petit bâtiment accolé.

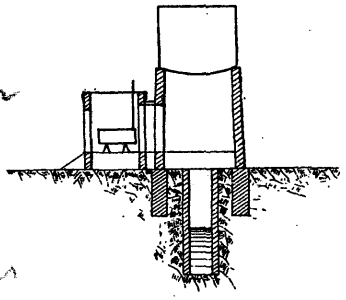


Fig. 334.

On a essayé, depuis quelques années, pour les prises d'eau qui n'ont pas un débit moyen journalier considérable, de remplacer la machine à vapeur par un moulin à vent. Au réseau de l'Etat on emploie un système disposé de telle façon que la roue fait avec la direction du vent un angle d'autant plus faible que le vent est plus violent ; en cas de tempête, la roue est tout à fait de champ ; on évite ainsi, d'une part, qu'elle soit soumise à une pression trop forte qui risque de la renverser, d'autre part, que la pompe marche trop vite, ce qui peut la détériorer. Sur le réseau de l'Ouest, on a appliqué également des moulins à vent,

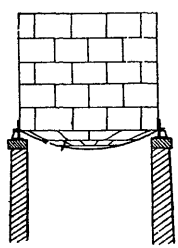
mais d'un autre système. L'emploi de moulins à vent est justifié sur les lignes peu importantes ; il existe presque toujours sur celles-ci, entre les gares où tous les trains s'alimentent, des prises d'eau *de secours* destinées soit à fonctionner quand les autres manquent, soit à permettre aux machines qui auraient fait exceptionnellement une dépense d'eau anormale de compléter leur approvisionnement ; le moulin à vent convient très bien dans ce cas. Les moulins à vent employés comme moteurs sont disposés de telle façon que l'on puisse, au besoin, actionner la pompe à bras s'il y avait une interruption de vent trop prolongée ; on doit en outre, dans ce cas, employer des réservoirs de grande capacité (150^{m3} par exemple) afin d'avoir toujours un approvisionnement important en cas d'accalmie.

Conduites de refoulement. — Lorsque la pompe peut être placée dans la gare à côté du réservoir, la conduite d'amenée n'a que quelques mètres ; mais il arrive souvent qu'on est obligé d'aller chercher l'eau assez loin, quelquefois à plusieurs kilomètres, et il faut alors établir une conduite de refoulement. En comparant les dépenses d'établissement et les dépenses annuelles, on trouve, par un calcul simple, que la vitesse la plus avantageuse dans la conduite de refoulement ne dépend ni de la longueur de la conduite ni de la force de la machine, et qu'elle est de 0^{m} 43 par seconde. Dans ces conditions, si on veut pouvoir obtenir un approvisionnement de cent mètres en pompant dix heures, il faut une conduite d'environ 0, 10 de diamètre.

Les conduites de refoulement sont en fonte ; on les pose en terre comme les conduites d'eau ordinaires. Il faut, ou acheter le terrain dans lequel on les pose, ou

se réserver le droit de visite et de réparation dans des conditions aussi faciles que possible, puisque toute avarie de la conduite d'amenée paralyse la prise d'eau.

306. — Réservoirs. — Les réservoirs sont placés dans le voisinage de l'ensemble des grues hydrauliques à desservir, dans le double but d'éviter des dépenses de canalisation inutiles et surtout de donner aux grues un débit aussi fort que possible. Ils consistent habituellement dans une cuve reposant sur une tour ronde ou polygonale.



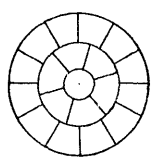


Fig. 335.

La cuve est formée d'anneaux en feuilles de tôle rivées, dont l'épaisseur va en croissant du sommet à la base, avec un fond en forme de calotte sphérique, formé également de feuilles de tôle en trapèze assemblées sur une partie centrale circulaire. Le fond est découvert en dessous pour qu'on puisse le repeindre et le visiter. La cuve repose sur la maçonnerie par une couronne circulaire placée au-dessous du premier anneau qui s'appuie sur elle au moyen d'une cornière.

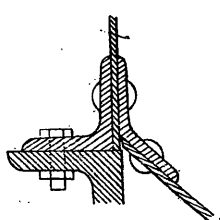


Fig. 336.

Les cuves ont généralement de 100^{m3} à 150^{m3}; lorsque cette capacité est insuffisante, on en construit plusieurs pour s'assurer une réserve en cas d'avarie. Néanmoins, on fait aussi des cuves de 200^{m3} et 300^{m3}.

Les cuves sont supportées par des tours rondes ou polygonales de cinq à huit mètres de hauteur. Dans les pays où la maçonnerie est très chère, on remplace quelquefois ces tours par des supports en pièces métalliques assemblées ; le support se compose alors de piliers en fer ou en fonte, entretoisés par des croix de St-André ou des écharpes et par des barres horizontales.

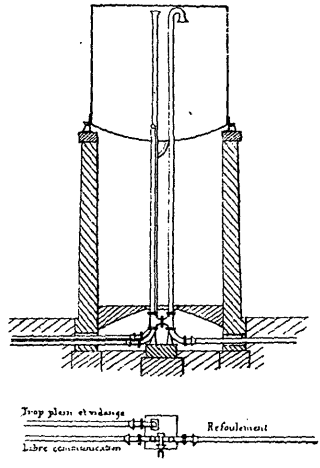


Fig. 337.

La tour ou le beffroi renferme les tuyaux qui aboutissent au réservoir et qui sont : le tuyau de refoulement qui traverse le fond de la cuve et s'élève jusqu'à la partie supérieure ; le tuyau d'écoulement ou de libre communication qui est fixé au fond du réservoir, enfin le tuyau de trop plein qui traverse le fond comme le premier et monte jusqu'en haut. Un indicateur de niveau, visible de l'extérieur, fait connaître au chauffeur d'alimentation quel cube d'eau il a à monter et quand il doit cesser de pomper. Cela suffit en général, même lorsque la machine qui actionne les pompes est loin du réservoir, parce que le chauffeur sait quelle durée de pompage correspond à une hauteur donnée de réservoir à remplir ; mais on peut aussi employer un indicateur électrique consistant simplement en une sonnerie reliée à un fil qui aboutit à une boule placée à la partie supérieure du réservoir :

quand l'eau atteint cette boule elle ferme le courant et la sonnerie tinte.

Autrefois, on entourait toujours les cuves d'une enveloppe en bois ou d'un briquetage et on les surmontait d'un toit pour les protéger contre la gelée ; en hiver, ou même d'une manière permanente, on remplissait de paille l'intervalle compris entre la cuve et l'enveloppe. Ces enveloppes sont inutiles, au moins dans les climats tempérés. Du moment qu'on prend de l'eau et qu'on remplit le réservoir de temps à autre, le courant qui se produit suffit pour empêcher la masse de se congeler ; même pendant l'hiver 1879-1880, qui a été d'une rigueur exceptionnelle, il n'y a pas eu, sur le réseau de l'État, de difficultés avec les réservoirs sans enveloppe.

Le type de réservoir en tôle supporté par une tour est le type le plus pratique lorsque, comme cela arrive habituellement, on a à établir le réservoir sur la plateforme de la gare. Mais dans beaucoup de cas, on peut, soit établir un simple bassin, soit réduire la hauteur de la tour lorsqu'on trouve aux abords de la gare un terrain suffisamment élevé.

Les bassins servant de réservoir peuvent être formés simplement d'une excavation creusée dans le sol et revêtue d'un perré avec enduit. Si la hauteur manque, on peut les construire au-dessus du sol en leur donnant une forme circulaire et les entourant d'un mur calculé pour résister à la poussée de l'eau. Dans les pays froids, il est utile de les couvrir. On peut faire la couverture soit au moyen de voûtes en briques supportées par des fers à T, soit mieux au moyen de voûtes en maçonnerie brute supportées au besoin par des piliers reliés entre eux par d'autres voûtes. On fait parfaitement

des voûtes de six à huit mètres d'ouverture avec 0^m 30 à 0^m 40 d'épaisseur à la clef, en moellons bruts sans aucune taille ni tétuage. On recouvre de terre, sur 0^m 50 d'épaisseur, aussi bien les voûtes de briques que celles en maçonnerie. Lorsqu'on fait des réservoirs dans ces conditions, il en coûte généralement assez peu pour augmenter leur capacité et il est alors sage de le faire.

Les types de réservoirs que nous venons de définir sont ceux qui sont appliqués sur les grands réseaux ; sur les petites lignes on réduit la capacité des réservoirs, en raison de la moindre consommation d'eau des machines. On les supprime même quelquefois entièrement, mais cela n'est pas à imiter.

307. — Conduites de distribution. — Les conduites de distribution portent l'eau des réservoirs aux grues d'alimentation et aux bornes fontaines, réservoirs de water-closets, etc., lorsqu'il en existe. On calcule leur diamètre en tenant compte de leur longueur et du débit à fournir. En général, il est bon de forcer les diamètres. On a ordinairement une conduite maîtresse avec branchements pour les grues et autres appareils ; il faut disposer des robinets de manière à pouvoir interrompre le service d'une grue sans condamner la distribution. Il faut tâcher de placer les conduites de telle façon que les réparations y soient aussi faciles que possible ; on ne peut réaliser ce desideratum qu'en partie, parce qu'il faut passer sous les voies et sous les trottoirs.

308. — Grues hydrauliques. — Les appareils servant

à verser l'eau dans les tenders et qu'on appelle grues hydrauliques sont placés au bord des voies. Une circulaire ministérielle du 31 décembre 1890 exige qu'aucune de leurs saillies ne soit à moins de 1^m 35 du bord du rail le plus voisin. Il y a deux modèles de grues : les grues à col fixe avec manchon en toile goudronnée ou en cuir, et les grues à col tournant.

Le débit des grues est calculé en général de telle façon qu'elles puissent remplir un tender en cinq minutes ; cela fait à peu près un écoulement d'un mètre cube par minute, soit plus de 15 litres par seconde. Il est utile de placer sur la conduite d'amenée, dans le voisinage des grues, des réservoirs d'air ou des soupapes analogues aux soupapes de sûreté, afin d'éviter les coups de bélier au moment de la fermeture du robinet ou de la vanne qui arrête l'eau ; car, pour éviter les pertes de temps, cette fermeture doit toujours être, sinon tout à fait brusque, au moins très rapide.

Pour augmenter le débit des grues, on peut les munir d'un réservoir ; mais elles sont, dans ce cas, chères et encombrantes ; en outre, le réservoir n'a qu'une capacité limitée.

309. — Fosses à piquer le feu. — Au droit de chaque grue hydraulique on place une fosse à piquer le feu ; c'est une fosse ouverte entre les rails, dont la profondeur varie de 0^m 60 à 1^m 00 et dont la longueur est de 10 mètres environ. Les fosses à piquer le feu ont un double but. D'abord, pendant qu'il alimente sa machine, le mécanicien *pique* d'habitude son feu, c'est-à-dire qu'il fait tomber à travers la grille le mâchefer et les cendres. La fosse reçoit ces détritus qu'on enlève ensuite périodiquement. Elle permet en outre

au mécanicien de passer sous sa machine et de s'y tenir dans une position commode pour visiter les pièces, les graisser, etc. Sur les lignes où ne circulent pas de machines à mouvement intérieur, le mécanicien n'a que rarement à passer sous la machine et on diminue la profondeur des fosses.

Les fosses à piquer sont formées d'un radier bombé ou creux recouvert de briques, avec une légère inclinaison vers l'une des extrémités pour assurer l'écoulement

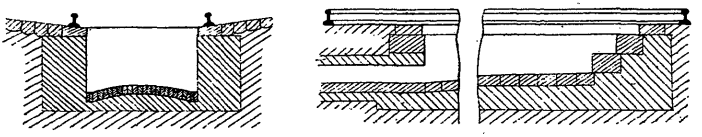


Fig. 338.

des eaux ; ce radier est compris entre deux murs longitudinaux, en briques ou en maçonnerie ordinaire, au-dessus desquels sont placés les rails. Le tout repose, si le terrain n'est pas parfaitement solide, sur une fondation en béton. Il n'y a pas à se préoccuper comme on l'a fait quelquefois, de faire les murs en matériaux réfractaires : le mâchefer et les cendres qui tombent du cendrier ne les touchent presque pas, au moins à l'état brûlant. Aux extrémités se trouvent d'un côté un escalier, de l'autre un parement vertical avec une niche dans laquelle on peut placer une lanterne. Les murs longitudinaux supportent des longrines en bois sur lesquelles sont posés les rails.

310. — Elévation de l'eau au moyen de la vapeur de la locomotive. — On peut supprimer les machines d'alimentation et utiliser la vapeur des locomotives

pour élever l'eau. Sur certaines lignes des Compagnies secondaires, la machine s'alimente directement au moyen, soit d'un pulsomètre, soit d'une petite pompe à vapeur sans machine (pompe Doulton), soit d'un éjecteur. Ce système a l'inconvénient d'exiger entre les trains un battement très long : il faut une demi-heure environ pour remplir un tender de machine à voie d'un mètre. Si pour une raison quelconque, on est amené à réduire l'espacement de certains trains, ce système d'alimentation s'y oppose. On peut remédier à cet inconvénient, sans recourir à une machine spéciale de prise d'eau, en faisant envoyer l'eau par le pulsomètre, la pompe ou l'éjecteur qui actionne la locomotive, non dans le tender, mais dans un réservoir. On trouve toujours le temps de faire remplir ce réservoir dans les gares terminus par une machine en stationnement ou dont la journée est finie, et même, dans une gare de passage, par la machine d'un train de marchandises auquel on donne un long battement. De cette façon, on peut toujours pomper directement dans le tender, si on en a le temps ; mais en cas contraire, une machine s'alimente en quelques minutes au réservoir. Ce dernier n'a pas besoin d'avoir une grande contenance comme dans le cas où l'on se sert d'une machine d'alimentation spéciale ; il suffit en général de lui donner de 15^{m^3} à 20^{m^3}. Comme on peut le placer de manière à ce qu'il verse l'eau directement dans le tender, il n'y a pas à tenir compte des pertes de charge dans les conduites et dans les grues, et on peut se contenter de l'établir à une faible hauteur, soit sur une estacade en bois ou en fer, soit sur quatre piliers en maçonnerie.

311.—Alimentation en route, système Rams bottom — En Angleterre et en Amérique, on remplit les tenders des express en route, sans arrêt, au moyen des prises d'eau Ramsbottom. Le système est le suivant. On place entre les rails une bâche dont la longueur est de 400 mètres environ, et dans laquelle le mécanicien descend, en l'abordant, une sorte de pelle recourbée continuée par un tuyau qui communique avec le tender. En raison de la vitesse du train, l'eau monte le long de la pelle et dans le tuyau. Ce système est en pratique depuis fort longtemps et fonctionne parfaitement ; en France, on a préféré, pour allonger les parcours, augmenter la capacité des tenders.

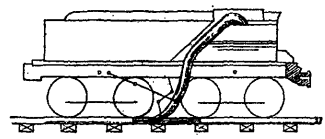


Fig. 339.

312. — Prix des alimentations. — Une alimentation coûte en moyenne :

Bâtiment des pompes, puisard, etc., . .	14.000 fr.
Pompes et machine fixe de 6 chevaux. .	10.500 fr.
Conduite de refoulement en tuyau de 135^{mm} . . . . . (le mètre)	14 fr.
Réservoir de 150$^{m^3}$ et tour support. . .	10.400 fr.
Canalisation en tuyaux de 0,108 de diamètre . . . . . (le mètre)	10 fr.
Grue hydraulique à col fixe.	700 fr.
Fosse à piquer de 10^{m} de longueur. . .	1.000 fr.

Naturellement le prix de revient de l'ensemble d'une prise d'eau varie avec la longueur de la conduite de refoulement, les dispositions de la prise, etc. On peut toutefois évaluer le prix *moyen* d'une prise d'eau ordinaire, comportant deux grues avec leurs fosses à piquer, entre 50.000 et 60.000 francs.

Si on substitue un moulin à vent à la machine, on peut compter sur une dépense de 6.000 à 7.000 francs pour le moulin à vent, son support et la pompe, tandis que la machine, les pompes et le bâtiment coûtent 25.000 francs.

Pour les prises d'eau peu importantes, l'installation d'un pulsomètre, d'une pompe Doulton ou d'un éjecteur coûte de 1.000 à 1.500 francs, y compris le puits ou le bassin de prise d'eau. Si on y ajoute un réservoir de 25 mètres cubes, la prise d'eau complète revient entre 1.800 et 2.400 francs.

§ 2. — REMISAGE ET ACCESSOIRES.

313. — Généralités. — Les machines ont besoin d'installations spéciales pour leur remisage. Elles peuvent bien rester à découvert sur une simple voie de garage dans l'intervalle des trains ; mais lorsqu'elles ont parcouru un trajet équivalent à une journée ou deux de travail, elles ont besoin d'être visitées, nettoyées, quelquefois de subir des réparations de détail ; ces opérations ne peuvent se faire commodément qu'à couvert. De plus, une locomotive représente un capital considérable ; il est facile d'en détériorer ou d'en voler un certain nombre d'organes ; il est donc bon qu'elle soit gardée. Le personnel de la machine a besoin de se reposer, de prendre ses repas et de coucher aux endroits de stationnement ; car ce n'est que sur les petites lignes desservies toujours par les mêmes machines que les mécaniciens peuvent rentrer chaque jour chez eux ; il faut donc leur

ménager des dortoirs et des réfectoires qui ne peuvent être mieux placés qu'auprès des remises de machines. Enfin ces dernières ont besoin de renouveler périodiquement leur provision de charbon. C'est une opération assez longue et qui doit être faite toujours aux mêmes points pour éviter la dissémination et par suite le gaspillage du combustible ; aussi le chargement de charbon se fait-il toujours aux points de remisage.

314. — Classification des installations de remisage. — D'après ce qui précède, les installations spéciales aux machines doivent comporter : des remises à machines, de petits ateliers pour les menues réparations, des dortoirs et des réfectoires pour le personnel, des magasins d'huile, chiffons, etc., des approvisionnements de charbon, et enfin les voies nécessaires pour le mouvement. Ces installations sont placées dans les gares ou tout au moins à leurs abords ; mais elles sont complètement distinctes.

La distribution et l'importance relative des installations spéciales aux machines ne sont naturellement pas facultatives ; elles sont commandées par la disposition des lignes. D'une manière générale, le nombre de points de remisage se multiplie à mesure que les mailles du réseau se resserrent. En effet, on est presque toujours amené, pour desservir convenablement les lignes secondaires, à y faire circuler le premier train de grand matin et à y faire rentrer le dernier train assez tard. On est donc forcé d'avoir une remise de machines avec ses accessoires presque à chaque bifurcation, et le nombre des machines à remiser dans chacune d'elles varie dans les limites les plus étendues. On peut toutefois classer les installations

de cette nature en trois catégories : les simples remises qui servent seulement à abriter les machines pendant leur séjour dans les gares où elles doivent stationner plusieurs heures et notamment coucher ; les grands dépôts qui servent de point d'attache à un certain nombre de machines et où celles-ci, après chaque voyage, ou plutôt après chaque tournée, car la tournée comporte une série de voyages sur des lignes différentes, viennent se faire nettoyer et réparer s'il y a lieu ; enfin les réserves, qui servent au remisage des machines de passage et auxquelles sont attachées en même temps un certain nombre de machines dites de réserve qui font le service des trains facultatifs, des embranchements, etc.

L'ensemble d'une installation comprend : 1° la remise proprement dite ; 2° les locaux accessoires ; 3° les dépôts et quais à charbon ; 4° les voies nécessaires au service.

315. — Remises. — Il y a trois types de remises : la remise simple, la rotonde et la remise rectangulaire à chariot roulant.

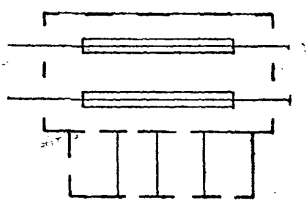


Fig. 340.

Remise simple. — La remise simple s'emploie pour les installations peu importantes ; c'est un bâtiment rectangulaire contenant une, deux, quatre et jusqu'à douze places. L'emplacement réservé à chaque machine a de quinze à vingt mètres de longueur : on y construit une fosse semblable aux fosses à piquer le feu, mais généralement plus

longue, pour permettre la visite des organes placés en dessous de la machine. Lorsqu'on n'a que deux machines, elles sont placées côte à côte sur deux voies parallèles ; s'il y en a davantage, on en met deux l'une derrière l'autre ; on va quelquefois jusqu'à trois sur la même voie ; mais cette dernière disposition est souvent incommode. En effet, les machines ne restent pas toutes le même temps au dépôt ; lorsqu'il n'y en a que deux sur la même voie, on peut s'arranger de telle façon que celle qui est devant ait à sortir avant celle de derrière ou, du moins peu de temps après, ce qui permet de la laisser dehors ; lorsqu'il y en a trois, cela devient plus difficile.

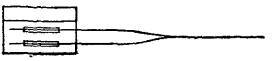


Fig. 341.

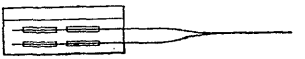


Fig. 342.

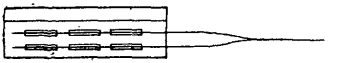


Fig. 343.

L'accès dans les remises se fait au moyen de voies greffées sur celles de la gare ; on dédouble ces voies une fois ou deux fois si les machines sont sur deux ou quatre rangs, ou on les divise en six branches, au moyen

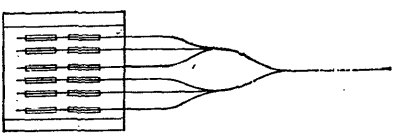


Fig. 344.

d'un branchement simple et de deux branchements doubles, s'il y a six rangs, comme le fait la Compagnie de l'Ouest pour les remises importantes.

Rotondes. — Lorsqu'on a plus de huit machines à remiser, on emploie, en général, de grands bâtiments circulaires appelés *rotondes*. Les machines y sont disposées sur les rayons d'un cercle au centre duquel se trouve un pont tournant ; on gagne ainsi beaucoup de place et on évite la nécessité de faire une manœuvre spéciale pour tourner les machines lorsqu'il y a lieu de le faire.

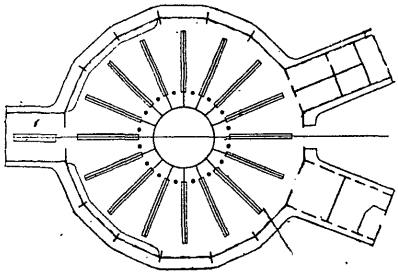


Fig. 345.

Dans la plupart des cas, on fait la rotonde incomplète, c'est-à-dire que les machines n'occupent qu'une fraction de la circonférence ; on a alors le grand avantage d'avoir une installation agrandissable et dans laquelle on peut augmenter le nombre des places disponibles sans rien démolir de ce qui existe ; pour faciliter cette extension, on peut même remplacer un des pignons par un simple pan de bois qu'on n'a qu'à déplacer en cas d'agrandissement.

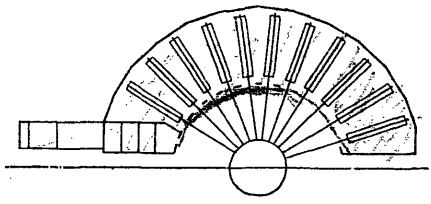


Fig. 346.

Dans les dépôts importants, on fait des rotondes complètes ; il y a, dans ce cas, une place perdue pour la voie d'accès, et deux, si on veut avoir une voie de sortie distincte de la voie d'entrée.

Lorsqu'on fait des rotondes complètes, on couvre

souvent la partie centrale par un dôme ; de cette façon la surveillance est plus facile, et on évite en hiver le froid, dont la multiplicité des ouvertures ne permet pas de se garantir suffisamment avec les rotondes à partie centrale découverte. Mais la construction est alors beaucoup plus chère.

Remises rectangulaires à chariot roulant. — On emploie aussi, dans les grands dépôts, des remises rectangulaires, dans lesquelles les machines sont rangées, de chaque côté de l'axe et perpendiculairement à celui-ci, le long de la fosse d'un chariot roulant à vapeur qui les amène à leur place ; la voie d'accès traverse une sorte d'avant-corps, dans lequel vient se loger le chariot pour recevoir les machines ou les laisser sortir. On n'a ainsi que deux portes, quel que soit le nombre des machines. Ce type a un très grand avantage ; c'est la facilité de la surveillance ; la toiture étant supportée par des colonnes, la vue est dégagée entre les machines et il est facile de voir ce qui se passe partout, rien qu'en se promenant le long d'un des côtés du bâtiment. Mais ces remises ont l'inconvénient de coûter très cher, si le nombre des machines n'est pas considérable, parce que le chariot roulant est assez coûteux et que, de plus, il y a une travée entière, d'au moins quinze mètres de portée, perdue pour lui donner passage ; le chariot exige, pour sa manœuvre, des dépenses de personnel, de charbon,

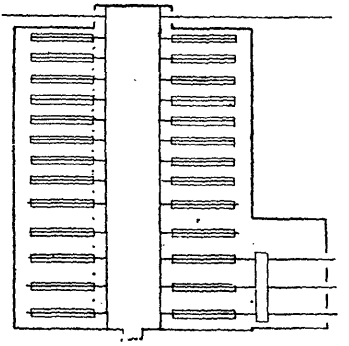


Fig. 347.

d'huile, etc. ; lorsqu'il y a lieu de le réparer, toutes les machines sont bloquées. Ce type n'est à recommander que pour les très grands dépôts ; mais, dans ce cas, il devient le meilleur, surtout si le nombre des machines

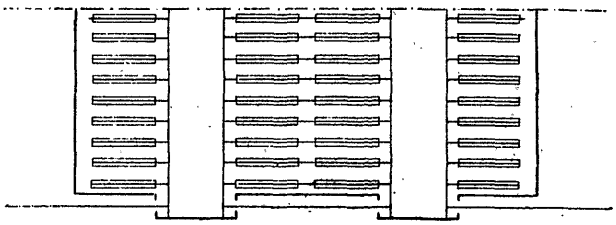


Fig. 348.

est assez grand pour justifier l'emploi de deux chariots parallèles, de manière à éviter les interruptions du service en cas d'avarie de l'un d'eux.

316. — Locaux accessoires. — Parmi les locaux accessoires, ceux qui ont le plus d'importance sont, dans les grands dépôts, les ateliers. Toutes les Compagnies de chemins de fer ont des ateliers où se font les grosses réparations ; mais pour éviter de déplacer inutilement les machines, on leur fait subir, dans les dépôts mêmes, les réparations de détail qui n'exigent que peu de temps et pour lesquelles suffit un outillage restreint (changements d'essieu, remplacement de tubes et de pièces accessoires, etc.). L'importance des réparations qu'on fait dans les dépôts varie d'ailleurs avec l'organisation de chaque Compagnie. On installe souvent l'atelier dans la remise même dont on distrait une partie pour cet usage ; cela se fait beaucoup dans les remises rectangulaires à chariot roulant, où cette solution est tout indiquée, et même dans les rotondes. Mais, dans ces dernières, on peut aussi, et cela paraît

préférable, placer l'atelier en dehors, dans une annexe qui affecte la forme d'une queue d'hironde et communique librement avec la rotonde. Il y a dans cette disposition un inconvénient apparent : c'est que les voies qui se trouvent dans l'atelier et qui servent au levage des machines sont commandées chacune par une des voies affectées au remisage ; mais il est facile de réserver celle-ci à des machines qui ne séjournent pas et qui laissent au moins une fois par jour le passage libre. Dans les réserves, l'atelier est très réduit et ramené le plus souvent à l'espace nécessaire pour y placer des étaux, une enclume et une petite forge.

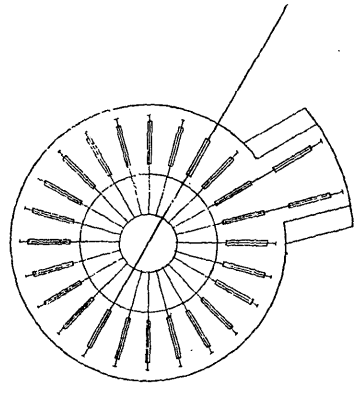


Fig. 348.

Les autres locaux (dortoirs, réfectoires, magasins, etc.) sont accolés à la remise ou à l'atelier. Il faut mentionner parmi ces locaux des salles de bains, dont l'usage dans les dépôts devient très fréquent.

Enfin, il faut mentionner le logement pour le chef de dépôt ou de réserve : c'est généralement une maison indépendante, placée à portée de la remise aux machines, de manière à permettre à cet agent une surveillance facile de jour et de nuit.

Dépôts de charbon. — Les dépôts de charbon ont, dans les centres où les machines se chargent normalement, une importance considérable. Une machine brûle en moyenne plus d'une tonne de charbon par

jour ; cela fait donc au moins vingt tonnes, s'il y a seulement vingt machines, ce qui est très peu pour un dépôt. De plus, il faut un approvisionnement pour un temps assez long, parce qu'il y a intérêt à faire venir le combustible par trains complets et surtout parce qu'il faut parer aux conséquences d'une grève, d'un cas de guerre, etc. On fait en général l'approvisionnement pour trois mois au moins. Le charbon est déposé en tas réguliers, échelonnés le long des voies qui permettent de l'apporter et de l'enlever. Autefois, on se servait exclusivement, pour charger le charbon dans les tenders, de quais ou chargeoirs de 2 mètres environ de hauteur. L'usage des briquettes, qu'il est facile de lancer à la main de bas en haut, et l'extension des approvisionnements font disparaître l'emploi de ces chargeoirs ou, au moins, en diminuent l'importance.

Il est nécessaire d'avoir au point de chargement, ou dans le voisinage, une grue hydraulique avec fosse à piquer le feu, pour permettre d'alimenter les machines avant leur départ, en eau en même temps qu'en charbon.

317. — Voies nécessaires au service. — Les voies nécessaires au service comprennent : une voie d'accès à la remise et, lorsque celle-ci est importante, une voie de sortie, de manière que les machines qui sortent et qui, à ce moment, prennent leur chargement de charbon et d'eau, n'interceptent pas l'entrée ; dans certains cas aussi, une voie de stationnement permettant aux machines approvisionnées d'attendre leur tour de sortie, ou encore une voie spéciale pour le chargement d'eau et de charbon. Pour comprendre

l'utilité de ces diverses voies, il faut observer que les machines sont à la disposition du chef de gare avant le moment où elles doivent s'atteler à leur train, de manière à permettre de faire des manœuvres, s'il y a lieu, et qu'à certaines heures de la journée les trains des diverses directions se trouvent ensemble dans la gare pour assurer les correspondances. L'ordre de l'arrivée et du départ de ces trains est théoriquement invariable ; pratiquement, il se produit des interversions à cause des retards ; il faut donc que les machines, à partir du moment où elles doivent être prêtes, puissent sortir ou rentrer dans un ordre quelconque.

Aux voies qui viennent d'être énumérées il faut ajouter des voies d'accès aux dépôts de combustible pour les wagons qui amènent le charbon et qui, pendant qu'ils sont en déchargement, ne doivent pas fermer le passage aux machines ; enfin, lorsque la remise est rectangulaire, une voie spéciale aboutissant à un pont tournant et le traversant, pour permettre de tourner les machines. Dans certains cas, on pose autour du pont tournant des voies rayonnantes, pour permettre de remiser des machines froides en excédent, les wagons de secours, etc.

Il suffit de simples plaques tournantes de 5^{m} 25 pour tourner les machines à trois essieux en les séparant de leur tender, pourvu qu'on installe un bout de voie en croix au droit de la plaque. Pour faire la manœuvre, on refoule le tender sur la plaque au moyen de la machine ; on lui fait faire un

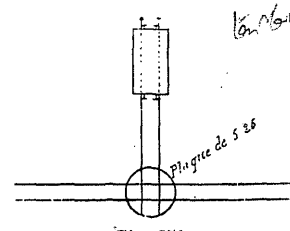


Fig. 350.

quart de tour après l'avoir dételé, et on le gare sur la voie en croix ; puis, après avoir opéré le retournement de la machine, on ramène le tender et on achève sa rotation. Mais il faut plusieurs hommes et beaucoup de temps pour remuer le tender. On supprime en partie cet inconvénient en réglant la voie en croix suivant une rampe en haut de laquelle on installe un treuil. On se sert de ce dernier pour tirer en dehors de la plaque le tender, qu'on laisse redescendre ensuite lorsque la machine est tournée. Même avec ce système, les manœuvres sont encore longues, et le tournage séparé de la machine et du tender ne peut se faire que si on dispose d'un quart d'heure à vingt minutes pour chaque opération, c'est-à-dire si le nombre des machines à tourner par jour est peu important et si le séjour de chacune d'elles se prolonge dans la gare pendant un temps suffisant. En outre, dans certains types, l'attelage de la machine et du tender est disposé de telle façon qu'il ne se prête pas, sans difficulté et même sans danger pour les agents, à leur séparation et à leur accouplement répétés. Aussi emploie-t-on le plus souvent des ponts tournants avec lesquels on peut effectuer la rotation de la machine et du tender en même temps. Nous avons déjà décrit les ponts tournants à propos des appareils de voie, et nous avons indiqué qu'il est bon de leur donner une longueur suffisante pour qu'on puisse équilibrer l'ensemble de la machine et du tender en plaçant son centre de gravité au-dessus de l'axe de rotation du pont.

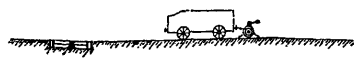


Fig. 351.

Les dispositions adoptées pour les installations de la traction varient suivant l'importance de ces dernières ;

les croquis ci-dessous en donnent quelques exemples.

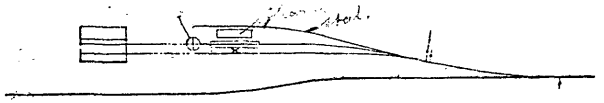


Fig. 352.

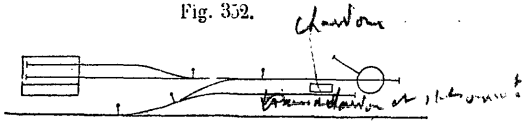


Fig. 353.

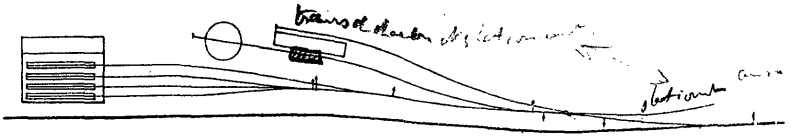


Fig. 354.

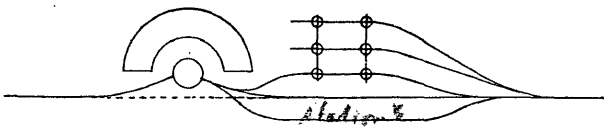


Fig. 355.

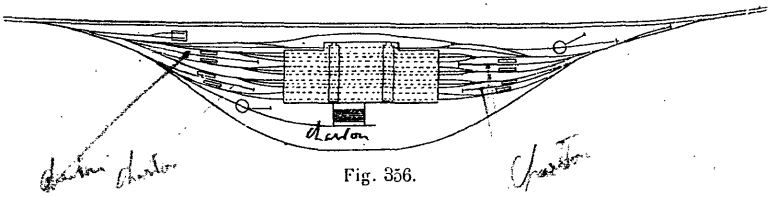


Fig. 356.

318. — Remises à voitures. — On ne remise plus les voitures pour les mettre à l'abri des intempéries ; cela coûterait trop cher et serait peu utile, car, sauf celles qui constituent les réserves pour les cas d'affluence exceptionnelle de voyageurs, les voitures sont presque constamment en circulation ou en stationnement sur les voies de formation des trains. Mais on fait des remises destinées au *petit entretien* de ces véhicules,

c'est-à-dire aux menues réparations qui peuvent être faites sur place, dans les gares importantes, sans faire rentrer les voitures aux ateliers (changement d'essieux, de boîtes à graisse, de châssis de fenêtres, de pièces de serrurerie, etc.). Les remises à voitures ou ateliers de levage sont des bâtiments rectangulaires ouverts sur une de leurs faces, à laquelle aboutissent une série de voies desservies habituellement par un chariot roulant à fosse ; on y annexe un bureau pour le chef visiteur, un petit magasin, et un petit atelier lorsque leur importance est suffisante pour justifier cette installation. Il faut avoir soin d'éclairer les remises par en haut, car les voitures placées près des fenêtres interceptent le jour que donnent celles-ci.

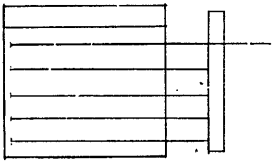


Fig. 357.

319. — Ateliers de la traction. — Malgré la construction simple et robuste des wagons et des machines, les uns et les autres ont besoin de réparations qui exigent un personnel nombreux et des ateliers considérables. L'importance de ces ateliers varie, non seulement avec l'importance du réseau sur lequel ils se trouvent, mais avec la nature des travaux qu'on leur demande. Le système qui consiste à confier les réparations du matériel à l'industrie privée a été longtemps controversé. Les services de traction, qui trouvent le travail moins bien fait que par leurs propres ateliers, y sont en général hostiles. Il paraît certain qu'il y a avantage à faire, dans des ateliers dépendant du réseau, un certain nombre de réparations, soit parce qu'elles

nécessitent l'emploi d'un outillage spécial et s'appliquent à des objets pesants dont il faut éviter de multiplier les transports (tournage des roues), soit parce qu'elles exigent des soins spéciaux, soit enfin et surtout qu'elles s'appliquent à des travaux *non mesurables* et dont, par suite, le règlement avec les industriels donnerait lieu à des difficultés. Mais en France on va plus loin, et la plupart des Compagnies font, non seulement beaucoup de travaux de réparation pour lesquelles il n'existe pas de raison spéciale de ne pas s'adresser à l'industrie, mais même de la construction.

Pour l'organisation des ateliers, il y a deux systèmes : le premier consiste à les répartir sur le réseau de manière à diminuer les distances à parcourir ; le second consiste à les concentrer en des points où se fait un travail de nature déterminée pour tout le matériel du réseau.

Quelle que soit l'importance des travaux qui s'y font, un atelier complet comprend : pour la réparation des machines, un atelier de chaudronnerie, un atelier de montage, un atelier d'ajustage, un atelier de forge (la chaudronnerie et le montage sont quelquefois réunis). Pour la réparation des voitures, un atelier pour le travail du fer (forge et ajustage), un atelier pour le travail du bois, un atelier de sellerie pour le capitonnage et le garnissage des coussins, un atelier de levage avec voies pour abriter les voitures et les wagons en réparation, enfin un atelier de peinture. Quelquefois l'atelier servant à abriter les voitures et wagons n'existe pas et les réparations se font en plein air ; le plus souvent le système est mixte, une partie des réparations se fait à couvert, le reste à l'air.

QUATRIÈME PARTIE

EXPLOITATION TECHNIQUE

On désigne sous le nom *d'exploitation technique* la branche de l'exploitation qui concerne le service proprement dit, abstraction faite de la rémunération à en retirer. Elle comprend la circulation des trains, qu'on désigne par abréviation sous le nom de *mouvement*, le service des voyageurs et le service des marchandises.

L'exposé qui va suivre se rapporte à l'exploitation technique telle qu'elle se fait en France, mais nous indiquerons à l'occasion les méthodes suivies à l'étranger, lorsqu'elles nous paraîtront offrir un intérêt spécial.

CHAPITRE XVI

MOUVEMENT

§ 1. — NATURE ET AFFECTATION DES TRAINS.

320. — Trains ordinaires. — Les trains ordinaires sont classés, d'après leur composition, en *trains de voyageurs*, *trains de marchandises* et *trains mixtes*.

Les *trains de voyageurs* sont spécialement destinés au transport des voyageurs et des marchandises dites en grande vitesse; ils peuvent transporter aussi des marchandises en petite vitesse, mais sous certaines réserves de construction des wagons qui portent ces marchandises et de vitesse de marche, et ils ne font, en tout cas, aucune manœuvre sur leur trajet pour prendre ou laisser des wagons de marchandises. Ils ne peuvent être composés de plus de vingt-quatre voitures, sauf dans le cas où ils sont affectés exclusivement aux transports de troupes.

En principe, les trains de voyageurs ne doivent être remorqués que par une seule machine ; toutefois, une seconde machine peut exceptionnellement y être attelée dans certaines circonstances, telles que les renforts accidentels et le retour à leur dépôt de machines qui n'ont pas de trains à remorquer. Cette dernière disposition a pour but d'éviter la circulation de

machines « haut le pied », c'est-à-dire de machines circulant seules sans être attelées à un train, et qui sont considérées avec raison comme un danger par beaucoup d'ingénieurs. Sauf pour les « trains légers » dont il sera parlé plus loin, il doit toujours y avoir, entre le tender et la première voiture à voyageurs, au moins un véhicule ne contenant pas de voyageurs ; il doit y en avoir deux, dans le cas où le train est remorqué par deux machines. Enfin, tous les véhicules des trains de voyageurs doivent être munis de la contre-vapeur, de freins continus manœuvrés directement par le mécanicien, et d'appareils d'intercommunication permettant aux voyageurs d'appeler les agents de trains.

Les *trains de marchandises* sont spécialement affectés au transport des marchandises ; ils marchent à faible vitesse, stationnent dans les gares pour faire les manœuvres nécessaires à l'adjonction ou à l'abandon de wagons, pour permettre le chargement ou le déchargement des colis de détail, c'est-à-dire qui n'exigent pas un wagon entier, enfin pour laisser passer devant eux les trains portant des voyageurs, qui sont à marche plus rapide.

Les *trains mixtes* font à la fois le service des voyageurs et celui des marchandises ; ils se divisent en deux catégories, les trains mixtes proprement dits, et les trains de marchandises auxquels l'adjonction de voitures à voyageurs est autorisée ; les premiers sont soumis à la même réglementation que les trains de voyageurs en ce qui concerne la traction, l'interposition d'un véhicule ne contenant pas de voyageurs entre la machine et les voitures à voyageurs, et le nombre des voitures. L'emploi de freins continus n'est

pas obligatoire dans les trains mixtes. Les trains de marchandises auxquels l'adjonction de voitures à voyageurs est autorisée ne peuvent dépasser une vitesse limite de 50 kilomètres en cas de retard ; le nombre maximum de voitures qu'ils peuvent contenir est, pour chaque réseau, fixé par des décisions ministérielles.

Le train mixte a été jusqu'ici le train normal des lignes à faible circulation ; sur ces lignes, le nombre des voyageurs et le tonnage des marchandises sont rarement suffisants pour permettre de spécialiser les trains. On s'efforce d'ailleurs, autant dans l'intérêt du public que pour augmenter les recettes, de multiplier le nombre des trains mis à la disposition des voyageurs. Il ne faut pas croire toutefois que l'emploi des trains mixtes soit toujours la meilleure solution sur les lignes à faible trafic. Ils perdent beaucoup de temps en route par suite des manœuvres nécessitées par le service des marchandises, et la durée de leur parcours ou tout au moins, comme nous le verrons plus loin, du parcours de certains d'entre eux, se trouve ainsi allongée d'une manière excessive. Il y a souvent intérêt à employer pour les manutentions dans les stations le personnel des trains, de manière à réduire au minimum le nombre des agents sédentaires ; on arrive alors, à des durées de trajets incompatibles avec le transport des voyageurs. D'un autre côté, ce qui justifie l'emploi de trains mixtes, c'est la disproportion entre la nature et le personnel des trains d'une part, et d'autre part l'importance des transports à faire par chaque train ; l'emploi de machines moins puissantes et par suite plus économiques, et l'application des règles relatives aux trains légers, dont nous parlerons plus loin, permettent de faire disparaître ou tout au moins d'atténuer dans

une large mesure cette disproportion. Aussi y a-t-il aujourd'hui, une tendance à spécialiser les trains de voyageurs et de marchandises ; cette séparation des deux natures de transports constitue un progrès réel au point de vue de l'exploitation.

Sauf pour des lignes d'intérêt local sur lesquelles il n'y a presque aucun trafic, on fixe à trois trains par jour, dans chaque sens, le nombre minimum des trains de voyageurs ou mixtes, un le matin, un dans le milieu de la journée et un le soir. Lorsque les trains sont mixtes on fait en général en sorte qu'un seul (ordinairement celui du milieu de la journée) ait à faire des manœuvres dans les gares intermédiaires, ce qui augmente toujours beaucoup la durée de son trajet ; les autres ne font de ces manœuvres qu'exceptionnellement, mais transportent des marchandises de bout en bout. Dans certains cas toutefois, on trouve intérêt au point de vue du public à faire faire les manœuvres par deux ou même par trois trains ; mais chacun d'eux ne les fait alors que sur une partie du parcours. Quand le trafic augmente, on multiplie les trains mixtes, ou, si le nombre des voyageurs le permet, on crée un ou plusieurs trains de voyageurs ; ce n'est que lorsqu'on est assuré d'un trafic continu et déjà important de marchandises, qu'on ajoute un train de marchandises régulier. Enfin, lorsque le mouvement des voyageurs augmente, on supprime l'arrêt des trains de voyageurs dans certaines stations. Les trains dont le nombre d'arrêts est limité, s'appellent *directs*, lorsqu'ils sont à vitesse modérée et desservent des stations assez nombreuses ; ils sont dits *express* lorsqu'ils marchent à grande vitesse et ne desservent qu'un petit nombre de stations ; enfin, on a créé des

express à marche exceptionnelle auxquels on a donné le nom de *rapides* ; il n'en existe que sur les grandes lignes et pour les longs parcours. Les trains de voyageurs qui desservent toutes les stations, s'appellent des trains *omnibus*. Les trains mixtes rentrent presque toujours dans la catégorie des trains omnibus.

La circulation des trains constitue une partie importante, et même la plus importante, des dépenses de l'exploitation ; il importe donc de ne mettre en circulation que ceux qui sont réellement nécessaires ou tout au moins utiles. D'autre part, le trafic varie d'un jour à l'autre dans des proportions souvent considérables ; on a été ainsi conduit à créer, en dehors des trains *réguliers* qui ont lieu tous les jours, des trains qui ne sont mis en marche que suivant les besoins. Ces trains sont de plusieurs sortes.

Les trains *facultatifs* sont destinés à transporter les marchandises et les voyageurs qui ne peuvent être transportés par les trains réguliers. La marche des trains facultatifs est tracée à l'avance sur les livrets de marche ; sur toutes les lignes, il en est prévu un nombre proportionné à l'importance du trafic. La mise en marche d'un train facultatif est annoncée à l'avance aux gares, soit par un avis écrit, soit par le télégraphe, et aux agents de la voie, notamment aux gardes-barrières, par des signaux (drapeaux ou lanternes) placés en queue du train qui le précède ; elle n'a lieu que par l'ordre de certains agents (en général les chefs des grandes gares) autorisés à cet effet.

Pour les marchandises, les trains facultatifs sont le régime normal de transport sur la plupart des lignes importantes ; on ne *régularise* guère un facultatif que

lorsqu'on est assuré d'avoir un trafic permanent. Certains facultatifs sont mis en marche d'une manière normale plusieurs fois par semaine.

Les trains facultatifs pour voyageurs sont assez rares; on ne peut faire des trains variables qui seraient inconnus du public; pour assurer le transport des voyageurs qui, par suite d'affluence, n'ont pu trouver place dans un train, on *dédouble* celui-ci, et on met en marche un train *supplémentaire*. Le train *supplémentaire* est un train qui suit immédiatement le train dédoublé, avec la même marche. Il est annoncé aux gares par le télégraphe, et aux agents de la voie par des signaux spéciaux (drapeaux ou lanternes). Toutefois on crée quelquefois des trains facultatifs de voyageurs sur les lignes à voie unique où circulent des express, pour éviter les difficultés que cause sur ces voies le dédoublement, par suite de la sujétion des croisements de trains. Dans ce cas, le facultatif est un véritable supplémentaire, mais avec une marche et des points d'arrêt qui peuvent être différents de ceux du train dédoublé. On peut aussi créer des facultatifs partant des gares à mouvement variable et exceptionnel, en vue des jours de foire, de fêtes publiques, etc.; mais on préfère souvent dans ces cas, créer des trains spéciaux.

Les trains *spéciaux* sont des trains dont l'itinéraire ne figure pas au tableau de la marche des trains; la marche est faite en vue de besoins spéciaux à satisfaire; elle est portée à la connaissance des agents intéressés par des ordres imprimés ou par le télégraphe. On fait des trains spéciaux pour assurer le service des voyageurs les jours de fêtes, de grandes foires, etc., et effectuer certains transports exceptionnels (trains

de plaisir, trains de pélerins, transport de troupes ou de matériel de guerre).

Le personnel des trains comprend obligatoirement :

1° Un mécanicien et un chauffeur pour la conduite de la machine ;

2° Un conducteur chef de train ;

3° Un nombre de gardes-freins variable avec la vitesse, la composition du train, les déclivités des lignes à parcourir et la nature des freins ; un des gardes-freins doit toujours être placé au dernier ou à un des derniers véhicules.

Dans les trains munis de freins continus, c'est-à-dire aujourd'hui dans tous les trains de voyageurs, le nombre de freins à main réglementaire doit être maintenu, mais le frein du fourgon de tête et celui de l'arrière doivent être seuls obligatoirement *montés*, c'est-à-dire accompagnés d'un agent toujours prêt à la manœuvre. Le frein du fourgon de tête est, dans tous les trains, manœuvré par le chef de train.

La machine ou les machines doivent toujours être placées en tête des trains ; toutefois, sur de fortes rampes, l'emploi de machines de renfort en queue est autorisé. Les machines en tête des trains sont toujours placées cheminée en avant, sauf lorsque les trains marchent à faible vitesse, ou quand ce sont des machines-tenders.

321. — Trains de service. — En outre des trains de voyageurs, de marchandises ou mixtes, on met en circulation des *trains de service*, pour les transports du service intérieur des chemins de fer qui ne peuvent être effectués par les trains réguliers ou facultatifs. Les trains de service sont surtout des trains de travaux,

et leurs caractères distinctifs sont d'une part, qu'ils peuvent n'être pas assujettis à une marche fixée à l'avance et, de l'autre, qu'ils peuvent s'arrêter en pleine voie. Les trains de service à itinéraire fixe sont assimilés aux trains spéciaux. Pour ceux dont l'itinéraire n'est pas fixé à l'avance, des précautions spéciales sont prises ; ainsi un train de service ne peut quitter une gare, en voie unique, sans avoir été annoncé à la gare voisine par le télégraphe et, en double voie, que dans certaines conditions ; il ne peut marcher qu'à une vitesse réduite ; il doit être rentré dans une gare un certain temps déterminé avant l'heure du passage du premier train régulier ou facultatif annoncé. Enfin les trains de service ne peuvent être, sauf en cas d'urgence, mis en marche qu'en vertu d'ordres émanant d'agents autorisés, et de concert entre les trois services de la Voie, de la Traction, et de l'Exploitation. Le personnel des trains de service est composé comme celui des trains ordinaires.

322. — Trains légers. — Les trains ordinaires avec leur composition, avec les règles auxquelles ils sont soumis pour le personnel, et avec le prix de revient de leur matériel, sont excellents pour transporter à la fois des voyageurs nombreux ou de grandes masses de marchandises ; mais ils constituent un moyen de transport coûteux lorsque le nombre de voyageurs est faible et que les marchandises sont rares. A mesure que les réseaux se sont développés, on a dû attacher plus d'importance à l'organisation de trains économiques pour faire le service des lignes à faible trafic, de manière à pouvoir, non seulement réduire les dépenses, mais aussi avec la même dépense, faire circuler un

plus grand nombre de trains et séparer le service des voyageurs de celui des marchandises à petite vitesse ; on a dû songer aussi aux moyens de faire circuler, sur les grandes lignes, des trains à parcours réduit et n'entraînant qu'une faible dépense ; car, à mesure que le service des grands parcours s'améliorait, il en est souvent résulté comme conséquence que celui des petits parcours devenait plus mauvais, parce qu'une partie des trains ne s'arrêtaient pas dans un certain nombre de localités et que les autres n'y passaient qu'à des heures incommodes. C'est ainsi qu'on est arrivé à la création de *trains légers*. En France, le premier essai a été fait sur le réseau de l'État, au moyen de voitures à vapeur imitées de celles qui avaient été, peu auparavant, mises en service en Belgique. En faisant porter par la voiture son propre moteur, on était dispensé de toute sujétion relative aux freins des véhicules remorqués, et on pouvait réduire le personnel à un mécanicien et un conducteur chef de train ; le moteur n'ayant d'ailleurs qu'une très faible charge, pouvait être léger, peu coûteux et consommer très peu de charbon.

Les voitures à vapeur n'ont pas répondu aux espérances qu'elles avaient fait concevoir à quelques personnes. D'abord, passer des trains remorqués par de puissantes machines, tels que ceux qu'on faisait antérieurement, à une seule voiture, c'était dépasser le but ; même avec une impériale, d'ailleurs fort incommode, la voiture à vapeur était insuffisante dès qu'il y avait la moindre affluence ; on pouvait, il est vrai, lui faire remorquer un ou même deux véhicules, mais alors l'avantage de l'unité disparaissait. D'un autre côté, la voiture à vapeur a toujours un vice

capital ; on ne peut ni réparer la voiture sans immobiliser le moteur, ni réparer le moteur sans immobiliser la voiture. Il y a tout avantage à les séparer, et cela est admis aujourd'hui sans conteste. On est arrivé ainsi aux *trains légers*, d'abord mis en service à titre d'essai sur plusieurs réseaux, puis réglementés définitivement par un décret du 9 mars 1889.

Ce qui caractérise les trains légers, au point de vue de la composition, c'est uniquement le nombre des essieux des véhicules qui ne doit pas dépasser seize[1], non compris la machine ou le véhicule portant le moteur. Un train léger peut donc parfaitement être remorqué par une machine ordinaire. Le seul fait de la réduction du nombre des essieux des véhicules à seize au maximum supprime l'obligation d'intercaler un fourgon entre la machine et le premier véhicule à voyageurs ; c'est donc un poids mort supprimé. De plus, lorsque tous les véhicules à voyageurs contenus dans le train sont munis du frein continu, le Ministre peut autoriser la suppression du chauffeur, à la condition que le chef de train se tienne sur la machine ou puisse facilement y accéder de manière à l'arrêter en cas de besoin. Enfin, lorsqu'il n'existe pas dans le train de véhicule (à voyageurs ou à marchandises) dépourvu du frein continu, le Ministre peut autoriser la suppression du serre-frein d'arrière. Le nombre total des agents du train

1. Les véhicules habituellement employés pour les trains légers étant à deux essieux, la composition de ces trains peut comprendre au maximum huit voitures, fourgons ou wagons. On a limité, dans le décret du 9 mars 1889, le nombre des essieux et non celui des véhicules, parce que les premiers représentent une unité bien déterminée et correspondent à une limite de charge invariable, tandis que les seconds peuvent varier à l'infini suivant leur mode de construction (véhicules à trois essieux, à bogies, articulés, etc.).

est alors réduit à deux, un mécanicien et un chef de train, tandis que pour les trains ordinaires il est au minimum de quatre.

A la suite du décret de 1889, tous les réseaux ont organisé des trains légers ; mais il ne faudrait pas juger le système par les résultats qu'il donne actuellement. La suppression du serre-frein d'arrière a pu être réalisée immédiatement, mais il n'en est de même ni de la suppression du chauffeur, ni de la réduction du moteur, ni de la suppression du fourgon de tête. Avec l'organisation des services de traction en usage sur les grands réseaux, la machine le mécanicien et le chauffeur forment un trio qui ne se désunit que lorsque l'un de ces trois éléments est obligé de suspendre son service, et les machines ont à remorquer successivement, par suite des roulements, des trains de natures différentes ; il en résulte que souvent la suppression du chauffeur ne serait qu'une économie apparente. D'un autre côté, la séparation complète des services de l'exploitation et de la traction, qui existe partout, produit, même chez le personnel supérieur, une extrême répugnance pour les services mixtes ; l'obligation pour le chef de train de savoir manœuvrer les principaux organes de la machine pour l'arrêter, et pour le mécanicien de quitter, en cas de détresse, sa machine pour aller protéger le train, soulèvent encore des objections nombreuses. Les chefs de train ne quittent pas volontiers leur fourgon, où ils sont à l'aise, pour monter sur la machine. Enfin, au point de vue du moteur lui-même, il n'existe guère sur les grands réseaux de machines légères ; l'usage suivi en France de faire durer presqu'indéfiniment le matériel roulant par le remplacement successif des pièces conduit à

n'en pas commander, parce qu'on peut faire le service de n'importe quel train avec un moteur trop puissant; on cherche au contraire des machines de plus en plus fortes, à mesure que la vitesse et la charge des trains des grandes lignes augmentent. On commence toutefois, sur certains réseaux, à se servir de machines construites spécialement en vue des trains légers, et qui permettent de réaliser des économies importantes de combustible en même temps qu'elles se prêtent à la suppression du chauffeur. Certaines de ces machines portent à l'arrière une caisse qui fait corps avec elles et qui tient lieu de fourgon ; on a ainsi l'avantage de réserver un emplacement pour les bagages et les marchandises transportées en messagerie, sans l'adjonction d'un véhicule spécial, et de donner au chef de train une place commode, où il peut faire ses écritures en route, tout en ayant la facilité d'accéder, au besoin, aux organes de la machine. L'expérience paraît toutefois indiquer qu'il y a intérêt à séparer le moteur du fourgon ; celui-ci devient en effet insuffisant, aujourd'hui que le service de la messagerie prend, même sur les lignes à faible trafic, une importance de plus en plus grande ; en outre, lorsqu'il est accolé à la machine, il est presque toujours en porte à faux, et dans ces conditions il est très fatiguant pour le chef de train de s'y tenir à cause de l'amplitude des trépidations ; enfin il est utile d'avoir beaucoup de place pour le charbon, de manière à éviter l'obligation de renouveler trop souvent les approvisionnements. On peut éviter tous ces inconvénients en juxtaposant la machine et le fourgon de manière à établir entre eux une communication facile tout en les laissant indépendants. Il paraît probable que les trains

légers entreront peu à peu dans la pratique de tous les réseaux et que le personnel et le matériel s'adapteront à la longue à la nécessité de simplifier les trains des petites lignes et des petits parcours, nécessité qui est devenue aujourd'hui tout à fait impérieuse.

On peut faire rentrer dans la catégorie des trains légers les *trains-tramways* organisés depuis peu, notamment sur la Compagnie du Nord ; ce sont des trains à petits parcours et qu'on fait arrêter non seulement aux stations, mais à certains passages à niveau. Pour remplir leur but, ces trains doivent être très maniables, de manière à s'arrêter et à repartir facilement ; ils doivent aussi coûter peu pour qu'on puisse les multiplier ; par ces deux motifs on leur donne habituellement la composition des trains légers.

§ 2. — CIRCULATION DES TRAINS.

I. — RÈGLES GÉNÉRALES.

323. — Attributions respectives du chef de train et du mécanicien. — Le mécanicien est, pour la conduite du train, subordonné au chef de train. C'est également le chef de train qui, en cas de dérangement de la marche du train, a l'initiative des mesures à prendre ; il communique à cet effet avec le mécanicien par une cloche qui est placée sur le tender et qu'il manœuvre à l'aide d'un cordeau. Un coup de cloche commande l'arrêt. Dans les gares, le mécanicien est sous les ordres du chef de gare ou de l'agent délégué par celui-ci pour commander les mouvements ; il est interdit au mécanicien de prendre l'initiative d'aucun

mouvement pour faire des manœuvres quelles qu'elles soient; il ne peut quitter la gare dans laquelle il est arrêté qu'après avoir reçu successivement du chef de gare par un coup de sifflet et du chef de train par un coup de cornet l'annonce que rien ne s'oppose à son départ. Toutefois, le mécanicien ne doit obéir au chef de train ou au chef de gare que sous certaines réserves prévues par les règlements, car c'est lui surtout qui est responsable de la sécurité de son train. Le mécanicien doit en outre une *obéissance passive* aux signaux; cette obligation s'étend d'ailleurs à tous les agents, quel que soit leur grade.

324. — Signaux. — *Signaux portés par les trains.* — Les trains de toutes les catégories portent la nuit, à l'avant, au moins un feu blanc et, sur la face arrière du dernier véhicule, un feu rouge. Le jour, le feu rouge est remplacé par un disque de même couleur, ou simplement par la lanterne munie d'un verre rouge qui sert à donner la nuit le feu rouge. — En outre, les trains doivent porter à l'arrière, la nuit, deux lanternes de côté donnant un feu blanc en avant et un feu rouge en arrière.

Signaux s'adressant aux trains. — Les signaux s'adressant aux trains sont de deux natures : les signaux impératifs et les signaux indicateurs.

Les signaux impératifs sont le signal *d'arrêt* et le signal de *ralentissement*.

L'arrêt est commandé par la couleur rouge ; mais on distingue les *signaux d'arrêt absolu* qui commandent l'arrêt immédiat et ne doivent pas être franchis, et les *signaux ronds* qui commandent l'arrêt à distance, mais peuvent être franchis par les trains.

Les signaux d'arrêt absolu sont faits le jour soit au moyen d'un drapeau rouge déployé, présenté par un agent ou placé d'une manière quelconque en vue du mécanicien, soit au moyen d'un signal fixe, formé d'une plaque carrée peinte en damier rouge et blanc placée perpendiculairement à la voie. La nuit le drapeau est remplacé par une lanterne à verre rouge et la plaque carrée est éclairée de deux feux rouges. A défaut de drapeau ou de lanterne à feu rouge, les agents peuvent commander l'arrêt, soit en élevant les bras de toute leur hauteur, soit en agitant vivement, le jour, un objet quelconque, et la nuit une lanterne. On emploie, pour compléter les signaux optiques, des pétards détonnants placés sur le rail ; le mécanicien, dès qu'il entend la détonation d'un pétard doit se rendre maître de la vitesse de son train, de manière à pouvoir s'arrêter s'il rencontre un obstacle ; il ne peut reprendre sa marche normale qu'après avoir parcouru un certain espace fixé, dans chaque cas, par les règlements.

Le signal rond prévient le mécanicien qu'il *aura à s'arrêter à une faible distance* ; il se compose d'une plaque ronde placée perpendiculairement à la voie ; la nuit, le signal rond est éclairé d'un seul feu rouge. Le mécanicien qui aperçoit un signal rond fermé doit se rendre immédiatement maître de la vitesse de son train, par tous les moyens à sa disposition, et se mettre en mesure de s'arrêter à temps dans la partie de voie en vue, s'il se présente un obstacle ou un nouveau signal commandant l'arrêt. En tout cas, il ne doit pas atteindre la première aiguille ou la première traversée de voie protégée par le signal rond, et ne doit se remettre en marche que sur l'ordre du chef de

train, ou de l'agent de service à la gare ou au poste protégé.

La couleur du signal de ralentissement est le vert. Le jour, le signal est fait au moyen d'un drapeau vert, ou d'un signal fixe peint en vert et placé perpendiculairement à la voie ; la nuit, au moyen d'un feu vert. Le signal de ralentissement indique que la vitesse ne doit pas dépasser la limite fixée par les règlements de chaque Compagnie ; cette limite est, en général, de 30 kilomètres à l'heure pour les trains de voyageurs et de 15 kilomètres pour les trains de marchandises. Un guidon blanc ou un feu blanc indique le point à partir duquel le ralentissement doit cesser.

Les signaux d'arrêt ou de ralentissement sont faits également au moyen des *sémaphores*, destinés à maintenir l'intervalle entre les trains, et dont nous parlerons plus loin.

Les *signaux indicateurs* sont de diverses natures ; ils servent à indiquer la position des aiguilles, à annoncer l'approche des bifurcations ou de certains points auxquels s'appliquent des prescriptions spéciales, tels que ceux où la vitesse doit être limitée en vertu d'ordres spéciaux ; les dispositions de ces signaux varient selon les indications à donner.

Jusqu'à une époque récente, chaque Compagnie ou Administration de chemins de fer déterminait librement, sous sa responsabilité, les signaux en usage sur son réseau. Ces signaux étaient peu différents ; il était, en particulier, universellement admis que le rouge commandait l'arrêt et le vert le ralentissement ; mais il n'y avait pas unité. L'Administration a pensé qu'au point de vue de la facilité et de la sécurité de la circulation des trains sur les lignes dont l'exploitation est

commune à deux réseaux, comme aussi au point de vue de la bonne utilisation des chemins de fer en cas de guerre, il convenait d'unifier les signaux employés en France, et par un arrêté du 15 novembre 1885, le Ministre des Travaux publics a mis en vigueur un *code des signaux* applicable sur tous les chemins de fer français. Ce code a réalisé l'unité de signification des signaux ; il n'a pas réalisé complètement l'unité des signaux eux-mêmes, car ses prescriptions sont, sur la plupart des points, facultatives en ce qui concerne leur emploi. Il y aurait peut-être encore un pas à faire dans cette voie, car l'unité des signaux est d'une grande importance dans le cas où des mécaniciens ont à circuler sur des réseaux auxquels ils sont étrangers, et on ne voit pas bien quel intérêt il peut y avoir, au point de vue du progrès, à laisser aux services de chemins de fer la faculté d'employer le même signal dans des conditions différentes, ou des signaux différents dans des circonstances identiques.

325. — Marche des trains. — Sauf les trains de service à *marche indéterminée* qui sont assujettis à des règles spéciales, tous les trains suivent une marche déterminée à l'avance et dont le mécanicien, le chef de train, les chefs des gares traversées et, autant que possible, les agents de la voie ont reçu préalablement connaissance. Les marches de trains, à l'exception de celles des trains spéciaux, sont approuvées par le Ministre avant d'être mises en vigueur ; elles indiquent les points d'arrêt, la durée des stationnements et le temps accordé au mécanicien pour franchir l'espace compris entre deux arrêts consécutifs.

La marche régulière des trains est une des principales garanties de la sécurité ; aussi les agents de tout ordre doivent-ils faire tous leurs efforts pour l'assurer. D'abord, *sous aucun prétexte, un train ne doit partir en avance d'une gare* et le mécanicien doit éviter de prendre de l'avance en route. Mais on fait tout ce qui est possible pour regagner les retards. Le mécanicien reçoit une prime proportionnelle au nombre des minutes qu'il a regagnées dans son parcours ; il paie, au contraire, une amende proportionnelle au nombre des minutes qu'il a perdues. Les gares doivent abréger, si le service le permet, les stationnements réglementaires, en cas de retard, à moins que la prolongation de ces stationnements ne soit obligatoire pour attendre des trains en correspondance, donner aux voyageurs le temps de prendre leurs repas, etc. On attend en général les trains de correspondance pendant 15 minutes. Toutefois, pour les trains-poste, cette attente n'est pas obligatoire ; elle ne l'est également pas si le chef de gare est prévenu par le télégraphe que le train attendu a un retard tel qu'il ne peut arriver dans le délai d'attente prévu. La limitation des délais d'attente n'a pas seulement pour but d'éviter aux voyageurs les pertes de temps et les retards qui en sont la conséquence ; elle est également motivée par la bonne marche du service et par la sécurité. Aujourd'hui que les mailles des réseaux sont très serrés, et que beaucoup de lignes sont très chargées, le retard d'un seul train influe sur le mouvement d'un grand nombre d'autres ; ceux-ci, à leur tour, réagissent sur ceux qu'ils doivent croiser ou avec lesquels ils doivent correspondre ; dans certains cas l'attente d'un train express par les

trains de correspondance peut jeter la perturbation dans le service pendant plus de vingt-quatre heures.

Les retards de plus de 10 minutes pour les trains ayant à parcourir moins de 50 kilomètres, et de plus de 15 minutes pour les autres trains sont inscrits sur des registres spéciaux et portés à la connaissance du service du contrôle ; celui-ci informe le Ministre de ceux de ces retards qui concernent les trains de voyageurs.

Entre les points d'arrêt, le mécanicien est libre de faire varier la vitesse comme il le juge convenable pour la conduite de son train, sous la réserve de ne pas perdre de temps ou de regagner le plus de temps perdu possible, et sous la réserve des limites de vitesse fixées pour chaque réseau ou partie de réseau. Cette limite varie, en général, pour les lignes principales, entre 80 et 120 kilomètres ; sur les lignes moins importantes, les règles suivies selon les déclivités et les rayons des courbes sont très variables. L'excès de ces limitations est souvent abusif et presque toujours inutile. Il est bien difficile de ralentir la marche d'un train au passage dans chaque courbe de faible rayon, et tous les mécaniciens ont une tendance à marcher dans les pentes aussi vite qu'ils peuvent le faire. Il vaut mieux n'avoir qu'une limite de vitesse pour chaque section et, dans l'intérêt de la marche des trains, élever cette limite autant que possible sur les lignes fréquentées par des trains à marche rapide.

En outre des limitations de la vitesse qui peuvent être motivées par les déclivités ou les courbes, il existe des points aux abords desquels la sécurité exige un ralentissement : ce sont les bifurcations ou traversées de voies. Les mécaniciens sont tenus de réduire leur

vitesse avant d'y arriver, de façon à pouvoir au besoin arrêter leur train.

326. — Maintien de l'espacement des trains. — Les trains qui circulent sur une ligne, dans le même sens, sont animés de vitesses différentes d'après leurs marches réglementaires ; de plus ces marches peuvent encore varier en cours de route selon les circonstances ; il est donc nécessaire de prendre des précautions pour qu'un train ne vienne pas rejoindre celui qui le précède. On peut maintenir l'espacement de deux manières : par *le temps*, ou par *la distance*.

Espacement par le temps. — Le maintien de l'espacement par le temps consiste à ne laisser passer en des points déterminés un train qui en suit un autre qu'au bout d'un temps invariable, calculé de manière à éviter la possibilité d'une rencontre dans les conditions normales. Partout où le block-system n'existe pas, les stations sont chargées de maintenir l'espacement par le temps, non seulement des trains qu'elles expédient, mais même de ceux qui y passent sans s'arrêter. L'intervalle réglementaire est en général de 10 minutes. Toutefois il est réduit dans certains cas, par exemple quand le second train a une marche plus lente que celui qui le précède, ou quand les deux trains doivent, à peu de distance de la station, aborder une bifurcation et y prendre des directions différentes. Sur certains réseaux, sur celui de l'Etat notamment, l'espacement est maintenu également par les agents de la voie (poseurs et gardes-barrières) qui se trouvent entre des stations ; ces agents doivent arrêter tout train qui se présente après un autre avant l'expiration du délai de dix minutes ou d'un délai plus court fixé par les règlements.

Espacement par la distance. — Block-system. — Le maintien de l'espacement des trains par le temps est fort simple et a l'avantage de n'exiger ni appareils ni agents spéciaux ; mais il n'offre qu'une sécurité relative. Il est fondé, en effet, sur l'hypothèse qu'un train suivi par un autre à l'intervalle réglementaire n'éprouve en route ni ralentissement ni arrêt intempestif, ou que, si ce fait se produit, le chef de train aura la présence d'esprit et le temps nécessaires pour protéger son train à l'arrière par les signaux dont nous parlerons plus loin. Or, l'expérience prouve que ces prévisions peuvent être déjouées. En outre, comme il n'est pas possible de réduire l'intervalle de dix minutes sans danger, sauf dans des cas spéciaux, il en résulte, sur les lignes où les trains sont nombreux, des difficultés sérieuses pour le service. On a été ainsi conduit à maintenir l'espacement des trains par *la distance*. Dans ce système, la ligne est divisée en un certain nombre de sections, dans chacune desquelles on ne laisse un train s'engager que lorsqu'on a la certitude que le train précédent en est sorti. Les sections naturellement indiquées sont les intervalles entre les stations ; mais si celles-ci sont très espacées, et si on veut que les trains puissent se succéder à de courts intervalles, on réduit la longueur des sections en plaçant des postes intermédiaires.

On peut maintenir l'espacement des trains par la distance, sans employer d'appareils spéciaux, au moyen du télégraphe et des signaux ordinaires des gares. Mais si l'emploi de ces appareils a l'avantage de la simplicité, il offre, à d'autres points de vue, des inconvénients sérieux. Il est lent, car il exige, outre un échange de dépêches, la mise à l'arrêt des signaux, dont les leviers

ne sont pas à côté des appareils télégraphiques. Il n'est pas absolument sûr, parce qu'une section peut être débloquée par erreur ou par négligence en raison de l'indépendance absolue des signaux et de ces appareils. Aussi a-t-on été conduit d'abord à employer des appareils spéciaux permettant d'échanger rapidement les communications relatives au bloquage et au débloquage des sections, puis à enclencher ces appareils avec les signaux destinés à fermer et à rouvrir la voie.

Le maintien de l'espacement des trains par la distance constitue ce qu'on appelle le *block-system*; il est obligatoire en Angleterre, et général en Belgique et en Allemagne. En France une décision ministérielle du 13 septembre 1880 l'a rendu obligatoire sur les lignes où, à certains moments de la journée, il passe au moins cinq trains à l'heure dans le même sens; mais il est en usage sur beaucoup de sections où l'intensité du trafic est moindre; il est loin, cependant, d'être général.

L'application du block-system soulève des questions importantes qui méritent un examen détaillé; nous y reviendrons plus loin dans un paragraphe spécial.

327. — Règles spéciales à la double voie. — Les trains rencontrent sur leur parcours de nombreux signaux qui servent à protéger les gares ou les bifurcations, à maintenir l'espacement etc. Ces signaux peuvent être normalement ouverts, c'est-à-dire être mis à l'arrêt seulement lorsqu'il existe sur la voie un obstacle à couvrir ou un train à protéger, ou bien être normalement fermés, c'est-à-dire être ouverts seulement lorsqu'un train est attendu, si la voie est libre. En France, le régime de la voie ouverte a été seul en usage sur la double voie jusqu'en 1889. A cette épo-

que, la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a adopté, à l'exemple des Compagnies Anglaises, le régime de la voie fermée.

En France, les trains suivent toujours la voie de gauche. En raison de cette règle absolue, on a pu, sur les lignes à double voie, disposer toutes les aiguilles qui font communiquer les voies de circulation avec les voies accessoires des gares, de telle façon que les trains les prennent par le *talon* ; on évite ainsi les accidents qui peuvent résulter d'une erreur dans l'orientation de l'aiguille. Il n'est en général dérogé à cette règle que dans deux cas : dans les grandes gares où il existe plusieurs voies pour recevoir les trains d'une même direction, et aux bifurcations. Dans les grandes gares, où tous les trains s'arrêtent d'ailleurs presque toujours, c'est aux aiguilleurs qu'incombe le soin de disposer les voies de manière à recevoir les trains attendus, ou de les protéger par des signaux d'arrêt si elles ne sont pas en mesure de recevoir ces trains. Aux bifurcations, le mécanicien *demande* la voie par des coups de sifflet prolongés : un coup pour la première voie à partir de la gauche, deux coups pour la seconde, trois coups pour la troisième, etc. ; le mécanicien, en abordant un appareil de changement de voie, doit s'assurer que la voie sur laquelle il s'engage est la bonne. Les règlements ne prévoient la circulation à *contrevoie* que dans les cas de force majeure (accidents, réparations, secours) et avec des précautions exceptionnelles. On peut toutefois citer un exemple très intéressant de circulation à contrevoie sur la Compagnie du Nord, entre Chantilly et Paris, certains jours de courses à Chantilly. Pour évacuer rapidement les voyageurs très nombreux qui se présentent dans cette dernière gare à la fin des

courses, la Compagnie du Nord affecte momentanément les deux voies (droite et gauche) à la circulation des trains marchant dans le même sens ; la gare de Paris a l'ordre de n'expédier aucun train, et les gares intermédiaires ne peuvent faire aucune manœuvre ni toucher aux aiguilles qui doivent être prises en pointe par les trains se dirigeant vers Paris, jusqu'à ce que la circulation à contrevoie ait cessé et que l'avis leur en ait été donné, dans des conditions déterminées à l'avance d'une manière très précise.

328. — Règles spéciales à la voie unique. — Sur les lignes à voie unique, les trains circulent dans les deux sens sur la même voie ; ils ne peuvent se croiser que dans les gares qui sont à cet effet, toutes ou presque toutes, pourvues d'une voie spéciale reliée par les deux bouts à la voie de circulation, et dite *voie d'évitement*. Pour que la sécurité soit assurée, il faut, avant tout, qu'un train ne puisse s'engager dans l'intervalle situé entre deux gares consécutives que si aucun train marchant en sens inverse ne s'y trouve déjà. Le régime de la *voie fermée* est par suite obligatoire pour la circulation en voie unique. Il faut en outre des précautions spéciales pour l'ouverture des signaux.

Circulation en navette. — Le moyen le plus simple d'empêcher que deux trains marchant en sens inverse puissent s'engager à la fois dans la même section, c'est la *circulation en navette*. Avec ce système, il n'y a sur la ligne qu'un seul train qui la parcourt alternativement dans les deux sens ; toute possibilité de collision est ainsi supprimée et les signaux sont inutiles. Mais le système de la navette n'est possible que sur les lignes très courtes et avec un service très peu chargé.

Pilotage. On améliore le système de la navette au moyen du *pilotage* dans lequel ce n'est plus le train qui fait la navette, mais un agent auquel on donne le nom de *pilote* et sans la présence duquel aucun train ne peut circuler. On peut raccourcir autant qu'on le veut les sections parcourues par chaque pilote et multiplier par suite le nombre des trains ; on peut, en outre, grâce au pilotage, appliquer le système de la navette partiellement, sur un parcours donné, à tous les trains qui passent, ce qui est impossible quand c'est le matériel du train qui fait la navette. Mais, défini comme nous venons de le dire, le pilotage offre encore un inconvénient sérieux ; il exige toujours, sur chaque section de pilotage, le passage alternatif de trains pairs et de trains impairs, à moins que cette section ne soit assez courte pour que le pilote puisse la traverser à pied, c'est-à-dire qu'elle n'ait pas plus de quelques centaines de mètres de longueur ; or ce dernier cas n'arrive jamais en service régulier, il ne se présente que lorsqu'on est obligé, sur une ligne à double voie, d'établir un service provisoire en voie unique pour tourner un obstacle placé sur l'une des voies. On est arrivé alors à modifier le rôle du pilote, en rendant sa présence nécessaire, non sur le train lui-même, mais à son point de départ ; il n'y a encore dans ce cas aucun danger de collision, puisqu'aucun train ne doit partir sans la présence du pilote, et que celui-ci ne peut se trouver à la fois aux deux extrémités de la section, et on a la facilité d'expédier plusieurs trains dans le même sens à la suite les uns des autres ; le pilote n'accompagne effectivement que le dernier de ces trains qui lui permet de se rendre à l'extrémité opposée de la section pour donner passage, à leur tour, aux trains marchant

en sens inverse. Pour éviter toute fausse interprétation ou toute négligence, les mécaniciens des trains qui ne portent pas le pilote ne sont autorisés à s'engager sur la section qu'après en avoir reçu de lui l'autorisation par écrit. Le système de pilotage ainsi pratiqué permet, théoriquement, une circulation aussi intense que possible ; mais il est assez coûteux, parce qu'il exige autant de pilotes que de sections.

Bâton pilote. — On a remarqué que le rôle du pilote est en fait purement passif, et qu'un objet quelconque peut lui être substitué pourvu qu'il soit de nature à n'être ni confondu avec un autre ni remplacé frauduleusement. De là est né le système du *bâton*, usité en Angleterre sous le nom de *staff system* qu'on lui donne aussi quelquefois en France. Avec ce système, un chef de gare ne peut laisser partir les trains que s'il a le bâton entre les mains, et les mécaniciens ne doivent se mettre en marche que s'ils ont eux-mêmes vu le bâton ; celui-ci est remis au mécanicien du dernier des trains qui se suivent dans une direction donnée, pour être laissé entre les mains du chef de gare situé à l'extrémité de la section, qui peut alors, à son tour, expédier des trains en sens inverse. On peut éviter toute méprise ou toute négligence, par un moyen analogue à celui qui est employé pour le pilotage ordinaire ; le mécanicien qui quitte une station sans emporter le bâton, doit être muni d'un ticket tiré d'une boîte qui ne peut s'ouvrir qu'à l'aide de ce même bâton. La boîte est d'ailleurs emportée avec celui-ci par le dernier des trains qui circulent dans le même sens. C'est ce qu'on appelle en Angleterre le *staff and ticket system*.

Demande de voie par le télégraphe. — Le système

du bâton, très usité en Angleterre, donne bien théoriquement, comme nous l'avons dit, le moyen de faire circuler un nombre quelconque de trains, mais il a pratiquement un défaut très grave ; il ne permet les mouvements que dans un ordre prévu à l'avance. Or, il peut toujours arriver, et en fait, il arrive assez souvent, que cet ordre doit être modifié parce qu'un des trains marchant dans un sens est en retard, sous peine de voir ce retard se répercuter d'abord sur les trains marchant en sens inverse, puis, par l'intermédiaire de ceux-ci, sur ceux qui suivent le premier. Si le train qui doit emporter le bâton est en retard, il est impossible de changer son croisement avec ceux qui circulent en sens inverse. Pour éviter les inconvénients qui en résultent, il faut admettre que la présence du bâton peut être remplacée, dans certains cas, par un ordre écrit ; c'est alors au moyen de dépêches échangées par le télégraphe que l'ordre d'entrée des trains dans chaque section est réglé. On revient dans ce cas au système *de la demande de voie par le télégraphe* qui est le plus usité en France et dans la plupart des pays du continent, sur les lignes où les trains ne circulent pas en navette.

Lorsque le système de la demande de voie par le télégraphe est appliqué dans toute sa rigueur, aucun train ne peut quitter une station sans que le chef de cette station ait reçu de la suivante l'avis que celle-ci n'a expédié aucun train en sens inverse et que, par conséquent, la voie est libre ; pour que la confusion ne soit pas possible, chaque station donne avis à la précédente de l'arrivée de chacun des trains à mesure de leur arrivée. Ce système, étendu à tous les trains, a deux inconvénients : d'abord il fait perdre beaucoup

de temps aux agents des gares, et très souvent il retarde l'expédition des trains, parce que la transmission des dépêches est assez longue, même lorsque l'agent chargé de les recevoir est au télégraphe au moment où on l'appelle, ce qui n'arrive pas toujours. On reproche, en outre, au système de la demande de voie appliquée à tous les trains, de faire perdre aux correspondances relatives au mouvement le caractère de gravité qui assure leur utilité. Si l'échange des dépêches relatives à la demande de voie est une formalité banale, répétée tous les jours un certain nombre de fois et n'apprenant aux agents que des choses qu'ils savent parfaitement lorsqu'il s'agit de trains réguliers passant à l'heure réglementaire, il est fort à craindre que ces agents ne finissent par n'y plus prêter attention, et même qu'ils les remplacent par l'échange de signes de convention n'offrant aucune sécurité ; enfin, quand le télégraphe vient à être dérangé, la perturbation est jetée dans le service et toute garantie disparaît. Or, même avec un entretien très soigné, les dérangements des appareils télégraphiques sont assez fréquents, notamment en cas d'orage. Sur presque tous les réseaux, en France, ces inconvénients ont conduit à supprimer la demande de voie *pour les trains réguliers marchant dans les conditions normales*, mais elle est obligatoire, non seulement lorsqu'il s'agit de trains facultatifs et de trains à marche indéterminée ou de trains supplémentaires, mais aussi lorsque, pour un motif quelconque, un train régulier est exposé à croiser un autre train, régulier ou non, dans une gare autre que celle où ce croisement est prévu par le tableau de marche. Dans ce cas, celui des deux trains qui est arrivé le premier au point où le

croisement devait s'effectuer normalement ne peut dépasser ce point que si les dépêches relatives à la demande de voie ont été échangées et si le chef de train en a reçu l'avis par écrit. En outre, ce train, même s'il est express, doit s'arrêter à toutes les stations et ne quitter chacune d'elles qu'après l'échange des dépêches relatives à la demande de voie jusqu'à ce qu'il ait effectivement croisé l'autre train.

Sur les lignes à très faible trafic, où il n'existe pas de télégraphe, on fait néanmoins quelquefois des changements de croisement. Les règles appliquées dans ce cas sur le réseau de la Sarthe, où on a étudié d'une manière spéciale les procédés d'exploitation simplifiée, sont les suivantes. Un des deux trains qui doivent se croiser est tenu, en vertu d'instructions spéciales, de céder le pas à l'autre en cas de retard. En conséquence, il doit interrompre sa route, lorsque, au moment où il devrait quitter une station, le chef de train n'a pas la certitude de pouvoir arriver à la station suivante au moins cinq minutes avant l'heure fixée pour l'arrivée du train marchant en sens inverse. Celui-ci, de son côté, ne doit quitter la station où le croisement doit avoir lieu normalement, qu'un quart d'heure au moins après l'heure réglementaire de l'arrivée du premier. Ces prescriptions n'offrent de garanties qu'en tant que les délais fixés sont rigoureusement observés et qu'il ne survient pas, dans la marche du train qui doit céder le pas à l'autre, d'incidents ayant pour effet de le retarder d'une manière inattendue ; elles ne sont admissibles que si on peut compter sur le complément de sécurité que donnent, d'une part les conditions topographiques d'établissement de la ligne au point de vue de la visibilité, et d'autre part

la facilité avec laquelle les trains peuvent s'arrêter en raison de leur légèreté et de leur faible vitesse.

Bâton électrique. — On est arrivé, en Angleterre, à combiner les avantages de la demande de voie par le télégraphe avec ceux du système du bâton, au moyen du bâton électrique de Webb et Thomson. Voici sur quel principe repose ce système très ingénieux et qui se prête à toutes les nécessités d'un service intense.

Supposons deux stations A et B qui peuvent n'être pas consécutives, mais entre lesquelles le service ne comporte aucun croisement de trains. Vingt bâtons sont affectés à la circulation entre A et B; chacune de ces stations renferme en outre un appareil spécial, appelé magasin et destiné à recevoir les bâtons quand ils ne sont pas en circulation. Les magasins sont reliés entre eux par une communication électrique disposée de telle sorte que l'on ne peut retirer un bâton de l'un ou de l'autre que si la somme des bâtons qu'ils renferment est égale à vingt, et qu'on ne peut dans ces conditions, en retirer qu'un seul. Il ne peut donc y avoir, dans tous les cas, qu'un seul bâton en circulation, mais on n'est plus obligé de faire revenir celui-ci à son point de départ avant d'envoyer un second train à la suite du premier. Bien entendu si le système est appliqué à une série de sections AB, BC, CD, etc., chacune d'elles est pourvue de bâtons de formes différentes de telle façon qu'il ne puisse y avoir confusion volontaire ou involontaire au sujet de la section à laquelle chacun d'eux est affecté.

On a complété le système de bâton électrique de manière à permettre la circulation simultanée entre deux postes consécutifs de plusieurs trains marchant dans le même sens, en appliquant le principe du staff

and ticket system. Dans ce cas, les tickets sont contenus dans une boîte fixée au bâton lui-même, et dont le couvercle ne peut être refermé, après avoir été ouvert, que si tous les tickets ont été remis en place ; le couvercle est d'ailleurs disposé de manière à empêcher, tant qu'il est ouvert, la réintégration du bâton dans l'un ou l'autre des deux magasins destinés à le recevoir. Lorsqu'on doit expédier plusieurs trains dans le même sens, sans attendre l'arrivée du premier de ces trains au poste suivant, on ouvre la boîte du bâton et on délivre un ticket à chacun des mécaniciens qui doivent précéder celui qui porte cet instrument ; à l'arrivée du bâton les tickets rendus par les mécaniciens sont réintégrés dans la boîte, dont le couvercle peut alors être fermé, et le bâton est remis en place dans le magasin.

Block-system à voie unique. — Les différents systèmes que nous venons d'indiquer ont pour objet d'éviter les collisions *par l'avant* c'est-à-dire la rencontre de deux trains marchant en sens inverse ; mais, à moins qu'on n'emploie le système de la navette, celui du pilotage ou celui du bâton sans recourir aux ordres écrits ou aux tickets, ils n'offrent pas de garanties contre les collisions *par l'arrière*, c'est-à-dire contre la rencontre de deux trains marchant dans le même sens avec des vitesses différentes ; on doit donc employer, concurremment avec eux, les procédés indiqués précédemment pour assurer l'espacement des trains. Lorsque, à cet effet, on a recours aux appareils de block-system, il est facile de modifier ceux-ci de façon à permettre d'éviter à la fois les rencontres dans les deux sens et par suite à rendre inutiles les précautions spéciales indiquées précédemment. Il suffit pour

cela que les signaux qui s'adressent aux deux directions soient rendus solidaires de telle façon qu'une d'elles ne puisse être ouverte lorsque l'autre l'est déjà. Cette solidarité entre les deux directions rend obligatoire, sur la voie unique, le régime de la voie fermée, puisqu'on ne doit pouvoir ouvrir à la fois qu'une direction, et que, lorsque la section est libre, les trains doivent pouvoir y pénétrer indifféremment par l'une ou l'autre de ses extrémités. L'intervalle compris entre deux points de croisement consécutifs peut être divisé en plusieurs sections, et il l'est presque toujours, car c'est cette division qui est la principale raison d'être du block-system ; mais, entre les points de croisement, les appareils qui s'adressent à la direction opposée à celle que suit un train ne peuvent donner la voie libre que lorsque ce train est sorti de la dernière section.

Cloches électriques. — Malgré toutes les précautions, il peut se faire et il est arrivé un certain nombre de fois qu'un train soit lancé sur une section dans laquelle un train marchant en sens inverse est engagé. Dans ce cas, si on ne parvient pas à arrêter les trains, une catastrophe est certaine. Les Ingénieurs de chemins de fer se sont toujours préoccupés de cette éventualité, et c'est pour empêcher autant que possible ces catastrophes qu'on a généralisé en France l'usage des *cloches électriques* dites quelquefois cloches allemandes ou cloches Léopolder. Des circulaires ministérielles du 13 septembre 1880 et du 12 janvier 1882 en ont rendu l'emploi obligatoire d'abord sur les lignes à voie unique où circulent plus de six trains par jour dans chaque sens, puis sur toutes les

lignes où les trains ne circulent pas en navette ou ne sont pas protégés par le block-system.

Le but des cloches électriques telles qu'elles sont appliquées en France sur les lignes à voie unique [1] est celui-ci :

1° Annoncer de la gare de départ ou de passage à la gare destinataire et sur les points de la section à parcourir où se trouvent habituellement des agents, le départ et le passage de chaque train par une sonnerie bruyante, de telle façon que cette sonnerie soit entendue, non seulement des chefs de gare mais des agents qui peuvent être présents dans les gares ou sur la voie, et que l'expédition d'un train envoyé à tort puisse être reconnue par le plus grand nombre possible de personnes ;

2° Donner aux agents des gares, des trains et de la voie le moyen d'envoyer le long de la ligne un signal d'arrêt général permettant aux agents de la voie d'arrêter les trains en route.

Il y a plusieurs systèmes de cloches électriques, mais le principe de leur emploi est toujours le même. Chaque station est reliée à la suivante par un fil électrique qui peut, au moyen d'émissions ou d'interruptions de courant, actionner à la fois toutes les cloches situées sur son parcours. Deux cloches sont placées aux extrémités du fil et, par conséquent, dans les stations auxquelles il aboutit ; d'autres sont échelonnées le long de la voie, à des distances de un à deux kilomètres et autant que possible auprès des

1. Il existe en Allemagne, et en France sur le réseau du Nord, des cloches électriques sur les lignes à double voie ; elles servent, dans ce cas spécialement à l'annonce des trains et à l'échange de certaines communications convenues.

maisons de garde. Grâce à ce système, tout signal envoyé d'une station peut être entendu à la fois des agents de cette station, de ceux de la station suivante et de ceux qui se trouvent le long de la voie, dans le voisinage des cloches.

Au début de l'emploi des cloches, on a voulu les faire servir de signal de correspondance pour les principales communications que les agents des trains ou de la voie peuvent avoir à faire aux gares (demande de machines de secours, annonce de wagons en dérive, etc.); c'était, à notre avis, une erreur. Les divers signaux envoyés par les clocles ne peuvent être différenciés que par le nombre et le rythme des coups ; pour qu'ils soient bien compris et appliqués sans hésitation par des agents aussi nombreux et aussi peu instruits que la majorité de ceux auxquels ils s'adressent, il faut qu'ils se réduisent au plus petit nombre possible de communications à échanger, telles que l'annonce d'un train pair, l'annonce d'un train impair, le signal d'arrêt général et l'annulation du dernier signal fait précédemment. Si on abandonne ce principe, on subordonne à des détails de service la seule chose qui ait justifié la dépense d'établissement des cloches, c'est-à-dire la possibilité d'arrêter les trains entre les gares.

On a critiqué l'emploi des cloches parce qu'elles ne sont pas efficaces *dans tous les cas* pour empêcher les accidents ; on cite notamment, à l'appui, l'accident de Monte-Carlo dans lequel, malgré les signaux des cloches, deux trains ont été lancés l'un contre l'autre et aucun signal d'arrêt n'a été fait ni tenté avant la rencontre. De ce qu'un moyen de sécurité est incomplet, il n'en résulte pas qu'il soit inutile. Il vaudrait certainement mieux avoir un moyen *sûr* d'arrêter les trains,

mais un moyen même imparfait et aléatoire comme le sont les cloches, vaut encore beaucoup mieux que rien du tout. On a d'ailleurs cherché à perfectionner les cloches en les disposant de façon à donner en permanence par un signal très apparent l'indication de la voie libre ou occupée ; un appareil inventé par M. l'Ingénieur en chef Metzger et qui remplit ce but d'une manière très simple, est employé sur certaines sections du réseau de l'État.

Les cloches électriques sont surtout en usage en France, sur les lignes à voie unique ; mais elles peuvent aussi être employées sur les lignes à double voie, comme cela se fait habituellement en Allemagne.

329. — Passage des trains aux bifurcations. — Aux bifurcations, il est nécessaire de prendre des mesures de sécurité spéciales pour éviter les collisions *en écharpe*, c'est-à-dire la rencontre de deux trains circulant sur les deux branches au point où elles convergent. Le point de rencontre des voies est toujours protégé dans les trois directions par des signaux d'arrêt absolu ; des signaux fixes indicateurs de bifurcation préviennent à distance les mécaniciens qu'ils doivent se rendre maîtres de la vitesse de leur train, afin qu'ils soient en

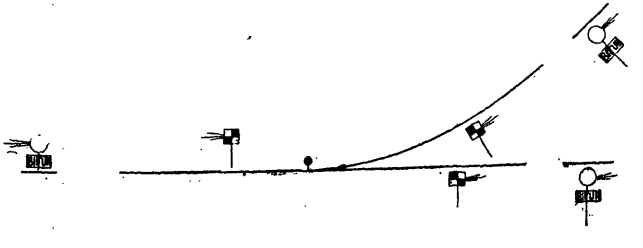


Fig. 358.

mesure de s'arrêter en temps opportun s'il y a lieu. Les indicateurs de bifurcation sont habituellement accompagnés de signaux ronds mobiles qui annoncent à distance la fermeture des signaux d'arrêt. Sur certains réseaux, les signaux sont maintenus normalement fermés dans les trois directions ; chacun d'eux n'est ouvert que lorsqu'un train se présente ou qu'il est annoncé. Sur d'autres réseaux, notamment ceux de l'Ouest et du Midi, on laisse normalement ouverts les signaux qui s'adressent aux trains de l'une des branches, et on ne les ferme que lorsqu'un train est annoncé sur l'autre branche ; par surcroît de précaution, les trains de cette dernière qui se dirigent vers le tronc commun sont astreints à s'arrêter, dans tous les cas, avant d'avoir atteint la bifurcation, et la voie ne leur est ouverte qu'après cet arrêt. Les appareils de voie et les signaux des bifurcations sont presque toujours enclenchés de manière à rendre impossibles les manœuvres intempestives. Ces enclenchements sont obligatoires en France.

Aux termes de l'ordonnance de 1846, les mécaniciens doivent réduire leur vitesse à l'approche des bifurcations, de telle manière que le train puisse être complètement arrêté avant d'atteindre le point de jonction des voies si les circonstances l'exigent. Aujourd'hui que l'on a pris, sur les chemins de fer, l'habitude d'épargner autant que possible le temps, on cherche à diminuer ces ralentissements en prévenant à distance le mécanicien de la fermeture du signal d'arrêt, et on double habituellement, comme nous l'avons indiqué, le signal fixe indicateur de bifurcation par un signal rond mobile. Avec ce système, des collisions sont possibles si on ne prend pas certaines précautions. Il peut

arriver, en effet, qu'au moment où l'agent chargé de manœuvrer les signaux ferme ceux qui s'adressent à une des branches, un train circulant sur celle-ci ait déjà franchi le signal rond ; le mécanicien ignore alors qu'il va trouver le signal d'arrêt fermé, et, s'il ne se rend pas néanmoins maître de la vitesse de son train, il peut être impuissant à l'arrêter avant la bifurcation. Lorsque la distance à laquelle les trains peuvent être vus n'est pas suffisante, il faut, pour éviter ce danger, ou bien que l'aiguilleur soit averti de l'approche des trains, au moyen d'appareils électriques, par le poste ou la gare qui précède immédiatement la bifurcation dans chaque direction, ou bien que le passage de ces trains au droit du signal rond ou de ralentissement lui soit signalé par des appareils avertisseurs spéciaux, ou enfin qu'il soit astreint à laisser s'écouler un temps déterminé à l'avance entre la fermeture des signaux qui s'adressent à une des branches et l'ouverture de ceux qui s'adressent à la branche convergente.

Les mécaniciens qui abordent une bifurcation par la pointe doivent, comme nous l'avons dit plus haut, demander la voie au moyen de coups de sifflets prolongés, en nombre correspondant au rang qu'occupe la voie qu'ils doivent prendre en comptant à partir de la gauche.

330. — Incidents de la marche des trains. — Les règles que nous venons d'exposer s'appliquent à la marche normale des trains ; mais il peut se produire des circonstances anormales telles que l'arrêt des trains entre les stations ; dans ce cas, il faut des mesures spéciales, d'abord pour empêcher qu'un autre train suivant le premier ne vienne le rencontrer, ensuite

pour débarrasser la voie de celui qui interrompt la circulation. Le chef de train a l'initiative des mesures à prendre en pareil cas, en se conformant strictement à des prescriptions très précises inscrites dans les règlements ; mais c'est au mécanicien seul, avec le concours des agents de la voie et des agents du train, qu'incombe le soin de remettre le matériel en état de circuler, en cas de déraillement ou d'avarie.

Protection des trains. — La première chose à faire, lorsqu'un train est arrêté en pleine voie, c'est de le *couvrir*, c'est-à-dire d'envoyer un agent faire le signal d'arrêt à tout train ou machine qui se présenterait. S'il s'agit d'une ligne à double voie, il suffit de le couvrir en arrière, puisqu'il ne peut survenir de train que dans ce sens. S'il s'agit d'une ligne à simple voie, on peut encore, à la rigueur, se dispenser de couvrir le train à l'avant puisque la gare qui l'attend ne doit pas en expédier un autre en sens inverse sans l'avoir reçu ; mais souvent on préfère appliquer ce principe absolu que, en voie unique, *tout obstacle à la circulation doit être couvert dans les deux sens*, et cela est prudent, car un chef de gare, ne voyant pas venir un train attendu, peut croire qu'il a été annoncé par erreur, ou même oublier qu'il n'est pas passé ; il commettrait sans doute, dans ce cas, une grosse faute, mais cette faute est possible. Le soin de couvrir le train incombe aux serre-freins ; mais, s'il se trouve à portée des agents de la voie, ce sont eux qui sont chargés de faire les signaux de protection et les serre-freins reviennent à leur poste. Lorsqu'il s'agit d'un train léger, c'est le chef de train lui-même qui va couvrir le train à l'arrière à défaut d'agent de la voie ; s'il y a lieu de faire des signaux dans les deux sens, le mécanicien envoie son chauffeur

ou, s'il n'en a pas, va lui-même faire les signaux en avant, après avoir pris les précautions nécessaires pour que sa machine reste immobile et que la pression ne monte pas. Avec le block-system absolu on peut se dispenser de couvrir les trains arrêtés.

L'obligation de couvrir les trains entraîne, la plupart du temps, comme conséquence, l'abandon en route du serre-frein d'arrière, car celui-ci ne peut rejoindre son poste avant que le train reprenne sa marche, à moins qu'il n'ait trouvé un agent de la voie pour le suppléer ; on est alors obligé de le remplacer par un agent de la première gare rencontrée, et il en résulte une perturbation dans le service. On évite cet inconvénient aux points où les arrêts des trains sont fréquents au moyen de signaux fixes. Ainsi, les signaux ronds, placés, comme nous le verrons plus loin, aux abords des gares et stations, sont, en général, à une distance de l'entrée de la gare ou de la station suffisante pour protéger non seulement celle-ci mais un train arrêté aux abords avant d'y avoir pénétré ; un poteau marque *la limite de protection* que le dernier véhicule doit avoir franchi pour qu'il puisse être considéré comme couvert et pour que le serre-frein d'arrière soit autorisé à rester à son poste. Dans certains cas, aux abords des bifurcations par exemple, on dispose, sur certains réseaux, des signaux fixes dont le but unique est de couvrir un train arrêté ; sur le réseau d'Orléans ces signaux sont fermés par le chef de train ou le serre-frein d'arrière du train ; le même agent les rouvre au moment où celui-ci va repartir. Ce dernier système ne donne pas une sécurité absolue, car on est obligé d'admettre que le signal qui protège le train peut être rouvert avant que celui-ci ait repris sa marche ; un second train arrivant

en vitesse au droit du signal au moment même où celui-ci vient d'être ouvert peut donc rejoindre et venir tamponner le premier avant qu'il ait démarré ou qu'il ait pris une allure suffisamment rapide.

Aussitôt un train arrêté, et les mesures nécessaires prises pour le couvrir, le premier devoir du mécanicien et du chef de train est de reconnaître s'il leur est possible de le mettre, avec leurs seules ressources, en état de repartir, en enlevant les obstacles qui peuvent se trouver sur la voie, en faisant à la machine les réparations nécessaires ou en remettant sur rails les véhicules déraillés ; la machine porte à cet effet un outillage spécial, crics, vérins, marteaux, burins, etc. Dans le cas où ils jugent cela possible, ils font le nécessaire sans autre secours que celui des agents de la voie ou de ceux des trains qui peuvent survenir par derrière.

Si le train est arrêté par manque d'eau ou par défaut de puissance de la machine, le chef de train peut envoyer la machine prendre de l'eau ou mener une partie des wagons à la station suivante ; le mécanicien revient ensuite prendre le reste du train, après en avoir avisé le chef de la station où il a pris l'eau ou laissé les wagons. Le chef de train peut aussi faire pousser son train par un autre train venu en arrière, si cela est possible, mais seulement dans le cas où il n'a pas envoyé sa machine en avant. Enfin si le chef de train, après avoir pris l'avis du mécanicien, juge qu'il ne peut se tirer d'affaire seul avec l'aide des agents présents et au besoin du train placé derrière lui, il demande le *secours*, c'est-à-dire une machine destinée à venir à son aide.

Secours. — Aux termes de l'ordonnance de 1846,

des machines dites de *secours* ou de *réserve* doivent être entretenues constamment en feu et prêtes à partir, sur les points de chaque ligne désignés par le Ministre sur la proposition de la Compagnie. En général, des machines de secours se trouvent dans tous les dépôts ou réserves ; leur espacement varie de 40 à 120 kilomètres. La machine de secours peut être une machine quelconque et être occupée dans les gares à faire des manœuvres ; il suffit qu'elle soit toujours prête à partir à un moment quelconque. Lorsque cela est utile, elle emmène avec elle un wagon spécial dit *wagon de secours*, qui porte l'outillage nécessaire pour remettre sur la voie les machines et wagons déraillés dans le cas où l'outillage propre du train ne suffirait pas.

La circulation des machines de secours est soumise à des règles minutieuses, détaillées dans les règlements, notamment pour éviter le danger de collision avec le train à secourir ; à cet effet, le secours doit être envoyé normalement *par l'arrière*, c'est-à-dire en suivant, depuis la dernière station où il est passé, le train à secourir ; lorsque le chef de train en fait la demande, le secours peut être envoyé par l'*avant*, c'est-à-dire en sens inverse de celui que nous venons d'indiquer ; dans ce cas, il est interdit au chef de train de faire avancer son train, sous aucun prétexte, jusqu'à l'arrivée de la machine de secours.

Ruptures d'attelage et dérives. — En dehors des arrêts des trains en pleine voie, il peut se produire soit des ralentissements intempestifs, soit l'arrêt d'une partie seulement des véhicules en cas de rupture d'attelage. Dans le premier cas, si le train a perdu assez de sa vitesse pour risquer d'être atteint par le train suivant, le chef de train doit l'arrêter tout à fait,

le faire couvrir à la distance réglementaire par le serre-frein d'arrière, puis reprendre sa marche. Dans le cas d'une rupture d'attelage, on traite les véhicules détachés comme un train en détresse ; il y a toutefois, alors, sur les lignes à déclivités prononcées, des précautions spéciales à prendre, parce que ces véhicules peuvent, s'ils se trouvent sur une rampe dans le sens de la marche du train, partir seuls *en dérive* en sens contraire. Les freins doivent être en nombre suffisant pour éviter ce danger ; mais ils peuvent n'être pas serrés en temps utile et il faut que les précautions nécessaires puissent être prises.

Enfin, une des mesures prévues par les règlements sur les lignes à double voie, dans le cas d'encombrement accidentel d'une des voies, est la circulation temporaire sur voie unique au moyen d'un pilotage. On suit alors, dans la section où une des voies est supprimée, les règles dont nous avons parlé précédemment.

II. — ROLE DES GARES AU POINT DE VUE DU MOUVEMENT

331. — Système français. — On appelle plus spécialement *stations* les points où les trains *stationnent* seulement sur leur route, et *gares* les points de départ ou d'arrivée de ces trains ou de certains d'entre eux ; mais ces définitions ne sont pas absolues ; les différences qu'elles comportent ne s'appliquent d'ailleurs qu'à la nature et à l'importance des installations et à l'étendue des attributions de l'agent chargé de diriger le service ; au point de vue du mouvement et des règles de sécurité le rôle des gares et celui des stations sont

identiques : nous nous servirons habituellement dans ce qui va suivre du mot « *gare* » pour désigner indifféremment les unes et les autres.

Le rôle des gares au point de vue du mouvement comprend la réception des trains, leur expédition et les manœuvres à faire dans la gare même.

Qu'on soit en double voie ou en voie unique, une gare ne doit recevoir un train que si elle dispose d'une voie libre à cet effet, et ne doit l'expédier ou le laisser passer, quand d'après sa marche il ne doit pas s'arrêter, que si elle sait la voie libre et si l'espacement par le temps ou par la distance est assuré entre ce train et le train précédent.

Pour que les agents de la gare puissent arrêter les trains en temps utile, ils disposent de signaux manœuvrés à distance. Toute gare est protégée de chaque côté, au moins par un signal rond, nommé *signal avancé*, qui, comme nous l'avons dit, oblige le mécanicien à se rendre maître de sa vitesse et à se mettre en mesure de s'arrêter, soit s'il rencontre un obstacle, soit en tout cas avant d'avoir atteint la première aiguille de la gare. Dans les gares de bifurcation, et dans certaines autres gares importantes, on place en outre, en avant des aiguilles d'entrée, un *signal carré d'arrêt absolu*. Le mécanicien qui a rencontré un signal avancé fermé ne doit repartir, après s'être arrêté à l'aiguille ou au signal carré, dans le premier cas que si le chef de train ou l'agent de la gare délégué à cet effet l'y autorise après s'être assuré qu'il peut entrer en gare sans danger, et dans le second cas, que lorsque le signal carré est effacé. Les gares dans lesquelles certains trains ne s'arrêtent pas doivent prendre pour ceux-ci les mêmes précautions que pour les trains qu'elles expédient.

Sauf sur les lignes exploitées en navette, où les gares sont de simples points d'arrêt, toute gare de *mouvement*, c'est-à-dire toute gare qui intervient dans les précautions de sécurité relatives à la marche des trains, est pourvue, en outre des signaux avancés dont il a déjà été parlé, d'un télégraphe pour pouvoir échanger avec les gares voisines les communications nécessaires. A la rigueur, sur les lignes à double voie, le télégraphe pourrait ne pas exister ; mais il existe toujours parce que leur importance justifie son établissement ; sur les lignes à simple voie, à moins qu'on n'emploie le système du bâton d'une manière absolue et même avec ce système en cas de retard prolongé, le télégraphe est indispensable et la sécurité de la circulation des trains repose en grande partie sur son emploi. Toutefois sur les tramways, où la vitesse de marche est réduite et le nombre de trains peu considérable, on se dispense quelquefois de l'établir ; les changements de croisements sont alors subordonnés aux règles que nous avons indiquées plus haut [1] ; mais ces dernières ne peuvent être considérées comme suffisantes que si le pays est assez découvert et si la vitesse est assez faible pour que, en cas d'erreur dans l'exécution des règlements, les trains puissent s'apercevoir et s'arrêter en temps utile ; elles ne sont donc applicables qu'à des lignes de dernier ordre. Certains ingénieurs sont partisans de la substitution du téléphone au télégraphe. Au point de vue théorique il remplit le même but ; au point de vue pratique, il a l'avantage d'être plus simple et de permettre des communications plus rapides ; en revanche, on peut craindre que de simples conversations échangées par téléphone n'aient pas le caractère

1. Voir page 153.

précis de dépêches optiques et que le bruit qui se fait dans les gares n'empêche souvent les agents d'entendre exactement les communications qui leur sont faites. Le téléphone est employé sur certaines lignes, notamment par la Société des chemins de fer économiques. Le télégraphe usité universellement au début était le *télégraphe à cadran* ; son grand avantage est qu'il suffit de cinq minutes d'apprentissage pour s'en servir. On lui préfère aujourd'hui le *Morse* qui exige un apprentissage pour sa manipulation, mais qui est d'un fonctionnement plus sûr et qui, surtout, a le très grand avantage d'écrire les dépêches.

Indépendamment du maintien de l'espacement des trains et des communications à échanger au sujet des croisements de trains, des demandes de machines de secours, etc., dont nous avons déjà parlé, les gares ont une autre mission : c'est de prendre les mesures nécessaires pour assurer, autant que possible, la régularité de la marche des trains, notamment des trains de voyageurs. Comme les trains qui circulent sur une même ligne ont des vitesses inégales, il faut que tout train qui est sur le point d'être rejoint par un train plus rapide *se gare* pour le laisser passer, à moins qu'on ne s'astreigne à réduire la vitesse du second à celle du premier. Les marches des trains réguliers, facultatifs ou spéciaux, fixent les points où chaque train doit se garer pour en laisser passer un autre ; mais les gares ont la faculté, en cas de retard, de changer ces points. Une des gares qui précèdent celle où doit se faire le dépassement normal d'un train peut arrêter celui-ci, s'il est en retard, pour laisser passer le train suivant ; inversement, la gare où doit se faire le dépassement normal peut faire continuer le premier

train jusqu'à la gare suivante ; celle-ci peut l'expédier encore à la suivante et ainsi de suite, si le second train est assez en retard pour permettre ce changement.

Les changements de garage et les changements de croisement, dont nous avons parlé précédemment, suffisent pour assurer la circulation des trains dans les conditions normales ; mais ils deviennent insuffisants lorsqu'un train subit un arrêt prolongé, par exemple par suite de détresse, déraillement, etc. Il serait inadmissible, en effet, que la circulation fût interrompue sur toute une ligne parce qu'un point de la voie est obstrué ; en outre on serait ainsi amené à faire circuler des trains plusieurs heures après l'heure réglementaire et la confusion qui en résulterait rendrait possibles de nouveaux accidents. En pareil cas, on prend les deux mesures suivantes. Lorsqu'un train a subi un trop grand retard, on l'arrête et on le supprime à partir du point où il a été arrêté, puis on fait repartir les voyageurs ou les marchandises qu'il contient, soit en les réunissant à un train régulier suivant au moment de son passage, soit, s'il fallait attendre trop longtemps celui-ci, en constituant, avec le matériel du train arrêté, un train facultatif suivant une des marches prévues au tableau ou même un train spécial. On peut ainsi, en supprimant les trains qui auraient dû passer pendant l'interruption de la circulation, rétablir immédiatement celle-ci dans des conditions normales ou à peu près ; il y a eu interruption de la circulation, mais à partir du moment où elle reprend, il n'y a aucun désordre possible. Cela va bien ainsi pour le train arrêté et pour ceux qui le suivent ; mais pendant la durée de l'arrêt, il n'y a pas de raison pour interrompre la circulation au delà du point où la voie est interceptée.

Dans ce cas, la première gare importante met en circulation, si elle dispose du matériel nécessaire, des trains qui prennent la marche et le numéro d'un certain nombre des trains restés en route, à la condition, bien entendu, que ceux-ci seront supprimés dans tous les cas à partir du point où ils ont été remplacés. Grâce à ces mesures on peut, même en cas d'interruption prolongée de la circulation, assurer le service de part et d'autre du point où elle est interrompue et la rétablir immédiatement, dans des conditions normales, dès que l'interruption cesse. Mais celle-ci peut durer longtemps, plusieurs jours quelquefois, et il faut pouvoir faire passer au moins les voyageurs et leurs bagages. Dans ce cas, on établit un *transbordement*, c'est-à-dire qu'on fait passer à pied les voyageurs et qu'on porte leurs bagages à dos d'homme, pour leur faire franchir la partie où la voie est coupée ou obstruée et qui généralement est très courte ; on peut ainsi assurer le service d'un bout à l'autre de la ligne. Il y a cependant des cas où le transbordement est impossible, notamment lorsque la circulation est interrompue par les neiges.

Les mesures exceptionnelles, telles que la mise en marche de trains supplémentaires et la suppression de trains réguliers, sont prises, sur les lignes à double voie, par les chefs de grandes gares autorisés à cet effet; sur les lignes à voie unique, elles ne peuvent être prises, sur chaque ligne, que par un agent spécialement délégué à cet effet, qui est en général le chef d'une des gares extrêmes, et qui porte le titre d'*agent spécial de la voie unique*. C'est également l'agent spécial de la voie unique qui a seul qualité pour décider la mise en marche de trains facultatifs ou de trains spéciaux.

Indépendamment des mesures relatives à la circulation des trains, les gares ont à effectuer les manœuvres nécessaires pour les former, les débrancher, y ajouter ou en distraire des wagons, etc. Dans les grandes gares, les manœuvres sont faites au moyen de machines spécialement affectées à cet usage; ce sont le plus souvent des machines ordinaires qu'on affecte pendant un certain nombre d'heures aux manœuvres de gares. Dans les petites gares ce sont les machines des trains qui, au passage, font les manœuvres nécessaires pour laisser des wagons ou en prendre.

On voit, par ce qui précède, que la sécurité du mouvement des trains dépend en grande partie de l'exécution des mesures dont les gares sont chargées ; il importe donc qu'aucune confusion ne soit possible dans les attributions des agents chargés de les appliquer, et, en même temps, que ceux à qui en incombe la responsabilité soient en permanence à leur poste. C'est le chef de gare, dans les gares peu importantes, un sous-chef dans les grandes gares, qui est exclusivement chargé de tout ce qui touche à la sécurité de la circulation des trains ; ils peuvent être remplacés par des agents d'un grade inférieur, mais seulement dans des conditions prévues à l'avance dans les instructions relatives à chaque réseau.

Les gares, quelle que soit leur importance, ayant un rôle permanent pour assurer la circulation des trains, même si ceux-ci ne s'y arrêtent pas, la présence d'un agent y est nécessaire d'une manière continue. Sur les lignes d'importance secondaire où circulent cependant des trains de nuit, cette sujétion est coûteuse. Dans les petites gares, pour réduire la dépense, on interrompt le service du soir au matin. Le chef de la gare dont le

service doit être interrompu efface ses signaux, met son télégraphe *hors circuit*, établit la communication entre les fils de transmission des cloches électriques qui aboutissent à sa gare, s'il y a des cloches, et cadenasse ses aiguilles dans la position convenable pour donner passage aux trains; la gare n'existe plus alors au point de vue du service. Toutefois, en cas de détresse d'un train, le chef de gare peut, sur la demande du chef de train, rétablir la communication pour demander le secours.

Inversement, on est quelquefois amené à créer en pleine voie, notamment à des bifurcations, des *gares ou postes de mouvement*, c'est-à-dire à y placer un agent avec un télégraphe et des signaux. Ce poste intervient alors dans le mouvement comme une gare ordinaire.

Indépendamment des gares, il existe sur quelques lignes des points où s'arrêtent normalement certains trains pour déposer ou prendre des voyageurs, et pour lesquels, quoiqu'ils ne soient pas protégés par des signaux, l'obligation de couvrir les trains à l'arrêt est supprimée. Il y a, dans ce cas, une dérogation à ce principe que tout obstacle qui intercepte la voie doit être couvert par des signaux, mais les arrêts de ce genre ne sont admis que si l'espacement des trains rend impossible leur succession dans des conditions telles que l'un d'eux puisse rejoindre celui qui le précède.

332. — Système anglais. — Le système que nous venons d'exposer est celui qui est admis universellement en France; mais on peut comprendre tout autrement les exigences de la circulation des trains. En Angleterre, le rôle des gares est beaucoup plus passif: on emploie partout le block-system en double voie ou, en

simple voie, le staff-system qui assurent la sécurité indépendamment des chefs de gare : ceux-ci cessent alors d'être, comme ils le sont en France au premier chef, *des agents de sécurité*.

333. — **Système américain.** — En Amérique, le rôle des gares est encore moindre. Tous les mouvements sont commandés au moyen du télégraphe, dans chaque section, par un agent supérieur nommé *train dispatcher* qui fait partir les trains, les arrête, les fait croiser, les gare, etc. Les chefs de gare n'ont autre chose à faire que d'aviser le dispatcher de service des trains qui traversent leur gare et de l'heure de leur passage, et de transmettre aux chefs de train les ordres du dispatcher. Il n'y a pas de trains facultatifs : il y a les trains réguliers et des trains spéciaux qui sont généralement des trains de marchandises lancés par le dispatcher selon les besoins. Enfin le dispatcher, pour l'ordre de circulation des trains, doit se régler d'après le *droit à la voie* qui est, si on peut s'exprimer ainsi, l'ordre de préséance des trains selon leur nature (express, omnibus, trains de marchandises réguliers, trains spéciaux), et les chefs de train eux-mêmes doivent, à défaut d'ordre du dispatcher, se garer pour laisser passer les trains qui ont le pas sur eux. Ce système a l'avantage d'une très grande élasticité ; il permet de modifier de fond en comble, d'un moment à l'autre, le service des trains ; d'autre part, il met l'initiative du mouvement des trains dans la main d'un agent supérieur expérimenté qui peut faire produire à la ligne son maximum de rendement ; mais il paraît offrir moins de sécurité que le nôtre, et la comparaison du nombre des accidents en France et en Amérique confirme cette opinion.

III. — BLOCK-SYSTEM.

334. — Modes d'emploi du block-system. — Ainsi que nous l'avons dit précédemment[1] le principe du block-system est le *maintien de l'espacement des trains par la distance ou cantonnement*. On peut appliquer ce principe de différentes manières. La plus rigoureuse, et en même temps la plus sûre, consiste dans l'interdiction absolue aux trains de pénétrer dans une section déjà occupée ; c'est le système *absolu*. Celle dont l'emploi est, en apparence au moins, le plus facile, mais qui offre le moins de garanties, consiste à considérer le signal placé à l'entrée de chaque section, lorsqu'il est fermé, comme ayant seulement pour objet d'avertir le mécanicien du train qui le franchit de la présence d'un autre train à une distance inférieure à la longueur de la section. C'est le système *permissif*. Entre ces deux applications extrêmes du principe du cantonnement, l'expérience a conduit, sur beaucoup de réseaux, à un système intermédiaire dans lequel l'entrée des sections fermées n'est pas interdite aux trains d'une manière absolue, mais ne leur est permise qu'après un stationnement plus ou moins prolongé et sur l'autorisation de l'agent chargé de la manœuvre du signal ; c'est le système *absolu conditionnel*, ou *conditionnel*.

Les différents modes d'emploi du block-system ont donné et donnent encore lieu à des discussions importantes. La rigueur du système absolu a été représentée fréquemment comme étant de nature à jeter la perturbation dans la marche des trains chaque fois qu'un

1. Voir page 145.

incident imprévu ne permettrait pas d'ouvrir régulièrement les signaux devant eux ; il suffit en effet d'un train bloqué dans une section, soit par suite d'une détresse, soit par suite du dérangement des appareils, pour que ceux qui le suivent s'échelonnent derrière lui chacun dans une section différente et interceptent ainsi la circulation jusqu'à une distance parfois considérable. C'est la crainte de cette interruption de la circulation en amont du point bloqué qui a conduit au système permissif ; mais les garanties que donne celui-ci sont insuffisantes. Si, lorsqu'il pénètre dans une section bloquée, un mécanicien était certain de rencontrer devant lui un obstacle, un simple avertissement pourrait suffire pour l'obliger à marcher avec prudence, car dans ce cas, s'il n'observait pas les précautions réglementaires, il courrait à une catastrophe certaine. Mais il n'en est pas ainsi ; les plus grandes chances sont pour que, s'il y a un autre train engagé dans la section, il soit sur le point d'en sortir, ou simplement pour que l'appareil ne fonctionne pas ; le mécanicien, après avoir perdu, par suite du ralentissement de sa marche, un temps important dans la traversée de la section, arrive alors à l'extrémité de celle-ci sans avoir rien rencontré qui justifie le retard qu'il s'est imposé. La régularité du fonctionnement des appareils, qui ne jouent ainsi qu'un rôle secondaire, est en outre presque nécessairement assurée avec moins de soin que si leur dérangement devait jeter dans le service une perturbation grave, et il en résulte de fausses indications qui contribuent à rendre encore moins efficaces les avis qu'ils doivent donner. Ces causes réunies font que les mécaniciens qui pénètrent dans une section bloquée arrivent à ne plus guère s'en préoccuper, et

que néanmoins on diminue les intervalles des trains comme si on pouvait compter réellement sur le maintien de leur espacement. Aussi, le système permissif est-il aujourd'hui à peu près universellement condamné.

Le système conditionnel offre plus de garanties. Toutefois, pour que celles-ci soient efficaces, il faut que l'entrée dans la section bloquée soit subordonnée à une autorisation *écrite* du signaleur ; cette autorisation n'est donnée en général qu'après un stationnement suffisamment prolongé pour permettre au train qui occupe la section, s'il est seulement en retard, d'en sortir avant que le suivant n'y pénètre. L'ordre écrit n'a pas seulement pour objet d'engager d'une manière indiscutable la responsabilité du mécanicien ; il est aussi la constatation de la fermeture de la section dans laquelle celui-ci va pénétrer. Cette constatation est indispensable lorsque, comme cela a lieu le plus fréquemment, la limite des sections est dans une gare où le train doit s'arrêter normalement ; dans ce cas, en effet, si les agents négligent, au moment du départ, d'apporter une attention suffisante au signal du block-system, le mécanicien peut ne pas remarquer qu'il pénètre dans une section fermée et une catastrophe est possible. C'est dans ces conditions que s'est produit en 1891 l'accident de St-Mandé.

Même avec les garanties que nous venons d'indiquer, le block conditionnel n'est pas sans donner lieu à certaines critiques. Du moment que plusieurs trains peuvent être engagés à la fois dans une même section, celle-ci ne doit pouvoir être débloquée qu'après la sortie du dernier ; or une confusion peut se produire à cet égard, et, si elle se produit, le danger d'une

collision est imminent. D'un autre côté, les objections que l'on fait au block-system absolu sont plus apparentes que réelles ; il n'y a d'arrêt prolongé à l'entrée d'une section que lorsque le train engagé dans celle-ci ne peut en sortir pour une raison quelconque ; dans ce cas, il importe assez peu, au moins pour la circulation générale, que les trains restent échelonnés dans les sections précédentes ou qu'ils viennent s'accumuler dans le voisinage du point où la voie est interceptée, car il faudra que leur espacement soit rétabli à partir de celui-ci. On peut, en outre, comme nous l'indiquerons plus loin, atténuer cet inconvénient au moyen d'un double système de signaux qui permet de rendre la voie libre derrière un train en attente. L'exemple de l'Angleterre, où le block-system absolu est d'un emploi général, démontre d'une manière irréfutable que, contrairement à une opinion assez répandue, ce cantonnement est compatible avec l'exploitation des lignes les plus chargées.

Quel que soit le système adopté, il y a deux cas dans lesquels il faut nécessairement admettre, pour les trains, la faculté de franchir, avec l'autorisation du signaleur, le signal d'entrée d'une section, même lorsqu'il est fermé. Le premier est celui où une machine de secours doit aller rejoindre un train en détresse ; des précautions minutieuses, analogues à celles qu'on emploie dans la même circonstance pour la marche à contre-voie, sont prescrites par les règlements pour éviter toute confusion. Le second cas est celui du dérangement des appareils ; lorsque ceux-ci sont bien construits, ces dérangements sont tout à fait exceptionnels ; on ne peut néanmoins, lorsqu'on emploie l'électricité, compter qu'ils seront entièrement

supprimés. Lorsqu'un incident de cette nature se produit, les appareils de correspondance (sonneries, télégraphes, téléphone, etc.) qui existent, sinon entre tous les postes au moins entre les gares, permettent encore l'échange des communications nécessaires pour assurer le maintien de l'espacement des trains ; la marche de ceux-ci peut être retardée si, faute d'appareils de correspondance aux postes qui les limitent, certaines sections se trouvent réunies, mais elle n'est pas interrompue, et, en tenant compte du surcroît de précautions que les règlements prévoient toujours pour les cas exceptionnels, la sécurité est encore assurée dans de très bonnes conditions. Si, pour un motif quelconque, les appareils de correspondance ne peuvent suppléer aux appareils ordinaires de block-system, celui-ci est alors supprimé purement et simplement et on ne saurait s'entourer de trop de garanties (avis écrits de la suppression du block-system donnés aux mécaniciens, maintien entre les trains d'un intervalle d'au moins dix minutes, etc.).

335. — Règles relatives à l'ouverture des signaux. — Les règles relatives à l'ouverture des signaux sont différentes selon qu'on laisse les sections normalement ouvertes ou normalement fermées. Dans le premier cas, chaque section est débloquée et le signal qui la protège est ouvert, aussitôt que le train qui l'occupait en est sorti ; le passage est libre sur toute l'étendue de la ligne, sauf à l'entrée des sections dans lesquelles un train est engagé. Chaque train est donc pour ainsi dire suivi par un signal fermé, à une distance variable, mais qui ne peut dépasser la longueur de la section la plus étendue. Dans le système des sections normalement

fermées, le signal qui défend l'entrée de chacune d'elles reste fermé, même après que le train qui l'occupait en est sorti ; il n'est rouvert que lorsqu'un nouveau train se présente. La ligne est donc interceptée par une série de signaux s'ouvrant successivement pour donner passage aux trains, mais dont chacun ne peut s'ouvrir que s'il est séparé du dernier train qui l'a franchi par un autre signal fermé. Lorsqu'on applique d'une manière rigoureuse le système des sections fermées, chaque signal reste normalement non seulement fermé, mais verrouillé; c'est au moment où un train est annoncé, lorsqu'il ne doit pas stationner devant le poste, ou, en cas contraire, au moment où il va partir, que chaque signaleur demande au poste suivant le déverrouillage de son signal. Ce système offre plusieurs avantages ; il oblige les agents à une précision absolue dans la manœuvre des signaux, et il ne permet pas qu'une section soit occupée sans que le poste d'aval en ait donné l'autorisation au moment même où un train se présente pour y pénétrer ; cette dernière condition met les gares à l'abri de l'arrivée inopinée de trains, toujours dangereuse lorsque la voie principale peut être engagée par des manœuvres. Le principe de verrouillage permanent a néanmoins été souvent critiqué. On a fait observer que l'agent auquel on demande le déverrouillage peut avoir oublié si le dernier train engagé dans la section en est effectivement sorti. Pour éviter toute confusion, on peut obliger les agents chargés de manœuvrer les signaux à noter par écrit, en indiquant les heures correspondantes, l'annonce des trains et leur passage devant le poste ; mais, dans les systèmes les plus récents de block à voie fermée, c'est la disposition même de l'appareil qui s'oppose aux erreurs de cette

nature, soit parce qu'il est impossible de déverrouiller deux fois un signal sans que le suivant ait été ouvert puis refermé dans l'intervalle, soit parce que le verrou une fois fermé reste bloqué automatiquement jusqu'à ce que le train soit passé sur une pédale électrique placée à la sortie de la section correspondante. On objecte également quelquefois au principe du verrouillage permanent la perte de temps qu'exige l'échange des communications nécessaires à la demande de voie et au déverrouillage. Cette objection n'est pas fondée; avec des appareils bien disposés, l'échange des communications nécessaires à l'annonce des train, le déverrouillage et la manœuvre du levier n'exigent pas en tout trente secondes, c'est-à-dire le sixième de l'intervalle le plus rapproché qu'on puisse admettre pour deux trains consécutifs[1]. Lorsque les sections ont une longueur suffisante, la demande de déverrouillage n'est

1. Nous avons nous-même constaté à deux postes différents aux abords de Bruxelles, par un certain nombre d'observations répétées, que l'ensemble des opérations avec le block-system *Hodgson* se fait dans un intervalle de *douze à dix-huit secondes*. Les communications échangées sont les suivantes :

AU POSTE QUI DEMANDE LA VOIE	AU POSTE QUI DONNE LA VOIE
Trois coups de sonnerie (avertissement)	
	Trois coups de sonnerie (réponse à l'avertissement)
Un coup de sonnerie	
	Un coup de sonnerie
	Déverrouillage électrique au moyen d'un commutateur
Déclenchement du levier	
Manœuvre du levier	
Deux coups de sonnerie	
	Remise en place du commutateur
	Deux coups de sonnerie

Cela représente en tout seize mouvements dont chacun n'exige pas une seconde lorsqu'il est effectué avec précision.

faite pour chacune d'elles qu'au moment où le train entre dans la section précédente, s'il ne doit pas stationner dans celle-ci, ou, en cas contraire, une minute avant son départ du point de stationnement ; lorsque les sections sont courtes, les trains sont annoncés en avant, de poste à poste, de telle façon que le déverrouillage puisse être fait en temps utile.

Indépendamment des objections auxquelles a donné lieu le verrouillage permanent, l'application au block-system du principe de la voie fermée a été critiquée comme exigeant à chaque poste la présence constante d'un agent. Il est, en effet, nécessaire que le signaleur se trouve auprès de son appareil un certain temps avant le passage de chaque train pour pouvoir ouvrir la voie à celui-ci lorsqu'il se présente ; avec le régime de la voie ouverte, au contraire, la manœuvre d'ouverture des signaux peut être faite à un moment quelconque dès l'instant qu'ils sont déverrouillés, et même, avec les appareils Lartigue, elle se produit automatiquement à la suite du déverrouillage ; chaque poste n'a donc à faire, par train, qu'une seule manœuvre qui consiste à fermer le signal d'entrée de la section correspondante et à déverrouiller le signal d'entrée de la section précédente ; si les trains ne se suivent pas à des intervalles rapprochés, cette manœuvre peut être retardée sans inconvénient de manière à permettre à l'agent qui en est chargé de se livrer à d'autres occupations. Cette considération est sérieuse sur les lignes dont le trafic n'est pas important ; sur les lignes chargées, la présence d'un agent à chaque poste est dans tous les cas nécessaire et le régime de la voie fermée est alors, à notre avis, préférable, indépendamment de la précision des manœuvres qu'il exige, il donne, comme nous le

verrons plus loin, pour le dépassement des trains, des garanties plus complètes que le système de la voie ouverte.

336. — Position des signaux. — On place généralement en France les signaux qui s'adressent aux deux directions sur un même mât sémaphorique disposé au milieu de la gare, et au pied duquel sont placées les boîtes qui renferment les appareils et les manivelles de manœuvre. Ce système très simple n'est pas sans inconvénients ; non seulement les mécaniciens sont obligés, pour amener les trains à quai ou au garage de dépasser le sémaphore, mais, au moment du départ, ils doivent regarder derrière eux pour constater que le bras correspondant à la section sur laquelle ils vont s'engager est ouvert ; l'efficacité d'un signal est certainement moindre, dans ces conditions, que s'il se présentait en face du mécanicien. En outre, pendant le stationnement, la section amont n'est en général pas complètement dégagée ; on ouvre néanmoins le signal qui commande son entrée et le train n'est plus couvert que par le signal avancé qui précède le mât sémaphorique ; cette garantie peut ne pas suffire sur les lignes à circulation importante. Pour éviter l'inconvénient que nous venons de signaler, on peut dédoubler le mât sémaphorique et, placer le signal qui correspond à chaque direction au delà de la partie de voie sur laquelle les trains stationnent ; mais, dans ce cas, la section précédente doit rester fermée pendant toute la durée des stationnements et, lorsque celle-ci est longue, il peut en résulter un ralentissement dans le mouvement des trains. On peut employer le procédé inverse et placer le signal d'entrée de la section qui suit la gare

non à la sortie mais à l'entrée de celle-ci ; mais on s'expose alors à l'obligation de faire arrêter les trains avant qu'ils n'aient pénétré dans la gare. La Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a adopté, sur certaines parties de son réseau, à l'exemple des chemins de fer anglais, un système qui consiste à employer dans chaque gare deux signaux d'arrêt, qui sont alors placés l'un à l'entrée, l'autre à la sortie de la gare. La section qui précède celle-ci ne peut être débloquée qu'après la fermeture du signal d'entrée ; le signal de sortie ne peut être ouvert que si la section en tête de laquelle il se trouve est bloquée par le poste suivant.

Avec le block-system absolu, qui, comme nous l'avons dit, est exclusivement employé aujourd'hui, tout train qui rencontre un signal fermé doit s'arrêter devant celui-ci ; on ne peut compter avec certitude sur un arrêt dans ces conditions que si le mécanicien est en mesure, à une distance suffisante, de se rendre maître de la vitesse de son train ; aussi place-t-on habituellement des signaux avancés franchissables en avant des signaux d'entrée des sections.

337. — Extrémités des lignes. — Aux extrémités des lignes pourvues du block-system, la dépendance entre les appareils est forcément interrompue, si elle existe pour les postes intermédiaires. Un train pénétrant sur la ligne n'est couvert que si l'agent chargé du poste de tête ferme le signal aussitôt après son passage ; le danger n'est pas grand, surtout avec le block-system à voie fermée, si le service est fait avec régularité ; on peut toutefois l'éviter en employant soit des appareils désengageurs qui ferment automatiquement le signal d'entrée de la section, soit ce qu'on appelle

la *souricière*, c'est-à-dire la combinaison de deux signaux d'arrêt absolu placés à une certaine distance l'un de l'autre et enclenchés de telle façon qu'ils ne puissent être ouverts tous deux en même temps.

338. — Dépassement des trains. — Dans ce qui précède, nous avons supposé que les trains se suivent d'un bout à l'autre de la ligne, sans jamais se rejoindre. Or, en général, il n'en est pas ainsi. Pour que la circulation des trains les plus rapides soit possible dans des conditions normales, il faut qu'ils dépassent les trains à marche lente qui se trouvent devant eux. On obtient ce résultat en garant ces derniers chaque fois qu'ils sont sur le point d'être rejoints ; on les fait repartir après qu'ils ont été dépassés. Au point de vue du block-system, un train disparaît lorsqu'il quitte la ligne pour se garer ; il vient s'intercaler entre ceux qui circulent déjà, lorsqu'il rentre sur la ligne en sortant d'un garage. Dans l'un et dans l'autre cas, il y a des mesures spéciales à prendre, soit pour que la section occupée en dernier lieu par le train qui a disparu de la circulation puisse être rouverte dès que celui-ci l'a quittée, soit pour qu'un train pénétrant sur la ligne par la sortie d'un garage ne puisse entrer dans une section déjà occupée, soit enfin pour que ce dernier soit lui-même protégé aussitôt qu'il est venu s'intercaler entre les autres trains.

Si on se reporte à ce que nous avons dit précédemment, il est facile de voir que le block à section ouverte doit être coupé, c'est-à-dire que la dépendance entre les appareils doit être supprimée, à tous les points où les trains peuvent disparaître de la circulation. Or, c'est précisément à ces points que les garanties de

sécurité peuvent être le plus nécessaires. Pour atténuer cet inconvénient, on remplace la coupure pure et simple par la coupure facultative ; le signal d'entrée de chaque section reste dépendant du signal d'entrée de la section suivante, mais un commutateur spécial permet aux postes de garage ou de bifurcation de supprimer cette dépendance lorsque cela est nécessaire. Le block-system peut donc n'être coupé que lorsqu'un train vient de disparaître de la circulation. On augmente les garanties qu'offre la substitution à la coupure pure et simple de la coupure facultative, en mettant la clef du commutateur entre les mains d'un agent (en général le chef de gare) qui ne doit intervenir dans la manœuvre que pour permettre le garage des trains ; on évite ainsi que le signaleur, par oubli ou par négligence, laisse le block coupé en permanence. Lorsqu'on maintient la coupure permanente, on peut augmenter les garanties de sécurité par l'emploi de doubles signaux dans les gares de dépassement ; l'indépendance n'existe alors qu'entre les deux appareils qui sont situés l'un à l'entrée et l'autre à la sortie de la gare, et qui peuvent d'ailleurs être manœuvrés par le même agent. Dans ces conditions le signal du poste amont ne peut être déverrouillé que si le signal d'entrée de la gare est fermé, et le signal de sortie de la gare ne peut être ouvert que s'il a été déverrouillé par le poste d'aval ; il ne peut y avoir collision que si, après le passage d'un train, la gare ferme son signal d'entrée, de manière à pouvoir rendre la voie libre à l'amont, et ne ferme pas son signal de sortie ; elle peut alors, en effet, donner passage à un second train en rouvrant son signal d'entrée sans l'autorisation du poste aval, et par suite sans que le passage du premier

train devant ce poste ait été constaté ; mais les erreurs de cette nature sont peu à craindre avec un personnel attentif et bien discipliné.

Avec le régime de la voie fermée, il n'est plus nécessaire de supprimer la dépendance des appareils pour pouvoir garer les trains, à moins que, comme cela a lieu dans le système de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, le signal d'entrée d'une section ne puisse être ouvert deux fois de suite, sans que, dans l'intervalle, le signal de sortie ait été ouvert puis refermé ; ce dernier ne peut alors, en effet, servir de signal d'entrée à la section suivante dans le cas où le train, pour le passage duquel il a été ouvert, doit disparaître de la circulation aussitôt après l'avoir dépassé [1].

Un train garé, qui rentre sur la ligne pour s'intercaler entre ceux qui circulent déjà, ne doit pouvoir y pénétrer que si la section dans laquelle il entre est ouverte ; le signal placé en tête de celle-ci l'indique au chef de gare qui donne l'ordre de départ au mécanicien.

La couverture des trains qui sortent d'un garage est assimilable à celle des trains qui s'engagent sur la ligne par le poste de tête ; elle ne peut être assurée que par l'attention des agents chargés du service des signaux, à moins qu'on n'emploie des désengageurs ou la souricière. Nous ne connaissons pas d'exemple de l'emploi de l'un ou de l'autre système dans des cas de ce genre pour la fermeture des signaux d'arrêt.

1. Les appareils de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée qui seuls, à notre connaissance, sont disposés de cette façon, avaient été étudiés pour le régime de la voie ouverte ; c'est seulement quelques années après leur mise en service que la Compagnie a adopté le régime de la voie fermée. Ils comportent d'ailleurs, comme nous l'avons dit, l'emploi de doubles signaux dans les gares.

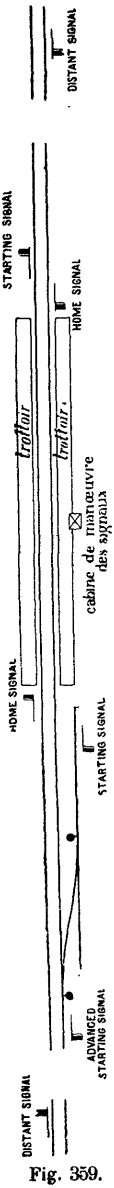


Fig. 359.

339. — Relations entre les appareils de block-system et les signaux des gares. — Dans ce qui précède, nous avons admis que les signaux du block-system sont indépendants des signaux des gares ; c'est en effet ce qui a lieu habituellement en France. Dans ces conditions, le block-system a pour but unique le maintien de l'espacement des trains en circulation ; les manœuvres et même, la plupart du temps, les stationnements sont couverts par des signaux spéciaux. Mais cette indépendance n'est nullement nécessaire ; en Angleterre, tous les mouvements quels qu'ils soient, sur la voie principale, se font à l'abri des signaux du block-system et ceux-ci sont disposés de telle façon qu'ils peuvent couvrir les manœuvres et les stationnements sans que la circulation en dehors de la gare soit entravée. L'organisation des signaux est la suivante. Le *distant signal*, placé à 900 mètres environ (1000 yards) en deçà de la gare, joue le même rôle que notre signal avancé ; il est franchissable par les trains, même lorsqu'il est fermé, mais annonce la présence d'un obstacle dans un espace rapproché. Il est suivi du *home signal* (signal intérieur) destiné à couvrir les trains en stationnement. Au delà du point où ceux-ci doivent s'arrêter, est placé le *starting signal* (signal de départ) qui marque l'entrée de la section du block située au delà de la gare. Dans les gares importantes

où les voies principales se divisent en plusieurs branches, chacune de celles-ci est pourvue d'un home signal ; de même, chacune des voies de stationnement ou de garage est pourvue d'un starting signal. Enfin, dans certains cas, le starting signal peut être doublé par un *advanced starting signal* (signal de départ avancé), situé de telle façon qu'un train puisse stationner ou manœuvrer entre le premier et le second. Ces différents signaux sont manœuvrés dans les conditions suivantes : Si la section qui suit la gare n'est pas bloquée, les trois signaux, advanced, home, starting et, s'il y en a un, l'advanced starting, peuvent être ouverts simultanément ; si au contraire cette section est bloquée, les signaux restent fermés ; mais le home signal peut être ouvert pour donner passage à un train, après qu'il a marqué l'arrêt, de manière à lui permettre de venir se placer au point de stationnement ; le home signal est, dans ce cas, immédiatement refermé pour couvrir le train ; celui-ci ne peut repartir que lorsque le starting est ouvert à son tour, après que la section suivante a été débloquée. Dans les gares où il existe un advanced starting signal, c'est celui-ci qui est l'origine de la section et, lorsqu'elle est fermée, un train peut venir se placer en avant du starting en attendant qu'elle soit ouverte.

Grâce aux dispositions que nous venons d'indiquer, le stationnement et les manœuvres des trains dans les gares sont toujours couverts par les signaux du block et les mécaniciens n'ont à obéir qu'à une seule catégorie de signaux, dont la signification est parfaitement définie ; en outre, comme le régime de la voie fermée est appliqué d'une manière rigoureuse, aucun train ne peut pénétrer dans la section qui précède une gare sans

l'autorisation de celle-ci ; certains règlements prescrivent même que cette section doit rester bloquée tant que la voie principale à la traversée de la gare n'est pas libre.

340. — Observations sur l'emploi du block-system. — On voit, par l'exposé qui précède, combien les conditions d'emploi du block-system varient selon le programme auquel il doit satisfaire. Il y a aujourd'hui, sur le continent, une tendance marquée à rendre, à l'imitation de l'Angleterre, son application de plus en plus rigoureuse ; il n'est pas douteux, que sur les lignes à trafic intense, cette rigueur n'augmente les garanties de sécurité, et on peut ajouter que, loin d'entraver la circulation, elle ne fait alors que la rendre plus facile grâce à la précision des mouvements ; mais, dans cette question, comme dans beaucoup d'autres, le progrès consiste, non dans la généralisation de l'emploi d'une formule, si parfaite qu'elle soit, mais dans l'adaptation, à chaque cas, du principe sur lequel on fait reposer la sécurité. La simple indication de voie libre ou de voie fermée, donnée au chef de gare et au mécanicien est suffisante sur des lignes peu chargées, et peut être obtenue avec des frais relativement peu élevés ; plus le trafic devient important, plus il convient de rechercher, au prix de dépenses même importantes, les garanties de précision dans la manœuvre des signaux, de régularité dans la marche des trains et de sécurité dans les cas de garage et de dépassement. Aussi, ne doit-on pas considérer comme logique, à notre avis, l'adoption, non seulement dans un même pays, mais sur un même réseau, d'un type unique d'appareils et de règles uniformes pour toutes les lignes indistinctement.

341. — Block-system aux bifurcations. — Lorsqu'une seule des deux branches qui se réunissent à la bifurcation est pourvue du block-system, le cas est identique à celui que nous avons déjà examiné à propos des dépassements de trains; en considérant, en effet, comme ligne principale, la branche sur laquelle est établi le cantonnement, les trains qui quittent le tronc commun pour s'engager sur l'autre branche disparaissent de la circulation, dans les mêmes conditions que s'ils se garaient; les trains qui suivent le chemin inverse viennent s'intercaler, à partir de la bifurcation, entre ceux qui circulent déjà sur la ligne principale, comme s'ils sortaient d'un garage.

Dans le cas où les deux lignes qui se réunissent sont toutes deux pourvues du block-system, on peut, comme cela se fait sur certains réseaux anglais, interrompre le block à la bifurcation, dont le poste est alors considéré comme terminus par rapport à chaque direction amont et comme tête de ligne par rapport à chaque direction aval. On peut aussi, comme le fait la Compagnie du Nord, subordonner la liaison entre les appareils du block system à la position des aiguilles de dédoublement. Enfin, on peut établir entre les appareils des liaisons permanentes; mais alors les deux sections qui aboutissent à la bifurcation sont solidaires; chacune d'elles ne peut être ouverte, pour donner passage aux trains se dirigeant vers le tronc commun que si, elle-même n'étant pas occupée, l'autre est également libre et est en outre fermée; au contraire la section située sur le tronc commun peut être ouverte, pour donner passage à un train se dirigeant vers la bifurcation, aussitôt que le train précédent s'est engagé sur une des deux branches et a été couvert par le signal correspondant.

IV. — ÉTUDE DE LA MARCHE DES TRAINS.

342. — Graphiques de la marche des trains. — La marche des trains, sur chaque ligne, est déterminée par un *tableau* dont l'étude est très importante et très délicate.

Il faut faire dépasser les trains les plus lents par les plus rapides, ménager en voie unique les croisements dans les gares, assurer l'arrivée aux différents points à des heures convenables, enfin, autant que possible, mettre en correspondance les trains des diverses directions qui aboutissent à une même gare. Cette dernière condition est très difficile à réaliser complètement, parce que, sauf de rares exceptions, chaque ligne doit assurer des correspondances à ses deux extrémités et souvent même en certains points de son parcours où elle croise d'autres lignes.

L'étude de la marche des trains se fait au moyen de *tableaux graphiques* ou *graphiques*, sur lesquels on représente par des traits différents les différentes sortes de trains. Les graphiques, inventés par Ibry, sont des tableaux à double entrée ; les horizontales correspondent aux différentes gares de la ligne sur laquelle on veut étudier la marche des trains ; les intervalles qui les séparent sont proportionnels aux distances de ces gares entre elles ; les verticales correspondent aux différentes heures ou fractions d'heures de la journée [1].

1. Nous n'avons pu reproduire, faute d'espace, sur le tableau ci-contre que la partie d'un graphique qui correspond à une durée de six heures ; en réalité, ces tableaux sont toujours dressés par périodes de 24 heures, de façon à comprendre la marche complète de tous les trains.

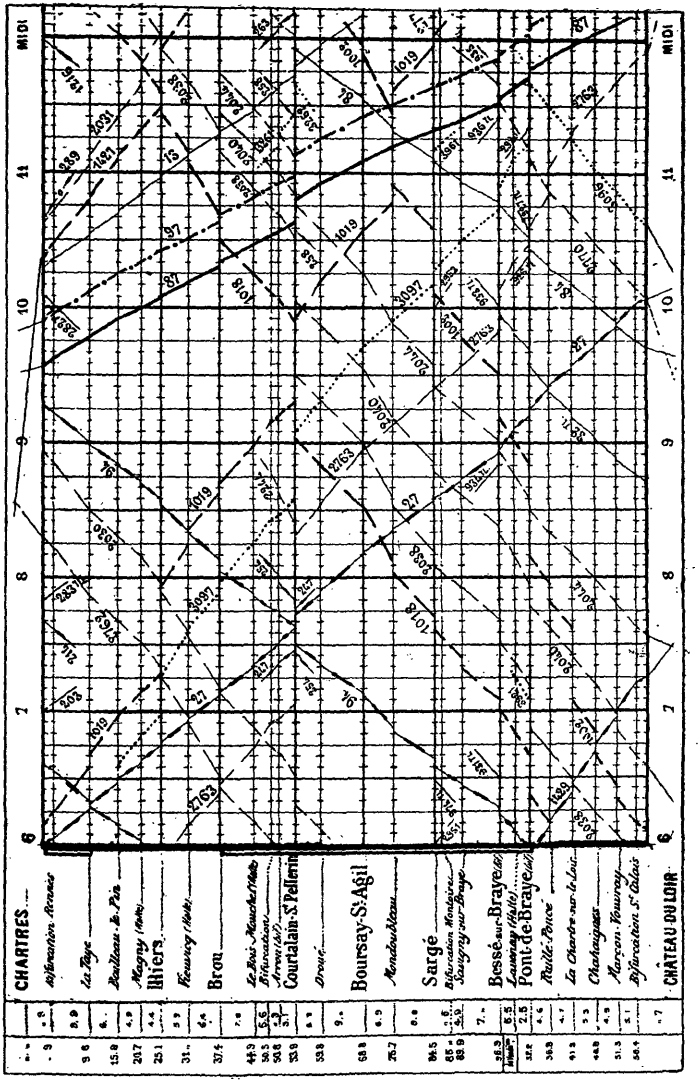

CHARTRES
Bifurcation Rennes
La Taye
Bouleau-le-Pin
Magny (Halte)
Illiers
Vieuvicq (Halte)
Brou
Le Bois-Mouchet (Halte)
Bifurcation Arrou (Lot)
Courtalain-St Pellerin
Droué
Boursay-St Agil
Mondoubleau
Sargé
Bifurcation Montoire
Sauigny-sur-Braye
Bessé-sur-Braye (Lot)
Lauvray (Halte)
Pont-de-Braye (Lot)
Ruillé-Poncé
La Chartre-sur-le-Loir
Chahaignes
Marçon-Vouvray
Bifurcation St Calais
CHATEAU DU LOIR
MIDI

Fig. 360.

On relie par des lignes droites les points qui correspondent aux heures de départ et d'arrivée d'un train à ses points d'arrêt consécutifs ; ces lignes permettent de connaître la position virtuelle du train à un moment quelconque de son parcours, en supposant que sa vitesse soit uniforme. Les stationnements sont représentés, pour chaque arrêt, par la distance horizontale des points correspondant à l'arrivée et au départ mesurés à l'échelle des abscisses. La ligne brisée qui représente, pour un même train, les stationnements et les parcours entre les gares donne la marche de ce train. On peut d'ailleurs, selon que l'on part du haut ou du bas du tableau, représenter des trains marchant dans les deux sens ; les premiers sont figurés par une ligne descendante, les seconds par une ligne ascendante. Cette disposition permet de déterminer à première vue les croisements et les dépassements et de reconnaître les intervalles dans lesquels on peut intercaler de nouveaux trains. Les lignes de même sens ne peuvent se couper que dans des gares, puisque c'est là seulement que peuvent se faire les dépassements. Les lignes en sens inverse ne peuvent également se couper que dans les gares si la circulation a lieu en voie unique ; dans le cas contraire elles peuvent se couper en des points quelconques. L'exemple que nous donnons à la page 193 comprend une série de sections alternativement à double voie et à simple voie. La voie est double de Chartres à la Taye et de Brou à Pont-de-Braye ; elle est simple de la Taye à Brou et de Pont-de-Braye à Château-du-Loir. Les lignes qui représentent les trains sont tracées avec des traits différents selon qu'elles représentent des trains de voyageurs réguliers, des trains de marchandises réguliers, des trains facultatifs etc. Le

numéro de chaque train est inscrit à côté de la ligne qui le représente.

Les marches des trains réguliers et facultatifs doivent être approuvées par le Ministre avant leur mise en vigueur ; il en est de même des marches des trains spéciaux contenant plus d'une voiture à voyageurs. Le Ministre peut imposer aux Compagnies des marches de trains, si les propositions qui lui sont faites ne lui paraissent pas satisfaisantes.

343. — Capacité des lignes. — Nous avons vu que l'exploitation peut se faire en simple ou en double voie. Dans quelles conditions faut-il adopter la première solution, naturellement moins chère que la seconde qui est plus parfaite ? Dans quel cas la double voie elle-même deviendra-t-elle insuffisante ? Ce sont des questions que les ingénieurs ont souvent à résoudre, soit au moment de la construction, soit en exploitation, lorsqu'il s'agit d'établir une seconde voie sur une ligne déjà exploitée.

Il est facile de voir, au premier coup d'œil, qu'une ligne à une seule voie est bien loin de rendre la moitié des services que peut rendre une ligne à double voie. Supposons le cas le plus favorable, les stations toutes espacées également ; soit t le temps nécessaire pour parcourir l'intervalle qui sépare deux d'entre elles. Si on veut faire croiser régulièrement les trains, les croisements pourront se faire de deux en deux stations au plus, soit, par exemple, simultanément en B, en D, etc., puis en A, C, E, etc., car pendant qu'un train ira de A en B, le train inverse viendra de C en B, puis le premier train continuera de B en C, pendant que le train inverse après l'avoir croisé en B viendra en A,

etc. Le nombre de trains qu'on pourra faire passer dans

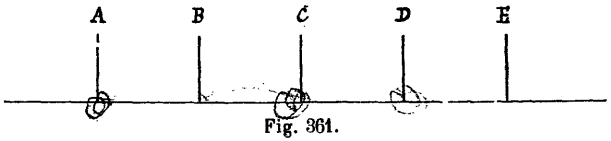


Fig. 361.

chaque sens pendant un temps T sera donc égal à $\frac{T}{2\,t}$. Or, en double voie, on pourrait faire passer dans chaque sens un nombre de trains égal à $\frac{T}{t'}$, en appelant t' l'intervalle de temps minimum qui doit, d'après les règlements, s'écouler entre le passage au même point de deux trains qui se suivent. En pratique t' est toujours plus petit que t, la capacité d'une ligne à voie unique est donc, même dans l'hypothèse que nous avons admise, inférieure à la moitié de la capacité d'une ligne à double voie ; mais cette hypothèse est bien loin d'être réalisée. En fait, les intervalles entre les gares sont très variables (de cinq à douze kilomètres en général), les trains ont des vitesses très différentes, et ces différences sont encore augmentées par les variations du profil en long de la ligne ; certains trains sont donc obligés d'attendre les autres aux points de croisement, ou, ce qui revient au même, on ralentit leur marche pour qu'ils n'arrivent pas trop tôt. Enfin, s'il circule des express, la capacité de la ligne est encore réduite parce que tous les autres trains doivent être garés pour les laisser passer, et qu'en outre on trouve en général prudent de les faire arrêter chaque fois qu'il y a croisement.

Dans les cahiers des charges des Compagnies et dans les conventions passées avec elles, la limite de

30.000 francs à 35.000 francs de recette annuelle par kilomètre est généralement indiquée comme correspondant au moment où la voie doit être doublée ; mais il ne s'agit là que d'un chiffre conventionnel, qui correspond à une moyenne de trafic, et qui ne tient pas compte des variations des tarifs. On aurait une mesure plus exacte en prenant le nombre des trains. On peut estimer que, surtout s'il y a des express, le nombre de trente trains par 24 heures représente la limite de capacité d'une ligne à voie unique. Ce n'est pas qu'on ne puisse aller au delà, et de beaucoup même, mais alors le moindre retard jette la perturbation dans le service pendant un temps très long et la sécurité est menacée, si le block-system n'existe pas, parce que la confusion des trains entre eux par les chefs de gare devient à craindre. Il faut tenir compte aussi, dans les comparaisons à faire entre la simple et la double voie, de la longueur des sections. En voie unique les retards des trains se répercutent non seulement sur ceux qui les suivent à un faible intervalle de temps, mais sur ceux qui marchent en sens inverse et, par l'intermédiaire de ceux-ci, sur ceux qui les suivent à grande distance. Les perturbations dans la marche des trains, surtout des express, entraînent des conséquences d'autant plus graves, au point de vue de la régularité du service, que la longueur de voie unique sans interruption est plus considérable.

Pour les lignes à double voie, la capacité de trafic est infiniment plus grande : elle pourrait, avec le block-system, aller de 270 à 300 trains par voie, pourvu qu'une partie de ces trains fussent des facultatifs n'ayant pas lieu tous les jours, de manière à permettre les réparations de la voie ; mais on peut considérer

200 trains comme un maximum difficile à atteindre et surtout à dépasser ; encore n'y arrive-t-on que sur des sections courtes, sur lesquelles les trains peuvent, sans inconvénient, marcher à la même vitesse ou à des vitesses peu différentes ; mais sur des sections longues, à stations rapprochées, où circulent à la fois des express, des trains omnibus et des trains de marchandises, le service devient très difficile lorsqu'on approche de cent trains par direction. D'une manière générale, la capacité d'une ligne donnée est d'autant moindre que la différence des vitesses des trains qui y circulent est plus considérable ; or la vitesse des trains de voyageurs a toujours été en augmentant depuis la création des chemins de fer, surtout sur les lignes à grand trafic, tandis que celles des trains de marchandises est restée, en France, presque complètement stationnaire. L'accélération des trains de marchandises, qui est à l'étude sur la plupart des réseaux, aura pour effet de réduire l'écart énorme qui existe aujourd'hui entre les vitesses extrêmes et par suite d'augmenter la capacité des lignes sur lesquelles elle sera réalisée. Indépendamment des trains de marchandises, les trains de banlieue, aux abords des grandes villes, réduisent dans une forte proportion, lorsqu'ils sont nombreux, la capacité des lignes sur lesquelles ils circulent ; ils occupent en effet la voie pendant un temps considérable eu égard à la longueur qu'ils parcourent, à cause de la fréquence de leurs arrêts et de l'impossibilité pratique où on se trouve de les garer sur leur trajet. Aussi la capacité réelle des lignes varie-t-elle dans de très fortes proportions selon les conditions dans lesquelles elles sont placées. La section de Paris-Monparnasse à Viroflay, sur laquelle circulent à la fois des trains de banlieue,

des trains express et des trains de marchandises, est très chargée avec un mouvement de 90 à 100 trains par jour dans chaque sens, tandis que le nombre des trains atteint 200 par jour, à certains moments de l'année, sur certaines sections du chemin de fer de ceinture de Paris.

§ 3. — SERVICE DES VOYAGEURS.

344. — Service général. — *Billets.* — L'usage général des chemins de fer, pour la perception du prix des places des voyageurs, est de délivrer à chacun de ceux-ci, au départ, un billet indiquant sa destination et qu'il est tenu de remettre à son arrivée avant de quitter la gare. Les billets sont délivrés à la gare même au moment du départ ; néanmoins l'usage commence à s'établir, pour les longs voyages, de délivrer à l'avance à certains hôtels des billets pour leurs voyageurs. Nous verrons même plus loin qu'en Hongrie on est arrivé à faire vendre, dans les débits de tabac et dans les grands hôtels, des billets pour toutes les directions.

Bagages. — Les voyageurs, en France, ont droit chacun au transport gratuit de 30 kilogrammes de bagages ; en Angleterre, ils ont droit à un poids plus élevé, variable par classe, mais les colis ne sont pas enregistrés comme en France ; c'est au voyageur à reconnaître lui-même ses bagages à l'arrivée ; cela est très incommode, ou du moins tel est l'avis des voyageurs français. Dans la plupart des autres pays de l'Europe, la franchise n'existe pas : tout bagage paie.

La faculté de transporter des bagages en franchise, qui est d'une commodité incontestable pour le public, ne va pas sans certains inconvénients pour le service ; elle conduit les voyageurs à se charger d'un grand nombre de colis que, dans d'autres conditions, ils expédieraient en messageries ; il en résulte, au moment du départ et de l'arrivée des trains, l'encombrement des gares, et souvent des retards dans le service. L'habitude prise d'accepter comme bagages toute espèce d'objets, pourvu qu'ils puissent être placés facilement dans les fourgons, entraîne aussi certains inconvénients ; car ces véhicules sont, dans certains cas, encombrés d'objets fragiles, de peu de poids et de grand volume, qui obligent, au dernier moment, à modifier la composition des trains.

Accès sur les trottoirs. — Il est de règle aujourd'hui que les voyageurs aient librement accès sur les trottoirs avant l'arrivée des trains ; les salles d'attente ne servent qu'à les préserver du froid et de la pluie. Autrefois on les laissait enfermés dans les salles, jusqu'à l'arrivée du train dans les gares de passage, et jusqu'au dernier moment dans les gares de formation des trains. Il résulte de cette liberté certaines conséquences au point de vue de la construction des gares. On peut faire, actuellement, dans les gares importantes, les salles d'attente beaucoup plus petites et il y a plus d'intérêt à y établir des marquises ou halles couvertes.

Changements de voiture. — Sauf de très rares exceptions, tous les voyageurs d'un train ne sont pas pour une seule destination ; une partie d'entre eux descendent en route aux stations intermédiaires où leur voyage doit s'arrêter ; mais il y en a beaucoup, aujourd'hui

que les mailles des réseaux sont très serrées, qui doivent emprunter des lignes secondaires se greffant sur la ligne principale où circule le train ; ils sont alors obligés, aux points de bifurcation, de descendre pour changer de voiture. Le changement de voiture est une opération très simple, au point de vue du chemin de fer, car le voyageur se transborde seul, avec les colis qu'il porte, et il suffit d'un écriteau bien en vue pour qu'il aille se placer dans le train qu'il doit prendre ; mais, pour les voyageurs, le changement de voiture est toujours un ennui, et, lorsqu'il a lieu la nuit, c'est une gêne et une fatigue. On prend de plus en plus l'habitude de spécialiser les voitures pour éviter cet inconvénient ; lorsque le train est arrivé à une bifurcation, on en détache une ou plusieurs voitures qui portent le nom de la direction à laquelle elles sont affectées inscrit sur une plaque bien apparente, et on place ces voitures dans le train qui part de la gare de bifurcation ou qui y passe pour desservir la ligne secondaire. Il y a ainsi une manœuvre de plus, mais on évite aux voyageurs un transbordement. Ce système augmente bien le poids mort à traîner puisqu'il multiplie les véhicules ; mais l'augmentation est souvent peu importante, parce que les places disponibles dans les diverses voitures sont utilisées, au moins en partie, par les voyageurs qui ne font qu'une partie du parcours.

Contrôle. — La vérification des billets, qui porte le nom de *contrôle*, se fait à l'arrivée, au moment de la sortie ; mais il y a intérêt aussi à faire cette vérification avant que les voyageurs soient descendus, afin de s'assurer qu'ils n'ont pas occupé une place supérieure à celle pour laquelle ils ont payé, et qu'ils ne voyagent pas sans billet dans l'espoir de sortir de la gare sans

être vus. A cet effet, le *contrôle de route* est fait quelquefois en marche par des agents circulant sur les marchepieds des voitures, mais généralement dans les stations pendant les arrêts. Dans certains cas, on fait arrêter les trains avant l'entrée dans la gare, pour la vérification des billets. C'est un système gênant et ennuyeux pour les voyageurs ainsi qu'une perte de temps; il est bon de n'y recourir que lorsqu'une manœuvre rend obligatoire l'arrêt du train.

En Angleterre, le contrôle des billets se fait habituellement au départ et à l'arrivée des trains; mais dans certains cas, et notamment aux abords de Londres, les billets sont retirés à la station qui précède le point d'arrivée. Les billets sont, en outre, contrôlés sur le parcours, soit d'une manière permanente dans certaines stations importantes par des contrôleurs à poste fixe, soit en des points variables par des contrôleurs de route. En Belgique, où les gares étaient, jusqu'à ces dernières années, généralement ouvertes à la sortie, le contrôle se faisait en route par des agents circulant sur les marchepieds; on y a renoncé, au moins en partie, parce que ce service était trop dangereux. En Allemagne, le contrôle se fait également en route, mais, sauf quelques express, les trains vont moins vite.

345. — Vitesse des trains. — Nous avons déjà, à plusieurs reprises, parlé de la *vitesse de marche* des trains. Pour le voyageur, cette vitesse n'est pas la seule chose intéressante, ni même la plus intéressante : ce qui lui importe, c'est la durée totale du trajet, arrêts intermédiaires compris. On a pris l'habitude de désigner sous le nom de vitesse *commerciale* le rapport

de la distance parcourue par un train au temps employé à la parcourir.

A l'exemple de l'Angleterre qui applique strictement sur ses chemins de fer l'axiome « time is money », toutes les administrations de chemins de fer ont, depuis l'origine, augmenté progressivement la vitesse commerciale de leurs trains de voyageurs. Il s'est fait à ce sujet en France, depuis quinze ans, des progrès très remarquables pour les grandes lignes ; il y en a encore à faire sur la plupart des réseaux pour les lignes à trafic moyen. L'augmentation de la vitesse commerciale peut être réalisée de deux manières : par l'augmentation de la vitesse de marche et par la diminution des arrêts.

Les *vitesses de marche* admises sont aujourd'hui les suivantes sur les lignes dont le profil est peu accidenté :

Trains rapides 75 à 90 kilomètres à l'heure.
Trains express 60 à 75 — —
Trains omnibus 45 à 60 — —

Sur les lignes à fortes déclivités ces vitesses sont réduites dans une proportion variable avec la déclivité et la répartition des rampes.

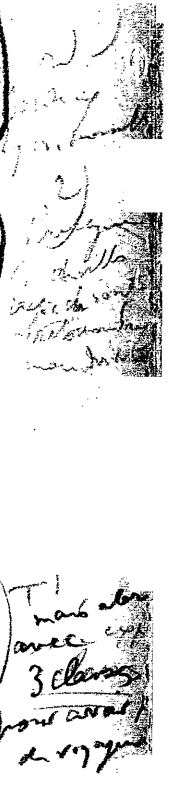
En Angleterre on marche très vite ; mais l'écart qui existait jusqu'à ces dernières années entre la vitesse des express anglais et celle des express français a disparu aujourd'hui à peu près complètement, On a cité souvent le train de Londres à Edimbourg qui, sur une ligne comportant des rampes atteignant jusqu'à 13 millimètres, a marché pendant un certain temps, en 1888, à une vitesse moyenne de marche variant de 84 à 93 kilomètres. Cette vitesse a été réduite aussitôt que la concurrence qui y avait donné lieu a cessé.

L'exemple le plus remarquable de vitesse connu jusqu'ici est celui d'un voyage de New-York à Buffalo sur le New-York Central and Hudson River Railway, le 14 septembre 1891. Un train a parcouru 703 kilomètres à la vitesse moyenne de marche de 99 kilomètres à l'heure. Il faut ajouter qu'autre chose est de faire un train, dans des conditions données, avec la facilité que donne le système américain pour rendre la voie libre, ou de faire un service régulier avec toutes les sujétions qu'entraîne le dépassement des trains rencontrés.

L'augmentation des vitesses de marche est beaucoup moins une question d'organisation qu'une question technique. Pour pouvoir aller vite, il faut avant tout une voie solide et des machines à la fois stables et puissantes. On peut dire que l'augmentation de la vitesse des trains suit sous ce rapport, à peu près exactement dans son ensemble, les progrès du matériel. C'est en Angleterre que la voie est la plus robuste ; on atteint aujourd'hui de grandes vitesses en France parce qu'on est arrivé à l'emploi courant de rails pesant plus de 40 kilogrammes ; en Allemagne, où on s'en est tenu, jusqu'à ces dernières années, à un rail Vignole relativement léger, les vitesses de marche ont progressé beaucoup moins rapidement ; aujourd'hui qu'on se préoccupe d'aller vite, on commence à renforcer les voies et à modifier le matériel roulant.

Les arrêts des trains jouent, au point de vue de la vitesse commerciale, un rôle au moins aussi important que la vitesse de marche. Un train omnibus, qui marche à la vitesse de 45 kilomètres à l'heure, s'arrête en moyenne de cinq à six fois sur une longueur de 45 kilomètres : à trois minutes par arrêt (ralentissement 1',

arrêt 1', mise en marche 1') cela fait de 15 à 18 minutes perdues ; il met donc au moins une heure et quart à faire le trajet et sa vitesse commerciale n'est que les 4/5 de la vitesse de marche, soit 36 kilomètres. Si au lieu de régler la marche à 45 kilomètres, on la règle à 60 kilomètres, le train mettra au moins une heure, arrêts compris, pour faire 45 kilomètres ; la vitesse commerciale n'aura augmenté que de neuf kilomètres pour une augmentation de vitesse de marche de 15 kilomètres. Dès qu'on veut gagner de la vitesse, la suppression des arrêts qui ne sont pas obligatoires s'impose ; mais la mesure dans laquelle elle est réalisable dépend du trafic que l'on peut attendre. On peut faire des express de Paris à Lyon, de Paris à Bordeaux, de Paris à Bruxelles, de Paris à Calais en comptant seulement sur les voyageurs de la ville terminus et de deux ou trois grandes villes placées sur le parcours ; mais lorsqu'on fait des express pour la Bretagne, pour la Vendée, pour certaines régions du Midi, ou lorsqu'on en fait sur les lignes transversales, il faut compter sur le trafic de route et surtout sur le trafic des embranchements. D'ailleurs, à mesure que les réseaux se développent et que les tarifs s'abaissent, les grands centres fournissent une proportion de moins en moins forte du nombre total des voyageurs. Il faut donc desservir un certain nombre, souvent un nombre assez considérable, de points intermédiaires, notamment les bifurcations ; il en résulte une diminution de la vitesse des trains. On diminue le nombre des arrêts lorsqu'on a plusieurs express sur la même ligne, en ne les faisant pas arrêter sur les mêmes points du parcours ; mais pour multiplier les express, il faut des voyageurs ; on peut augmenter le nombre de ces derniers en



faisant des express comprenant les trois classes, ou tout au moins les deux premières, au lieu de n'admettre presque exclusivement que des voyageurs de première classe comme cela s'est fait pendant longtemps en France.

1) La durée des arrêts peut être réduite à une minute lorsque le nombre des voyageurs à prendre ou à laisser est restreint. Dans les gares importantes, et notamment aux bifurcations, la durée du stationnement doit être augmentée, en raison surtout du temps nécessaire pour la manutention des bagages et des colis de messagerie. En outre on est souvent, aux bifurcations, obligé de modifier la composition des trains en enlevant ou ajoutant des voitures. Lorsque ces manœuvres peuvent se faire au moyen de plaques tournantes ou de chariots roulants, elles sont très rapides ; mais avec les voitures à grand écartement d'essieux, dont l'emploi tend à devenir général sur les lignes importantes, l'emploi des plaques et même des chariots n'est plus possible. Pour éviter d'avoir recours à des manœuvres à la machine analogues à celles qu'on emploie pour les wagons de marchandises et qui sont fort longues, on peut former les trains express de telle façon qu'on n'ait qu'à y ajouter ou à en détacher en tête ou en queue un groupe de véhicules. L'enlèvement ou l'addition de véhicules en tête du train se fait sans perte de temps, lorsqu'il coïncide avec un des changements de machines dont nous indiquerons plus loin la nécessité. Lorsqu'on doit laisser dans une gare des véhicules placés en queue d'un train, il n'y a qu'à les détacher pour qu'il parte sans les emmener ; pour en ajouter, on les amène derrière le train au moyen d'une machine de manœuvre qu'on tient prête à l'avance à cet effet. Le système que

nous venons d'indiquer exige des fourgons supplémentaires, puisque chaque train en comporte obligatoirement un en tête et habituellement un en queue ; mais le nombre toujours croissant des bagages et des marchandises transportées en grande vitesse permet d'utiliser les fourgons supplémentaires dont la spécialisation a l'avantage de faciliter le triage des colis. Lorsqu'on dédouble ou qu'on allonge ainsi un train, la perte de temps n'est évitée que pour une seule direction ; l'obligation de manœuvres toujours assez longues subsiste pour les véhicules qui doivent passer d'un train à un autre.

Indépendamment du temps nécessaire pour le service, la correspondance des trains aux bifurcations exige, au moins pour certains d'entre eux, une prolongation de séjour dans la gare en raison des retards qui peuvent se produire dans leur marche. Quelle que soit en effet la régularité du service, on ne peut compter d'une manière absolue sur leur arrivée à l'heure exacte fixée par le graphique, surtout si les arrêts en route sont fréquents. Une affluence exceptionnelle de voyageurs et surtout de colis, des conditions atmosphériques défavorables telles qu'un vent violent ou du brouillard, des incidents imprévus tels que la rencontre de signaux fermés etc., peuvent entraîner des pertes de temps pour l'un des trains. Il en résulte pour celui ou pour ceux qui doivent correspondre avec lui l'obligation de l'attendre, au moins pendant un délai déterminé. Comme il importe surtout de ne pas ralentir les trains à grande vitesse, on calcule autant que possible la marche des trains moins rapides qui doivent correspondre avec eux, de manière à les faire arriver un certain temps à l'avance dans la gare de bifurcation ;

les retards de ces trains qui n'excèdent pas la durée du *battement* n'ont alors pour effet que de l'abréger.

Indépendamment des arrêts pour prendre ou laisser des voyageurs, il est nécessaire, avec le matériel ordinaire à compartiments, de donner, au moins à peu près toutes les heures, quelques minutes de stationnement aux voyageurs, et, pour les longs trajets, de leur laisser le temps de prendre leurs repas. On évite aujourd'hui ces inconvénients par l'emploi de wagons à couloirs munis de water-closets, et de wagons-restaurants. Ce matériel a longtemps été employé exclusivement dans les trains de luxe de la Compagnie internationale des wagons-lits; il commence à se répandre et, sur presque tous les réseaux, les trains rapides de jour et certains express comprennent des wagons-restaurants qui permettent de supprimer les arrêts aux buffets. Avec les wagons à couloirs et les wagons-restaurants, si on ne s'astreint pas à desservir les bifurcations et les stations intermédiaires, aucun arrêt n'est nécessaire pour les voyageurs et, sur les lignes à double voie, si on prend soin de faire garer à l'avance tous les trains que le rapide ou l'express doit croiser en route, ceux-ci n'ont pas à s'arrêter pour le service du mouvement. Mais les machines ne peuvent marcher indéfiniment sans reprendre de l'eau et du charbon, et la provision de graisse ou d'huile des boîtes à graisse doit être renouvelée de temps à autre. A mesure qu'on a été conduit à augmenter la vitesse commerciale des express, on a augmenté la provision d'eau et de charbon des machines, et le graissage a fait des progrès; en France, les trains rapides font aujourd'hui plus de 150 kilomètres sans arrêt. On a atteint, en Amérique, des trajets de 230 kilomètres.

En voie unique, il n'est pas possible de se contenter des arrêts nécessaires pour prendre de l'eau et du charbon ou pour changer de machine. On admet, en général, par raison de sécurité, qu'un train doit s'arrêter dans toute station où il en croise un autre ; alors même qu'on ne prendrait pas cette précaution, la régularité de la marche des trains express resterait subordonnée à celle des autres trains, car on risquerait de compromettre la sécurité en changeant les croisements sans arrêt. On peut néanmoins, malgré l'opinion contraire qui a été émise quelquefois, parfaitement faire circuler des express sur les lignes à voie unique : il y en a sur tous les réseaux, mais leurs arrêts sont en général nombreux et la vitesse commerciale se trouve par suite diminuée.

Les vitesses commerciales des trains les plus rapides sont aujourd'hui comprises entre 65 et 70 kilomètres ; ce dernier chiffre est même dépassé sur la ligne de Paris à Calais où la vitesse est supérieure à 73 kilomètres ; le train rapide de cette ligne parcourt 295 kilomètres avec un seul arrêt intermédiaire de cinq minutes. Le train américain dont nous avons parlé plus haut, n'avait que deux arrêts intermédiaires sur un parcours de 703 kilomètres et sa vitesse commerciale a été de 96 kilomètres.

Ce que nous venons de dire s'applique aux trains à grande vitesse, pour lesquels on s'attache à diminuer par tous les moyens possibles, le nombre et la durée des arrêts. Mais la plus grande partie des transports de voyageurs se fait par trains omnibus ou mixtes. La vitesse commerciale des trains omnibus sur une même ligne dépend à peu près exclusivement de leur vitesse de marche, car il est admis qu'ils s'arrêtent à toutes

les stations, mais ne séjournent qu'une minute dans chacune d'elles. Toutefois il y a exception pour les gares de bifurcation ; dans celles-ci, les battements réservés pour l'attente des correspondances et pour la facilité du service sont quelquefois fort longs. Pour les trains mixtes, c'est surtout de la durée des arrêts que dépend la rapidité du parcours, chaque fois que leur marche est réglée de manière à leur permettre de prendre ou de laisser des marchandises en route ; c'est ce qui arrive normalement sur les lignes à faible trafic, lorsqu'elles sont desservies par des machines ordinaires. Nous avons dit plus haut que, pour atténuer les inconvénients des arrêts prolongés, on organise habituellement le service de ces lignes de telle façon que les manœuvres dans les gares soient faites exclusivement par l'un des trains, celui du milieu de la journée, ou bien que chacun d'eux ne les fasse que sur une fraction de son parcours ; mais, dans le premier cas, les voyages deviennent à peu près impossibles, sauf aux très petites distances, par le train qui fait le service des marchandises ; dans le second cas, aucun des trains ne fait un bon service pour les voyageurs sur la totalité de son parcours. La véritable solution, qui paraît appelée à prévaloir dans l'avenir, est la spécialisation des trains ; elle entraîne une augmentation de leur nombre, qui ne peut guère plus être de moins de quatre dans chaque sens (trois pour les voyageurs, un pour les marchandises) ; mais l'emploi de trains légers, remorqués par des machines de puissance réduite, et l'économie que l'emploi de ce système permet, dans certains cas, de réaliser dans le personnel des gares, peuvent réduire, et même quelquefois compenser largement l'augmentation de frais résultant d'un supplément de parcours. Sur la

ligne de St-Quentin à Guise, qui est exploitée par une Compagnie spéciale, l'adoption de ce système a eu pour conséquence une économie importante dans le personnel des gares en même temps qu'une forte augmentation de recettes due à l'amélioration du service des voyageurs.

346. — Utilisation du matériel. — La dépense des trains augmente avec la charge remorquée ; il y aurait donc, théoriquement, intérêt à ce que toutes les places fussent occupées. Pratiquement cela n'est pas possible ; d'abord une partie et, en général, la plus grande partie des voyageurs ne font pas le parcours entier ; ensuite, comme nous le verrons plus loin à propos des tarifs, le meilleur moyen de développer le mouvement des voyageurs, c'est d'augmenter le nombre des places mises à leur disposition et par suite le nombre des trains. En fait, selon les réseaux, la proportion des places occupées varie entre 15 et 30 0/0 du nombre des places offertes ; en France, elle est de 15 à 25 0/0 et ce ne sont pas, comme on pourrait le croire, les réseaux les plus riches qui ont le plus de places occupées. D'après un tableau dressé par M. Picard, en 1884, c'étaient les compagnies de chemins de fer secondaires, c'est-à-dire celles qui exploitent des lignes à très faible trafic, qui avaient la meilleure utilisation de leur matériel.

Chaque place de voyageur représente un poids mort de 300 kilogrammes en moyenne ; chaque voyageur représente donc, en sus de son poids qui est négligeable, un poids mort à transporter de $\frac{300}{0,25}$ à $\frac{300}{0,15}$ soit de 1200 à 2000 kilogrammes. Dans les trains de luxe, le poids

mort par place utilisée est encore plus considérable.

Le parcours moyen des voitures est 40000 à 50000 kilomètres par an ; cela représente, par jour, moins de 150 kilomètres ; le parcours effectif des voitures en circulation est en réalité beaucoup plus considérable ; mais il faut tenir compte du matériel en réparation ou en réserve.

347. — Services de banlieue. — En dehors des services de grand ou de moyen parcours, les services de banlieue constituent un mode d'exploitation spécial ; la 3e classe est généralement supprimée, le matériel destiné à de très petits parcours est moins confortable, et les trains se suivent en général à de faibles intervalles de temps.

348. — Service des stations de très faible importance. — En général, les stations sont à la fois des gares de mouvement et des stations d'arrêt pour les voyageurs et, lorsqu'elles sont peu importantes, c'est le chef de gare, aidé au besoin d'un facteur ou simplement de sa femme, qui fait le service des voyageurs, distribue et reçoit les billets, enregistre et charge les bagages, etc... On a été amené, surtout sur les lignes peu importantes, à multiplier les arrêts et à en établir en des points où un poste de mouvement n'est pas utile : ce sont alors des *haltes* ; le service en est confié à une femme ou à un agent infirme dont le service consiste uniquement à donner et à recevoir des billets, et à en tenir la comptabilité. Lorsque ces haltes sont ouvertes au service des bagages, c'est le chef de halte qui fait l'enregistrement et la livraison, mais ce sont les agents du train qui manutentionnent les colis. On

peut encore simplifier le service en supprimant toute espèce d'écritures et en ne faisant délivrer aux voyageurs des billets que pour quelques stations les plus voisines ; ceux qui vont au delà reçoivent des billets supplémentaires dans une de ces dernières ; alors c'est simplement la garde-barrières, s'il y en a une, qui distribue les billets, et sa comptabilité consiste à remettre au chef de la station voisine, chargé des écritures, l'argent qu'elle a reçu avec l'indication du nombre de billets qu'elle a donnés ; on peut même se contenter de lui faire délivrer un *bulletin d'origine* en échange duquel le chef de train ou la station destinataire délivre un billet au voyageur contre paiement. S'il n'y a pas de garde-barrières, on fait faire, sur certaines lignes d'intérêt local, le service par un commerçant voisin, aubergiste, cafetier, buraliste, etc., qui vient au chemin de fer aux heures des trains. Enfin on arrive au comble de la simplicité en supprimant tout agent : c'est le chef de train qui délivre les billets en route et les reçoit à l'arrivée ; il y a évidemment économie de personnel, mais la vérification des sommes réellement perçues par les agents est très difficile.

Ces moyens simples d'exploitation ont pris naissance sur les lignes d'intérêt local, notamment sur les lignes des Dombes et de la Sarthe ; leur emploi se répand peu à peu sur les lignes peu importantes des grands réseaux, depuis que les Administrations de chemins de fer sont arrivées à reconnaître qu'une formule unique d'exploitation n'était plus possible en raison de la diminution progressive de l'importance des lignes nouvelles qu'elles avaient à exploiter. Certaines Compagnies, celle du Nord par exemple, font aujourd'hui

aux abords des grandes villes des *trains tramways*, qui sont des trains légers s'arrêtant très fréquemment, notamment aux passages à niveau, sans installations spéciales, et dont le service est fait dans les conditions les plus simples que nous venons d'indiquer. Les trains tramways ne sont possibles, sur les lignes chargées, qu'avec le block-system.

§ 4. — SERVICE DES MARCHANDISES.

349. — Expédition des marchandises. — *Marchandises en grande vitesse.* — Le transport des marchandises en grande vitesse se fait habituellement par les trains de voyageurs. On commence néanmoins sur certaines lignes à faire, pour ce transport, des trains spéciaux qu'on appelle *trains de messagerie*, ou *trains de denrées* et qui paraissent devoir prendre un assez grand développement par suite de la baisse des tarifs dont nous parlerons plus loin. Le mode d'expédition de ces marchandises paraît également appelé à se modifier. Actuellement elles sont reçues et manutentionnées comme les bagages ; dans les gares très importantes seulement il existe un local spécial appelé *halles à messageries* qui est destiné à les recevoir. Le développement croissant des transports de messageries, et surtout des denrées qui leur sont assimilées, amènera vraisemblablement la création, dans un grand nombre de gares, des locaux destinés spécialement à les recevoir, en même temps qu'une spécialisation de plus en plus prononcée du service.

Marchandises en petite vitesse. — Pour les marchandises en petite vitesse, dans le système usité en

France, l'expéditeur n'a qu'à remettre ses colis à la gare, contre un récépissé, à un moment quelconque de la journée. La marchandise, si elle craint la mouille ou le soleil, ou si elle est facile à voler, est placée sous un hangar généralement fermé, appelé *halle à marchandises* ; si elle ne craint pas ces dangers, elle est laissée à portée d'une voie de chargement, soit sur un quai découvert, soit à terre ; c'est ainsi que cela se passe pour tout ce qu'on appelle le *détail*. Mais si ce système devait être employé d'une manière absolument générale, il faudrait des surfaces énormes et un personnel onéreux dans les gares importantes. On a donc été conduit à accorder certaines faveurs aux expéditeurs qui remettent la marchandise par *wagons complets*, c'est-à-dire avec un tonnage suffisant pour constituer la charge d'un wagon, à condition qu'ils le manutentionneraient eux-mêmes. Dans ce cas, la gare met simplement un wagon à la disposition de l'expéditeur, qui le charge. Toutes les gares n'ont pas des wagons des divers types disponibles en permanence, aussi l'expéditeur est-il tenu, soit de demander les wagons un certain temps à l'avance, soit de revenir charger sa marchandise, après l'avoir déposée en gare, lorsqu'un wagon est prêt à la recevoir.

Dans certains pays, notamment en Allemagne et en Belgique, les tarifs d'expédition par wagons complets présentent des avantages exceptionnels ; les administrations de chemins de fer ont favorisé la création d'une industrie spéciale, celle des *groupeurs* qui se chargent de réunir les marchandises des divers expéditeurs de manière à constituer des chargements complets. Le groupeur et l'expéditeur partagent le bénéfice résultant de l'usage du tarif par wagons complets. Les

expéditions de détail ne sont alors qu'exceptionnelles et le service et l'installation des gares sont simplifiés en conséquence ; c'est par ce motif que les halles à marchandises sont rares et peu étendues en Belgique et en Allemagne : elles sont remplacées par les magasins des groupeurs.

Les wagons nécessaires pour recevoir les marchandises à expédier sont demandés à mesure des besoins par le chef de chaque gare à une gare importante de la région qui est chargée du service de la répartition. Le répartiteur dresse chaque jour, d'après les avis qu'il reçoit, l'état des wagons disponibles et les dirige selon les besoins. Nous reviendrons plus loin sur cette question de la répartition, qui a une grande importance au point de vue de la bonne utilisation du matériel.

350. — Transport. — Les marchandises en grande vitesse sont transportées, en principe, par les trains omnibus ou par les trains mixtes ; elles doivent, aux termes des cahiers des charges, être expédiées par le premier train de voyageurs comprenant des voitures de toutes classes et correspondant avec leur destination, pourvu qu'elles aient été présentées à l'enregistrement trois heures avant le départ de ce train ; cette obligation ne s'étend pas aux trains express. Toutefois, comme nous l'avons dit plus haut, on commence aujourd'hui à faire, sur les lignes importantes, des trains de marchandises en grande vitesse, indépendants des trains de voyageurs et qu'on appelle trains de messagerie.

Les marchandises en petite vitesse doivent, aux termes des cahiers des charges, être expédiées le jour qui suit la remise ; elles voyagent, soit par les trains mixtes, soit par les trains de marchandises.

Les trains mixtes marchent, sauf sur les lignes à très fortes rampes, à des vitesses de 40 à 50 kilomètres à l'heure ; la vitesse de marche des trains de marchandises est, en général, de 25 à 35 kilomètres à l'heure ; quant à la vitesse commerciale, elle est très variable, selon que les trains ont ou n'ont pas à prendre de marchandises en route, et surtout selon la durée des garages auxquels les trains de voyageurs les astreignent pour pouvoir les dépasser. Par suite des garages auxquels il est astreint pour ce motif, un train de marchandises met, au minimum 32 heures à franchir les 587 kilomètres qui séparent Bordeaux de Paris. La vitesse commerciale n'atteint donc pas 18 kilomètres à l'heure. Comme nous l'avons dit précédemment, la vitesse de marche des trains de marchandises est restée à peu près constante en France depuis fort longtemps, tandis que celle des trains de voyageurs et des trains mixtes a augmenté dans une forte proportion. Il en est résulté indirectement une diminution sérieuse de la vitesse commerciale des premiers ; car, sur les lignes où le trafic est de quelque importance, un train de marchandises en marche est rejoint d'autant plus vite par le train qui le suit que l'écart entre leurs vitesses est plus grand, et par suite l'intervalle qu'il peut parcourir avant d'être obligé de se garer est d'autant moindre. Indépendamment du retard qu'elle apporte à la livraison des marchandises, cette diminution de la vitesse commerciale entraîne une diminution corrélative de l'utilisation du matériel et de la capacité des lignes ; aussi se préoccupe-t-on aujourd'hui d'augmenter la vitesse de marche des trains de marchandises en les faisant remorquer par des machines plus puissantes.

La vitesse commerciale des trains n'influe pas seule

sur la durée effective du transport, le transbordement et le triage entrent aussi pour une certaine part dans cette durée.

351. — Transbordement. — Le *transbordement* est l'opération qui consiste à faire passer les marchandises d'un wagon dans un autre. On a beaucoup discuté, à propos des chemins de fer à voie étroite, sur les inconvénients des transbordements ; il vaut évidemment mieux les éviter lorsqu'on le peut ; mais, sauf lorsqu'il s'agit de chargements dont chacun suffit pour occuper à lui seul un wagon, le passage d'une voie à une autre voie de largeur différente n'est qu'un des nombreux cas dans lesquels on ne peut s'en dispenser. Pour s'en rendre compte, il suffit d'analyser les opérations de transport des marchandises. Les marchandises doivent en principe être expédiées dans le jour qui suit leur remise à la gare ; tous les jours un train régulier, soit de marchandises, soit mixte, ramasse dans toutes les gares les colis de détail qui y ont été déposés. Lorsque les marchandises pour une destination donnée sont abondantes, on peut spécialiser un ou plusieurs wagons pour cette destination ; mais en général, on n'arrive pas ainsi à avoir des wagons complets ou suffisamment chargés pour qu'ils puissent poursuivre leur route sans être complétés ; de là, une première obligation de transbordement. Ce n'est pas tout : à chaque bifurcation, le train qui amène les marchandises laisse celles qui doivent être dirigées sur l'embranchement qui s'en détache ; il faut, si l'embranchement n'est pas assez important pour motiver la spécialisation des wagons pour sa direction, que les expéditions provenant de

diverses branches soient réunies. Une même marchandise, si elle passe par cinq ou six bifurcations, peut ainsi être transbordée jusqu'à cinq ou six fois. Pour chacune de ces opérations, il faut du temps qui s'ajoute à la durée du transport.

352. — Triage. — Comme on le voit, les marchandises exigent un *triage* à chacun des points où elles doivent être séparées ; mais ce triage n'est pas seulement nécessaire pour le contenu des wagons de détail, il l'est aussi pour les wagons eux-mêmes, et, aujourd'hui que les mailles des réseaux sont très serrées, il constitue la besogne la plus importante de la plupart des grandes gares. Toute opération qui consiste à séparer des wagons par destination, est un triage ; mais on donne plus spécialement ce nom à l'opération qui consiste à décomposer, ou, comme on dit dans le langage des gares, à débrancher les trains de marchandises ou les wagons de marchandises des trains mixtes. Généralement, la destination dont il est tenu compte dans le triage n'est pas la gare de livraison ; il ne peut en être ainsi que dans le cas où on peut composer, pour cette dernière, des trains entiers ou au moins des fractions importantes de trains. On se contente de trier les marchandises par direction et, pour chaque direction, de séparer les wagons qui doivent atteindre ou dépasser la gare de triage suivante de ceux qui sont à distribuer en route. Toutefois, pour les wagons à répartir dans les stations intermédiaires entre la gare où se fait l'opération et la gare de triage la plus voisine, on *classe* les wagons dans l'ordre géographique, de manière à faciliter leur distribution par le train chargé

de les répartir entre ces stations, et en particulier à grouper tous les wagons à destination d'une même station de telle façon qu'ils puissent être détachés du train en une seule manœuvre. L'organisation de ce service varie d'ailleurs, selon la configuration des réseaux, les ressources dont disposent les gares en voies, appareils et personnel, etc.

Le triage peut se faire de différentes façons : au moyen de plaques tournantes ou de chariots roulants, à la machine ou par la gravité.

L'usage des plaques tournantes est fort simple : les voies sur lesquelles sont placés les wagons à trier et celles sur lesquelles ils doivent être goupés par le triage sont coupées perpendiculairement par une *batterie ou barre de plaques tournantes*, formée d'une série de plaques disposées et reliées entre elles de façon à constituer une voie transversale. On amène successivement chaque wagon sur la plaque de la voie où il se trouve, on le tourne de 90° et on le pousse sur la voie transversale jusqu'à ce qu'on atteigne la voie sur laquelle il doit être conduit ; une nouvelle rotation de 90° le place sur celle-ci et il n'y a plus qu'à le faire avancer pour dégager la plaque. Lorsqu'il s'agit simplement de changer l'ordre dans lequel les wagons se suivent, on se contente de garer sur la transversale ceux dont on veut changer le rang en faisant franchir les plaques, dans un sens ou dans l'autre, par ceux que l'on veut placer avant ou après eux ; on ramène ensuite sur la voie, à la place qui leur est assignée, les wagons qu'on a garés provisoirement sur la transversale. Les manœuvres de

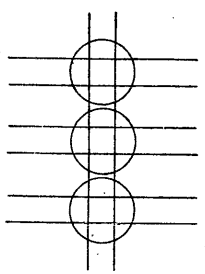


Fig. 362.

wagons par plaques tournantes se font à bras ou, lorsque l'importance de la gare le justifie, au moyen de chevaux. On attelle le cheval à un anneau disposé à cet effet sur les wagons, ou au besoin à une des plaques de garde ou à un crochet de chaîne de garde, et il tire le wagon en marchant à côté ; pour tourner, lorsqu'un wagon est sur une plaque, on fait tirer le cheval perpendiculairement. Dans les très grandes gares, notamment dans plusieurs des gares à marchandises de Paris, on remplace quelquefois la traction par chevaux par la traction au moyen de treuils, actionnés soit par l'eau comprimée soit par l'électricité ; les câbles sont guidés par des poulies de renvoi ou *toupies* qui permettent également de tourner les plaques. Dans certaines Compagnies on a remplacé les batteries de plaques par des *chariots roulants à niveau*, c'est-à-dire circulant sur une voie placée au niveau des voies traversées. La Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a seule jusqu'ici adopté les chariots roulants à niveau mûs à bras ou traînés par des chevaux, mais leur fonctionnement est toujours assez pénible. Lorsqu'il y a un mouvement suffisant, on remplace avec beaucoup d'avantage les chariots ordinaires par un chariot transbordeur à vapeur, c'est-à-dire par un chariot roulant qui porte son propre moteur à vapeur.

L'opération du triage par plaques ou par chariots roulants est commode, rapide et économique lorsqu'il s'agit de wagons isolés ; on l'emploie beaucoup dans ce cas, notamment pour faire le classement géographique des wagons à distribuer dans les stations ; mais pour séparer des *rames*, c'est-à-dire des groupes de wagons et non des wagons isolés, le triage *à la machine* est plus rapide et plus économique. Il consiste à faire faire

au train à l'aide de la machine, une série de mouvements de va-et-vient, de manière à la conduire successivement sur les diverses voies où doivent être placés les wagons ou les rames de wagons, dans l'ordre où ils se présentent en commençant par la queue. On laisse sur chaque voie, en défaisant les attelages, le wagon ou la rame qui doit y rester.

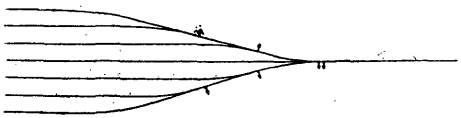


Fig. 363.

Les manœuvres à la machine exigent beaucoup de temps, on les abrège en faisant le triage *au lancer*. Dans ce cas les mouvements sont les mêmes, seulement le train, au lieu de suivre les wagons sur les voies où ils sont dirigés, leur donne seulement l'impulsion nécessaire pour les lancer; les wagons décrochés au préalable s'en vont seuls en vertu de la vitesse acquise. La machine ne fait alors qu'une série de mouvements de va-et-vient d'une amplitude restreinte.

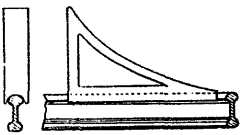
Enfin on est arrivé à supprimer même la manœuvre du lancer et à opérer le triage *par la gravité*. Le train à débrancher se place sur une voie *de tiroir* qui est dirigée en pente vers le faisceau des voies de triage; on n'a qu'à décrocher les wagons et à les laisser descendre vers ce faisceau, en ménageant entre les wagons ou les rames qui se suivent un intervalle suffisant pour permettre la manœuvre des aiguilles ; chaque wagon ou chaque rame va ainsi se placer en vertu de la vitesse acquise sur la voie qui lui est assignée, pourvu que les aiguilles aient été disposées en conséquence avant qu'il

les ait atteintes. Pour faciliter la manœuvre, on dispose en général la voie de tiroir en dos d'âne ; cette disposition permet de décrocher à l'avance tous les wagons, et la machine les pousse par petits coups successifs au delà du dos d'âne. Le triage par la gravité est très économique et très rapide ; il tend à se répandre de plus en plus.

Dans les manœuvres à la machine, au lancer ou par la gravité, il faut que les aiguilleurs disposent rapidement les aiguilles pour la direction voulue ; l'indication leur en est donnée soit par le chef d'équipe qui commande la manœuvre et qui leur crie le numéro de la voie à donner, soit par une inscription à la craie faite sur la face transversale du premier wagon de chaque rame. Un bon système consiste à inscrire sur le premier wagon de chaque rame, non la destination de celle-ci, mais la destination de celle qui la suivra. L'aiguilleur peut ainsi, dès que la première est passée, disposer ses aiguilles d'après l'indication qu'il vient de recevoir.

Dans les manœuvres au lancer et par la gravité, il faut pouvoir arrêter les wagons en mouvement, pour qu'ils n'aillent pas choquer trop violemment ceux qui se trouvent déjà sur la voie où ils arrivent. On ne peut pas mettre sur chacun d'eux un homme chargé de manœuvrer un frein à vis. Pendant longtemps on a arrêté les wagons soit au moyen de freins à levier que des hommes échelonnés le long des voies manœuvraient en saisissant le levier au passage et serrant le frein, soit au moyen de simples bâtons qu'on engageait entre une plaque de garde et la roue pour serrer celle-ci et faire frein. Ces manœuvres étaient dangereuses et on les remplace aujourd'hui avec beaucoup d'avantage

par le sabot-frein. Le sabot-frein consiste dans une sorte de sabot de voiture, qui a la forme indiquée par le croquis ci-contre, et qui porte à la partie inférieure une gorge permettant de le poser sur le rail. On n'a qu'à le placer sur un des rails, en avant du wagon que l'on veut arrêter ; la première roue de celui-ci l'entraîne avec elle jusqu'à ce que le frottement l'ait arrêté ; alors la roue descend le plan incliné, et le sabot est libre. Les sabots sont placés à la main par des agents dont chacun est chargé du service de deux ou trois voies ; l'aiguilleur ou un autre agent placé à sa portée leur crie à chaque mouvement la voie sur laquelle est dirigée la rame à recevoir et le nombre de wagons ; ils arrivent très vite à placer leurs sabots de manière à arrêter les wagons à peu près exactement au point convenable. L'emploi du sabot-frein n'entraîne qu'une seule sujétion, c'est qu'il faut que la surface des rails soit unie, et qu'on ne peut par suite se servir, dans les voies de triage, de vieux rails en fer retirés des voies principales, dont la surface supérieure présente souvent des irrégularités.



Sabot-frein

Fig. 364.

Pour éviter la nécessité d'augmenter outre mesure les installations très coûteuses des gares de triage, on fait souvent le triage en plusieurs fois, c'est-à-dire qu'on fait d'abord un premier classement par direction ou par groupe de directions, et qu'on reprend ensuite sur chacune des voies les wagons qui y ont été placés pour les classer entre eux.

On combine souvent les opérations de triage par plaques avec le triage à la machine, au lancer, ou par la gravité. Dans ce cas, le faisceau des voies sur

lesquelles les wagons sont amenés ou lancés est coupé par une barre de plaques, ou par un chariot roulant qui sert à opérer le classement des wagons compris dans les rames provenant de la décomposition du train ; on peut employer les plaques ou le chariot, soit pour modifier simplement l'ordre dans lequel les wagons se succèdent sur chacune des voies, soit pour opérer entre eux une seconde répartition ; dans ce dernier cas, les parties de voies qui suivent la batterie de plaques ou le chariot forment un second faisceau indépendant du premier au point de vue de l'affectation.

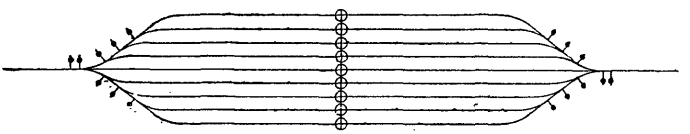


Fig. 365.

353. — Délais de transport. — On ne peut pas assigner une durée précise aux opérations de transbordement et de triage. Non seulement leur durée proprement dite dépend des installations dont on dispose, mais les wagons ne peuvent repartir aussitôt qu'ils ont été triés. Dans certains cas, il faut attendre qu'on ait pu faire un train complet pour une direction donnée ; on ne peut envoyer les trains de marchandises formés pour les diverses directions que successivement, en tenant compte des sujétions résultant du passage des trains de voyageurs, etc. Aussi les délais de transport sont-ils très longs. Le délai légal accordé aux Compagnies par les cahiers des charges est calculé à raison de 125 kilomètres de trajet par jour dans les conditions ordinaires, et de 200 kilomètres pour certaines lignes ou certaines marchandises ; cela fait, dans le

premier cas, un peu plus de cinq kilomètres et, dans le second cas, un peu plus de 8 kilomètres de vitesse commerciale, non compris les délais au départ et à l'arrivée. Quand les marchandises doivent passer d'un réseau sur un autre, il faut ajouter un délai supplémentaire d'un jour, si la gare de transmission est commune, et de deux jours si la transmission se fait entre deux gares distinctes réunies par une voie ferrée. En tenant compte de ces délais et des délais de départ et d'arrivée, on arrive dans certains cas, à des vitesses commerciales d'un à deux kilomètres à l'heure, c'est-à-dire à moins de rapidité qu'avec le roulage.

Le commerce réclame depuis longtemps contre la longueur des délais de transports et de transmission de la petite vitesse; il est certain qu'ils sont dans beaucoup de cas une gêne sérieuse, mais il faut ajouter que ce sont des délais *maxima*, et que, dans la plupart des cas, ils ne sont pas atteints. Néanmoins, il y a certainement des progrès à faire, et l'Administration se préoccupe des moyens à employer pour diminuer les pertes de temps.

Dans la plupart des autres pays de l'Europe, l'Angleterre exceptée, les délais de transport ne sont pas sensiblement moindres qu'en France; mais il faut ajouter qu'en France la plus grande partie des marchandises est transportée en vertu de tarifs spéciaux, dont la demande par l'expéditeur implique un allongement des délais.

Le seul pays d'Europe où les marchandises marchent vite est l'Angleterre. Les transports au départ ou à destination de Londres, en particulier, se font dans des conditions de rapidité tout à fait extraordinaires. Ainsi des marchandises remises en gare à Londres à

6 heures du soir sont rendues le lendemain matin à Liverpool (323 kilomètres), à Manchester (291 kilomètres) et même à Plymouth (396 kilomètres). Cette rapidité est due surtout aux causes suivantes. Une partie des trains de marchandises marche plus vite qu'en France, à 50 kilomètres environ. Les Compagnies anglaises se préoccupent en général très peu de remplir les wagons et d'avoir des trains lourds. La plus grande partie du trafic se fait entre des grands centres par des lignes directes et elle est assez importante pour motiver des trains allant d'un centre à l'autre avec peu d'arrêts, et surtout sans triage intermédiaire. Enfin le régime des chemins de fer anglais comporte obligatoirement les manutentions et les livraisons des marchandises aux destinataires par la Compagnie du chemin de fer ; il n'y a par suite jamais d'encombrement dans les gares et chaque train peut, quelques heures après son arrivée, repartir vide de la gare à laquelle il était destiné.

354. — Remise des marchandises aux destinataires. — Lorsque les marchandises sont arrivées à destination, elles sont déposées dans une halle à marchandises, sous un hangar ou sur un quai, et les wagons complets dont la Compagnie n'a pas à faire le déchargement sont remisés sur une voie de garage, jusqu'à ce que les destinataires viennent prendre livraison ou demandent à la Compagnie de faire camionner à leur domicile. A cet effet, les destinataires ont un délai de 24 heures à partir du moment où la lettre d'avis a été mise à la poste ; dès l'expiration de ce délai, il peut leur être réclamé un droit de magasinage, mais ce droit n'est pas toujours exigé, les gares ayant une assez grande tolérance pour leurs clients habituels.

En Angleterre, comme nous l'avons dit, les marchandises sont déchargées et camionnées d'office par les Compagnies ; en Allemagne, dans la plupart des cas, ce sont les groupeurs qui font le déchargement et la livraison, et, comme ils camionnent la marchandise, le déchargement se fait également très vite.

Pour compléter ce qui concerne le service des marchandises, il y a lieu de mentionner les *embranchements particuliers*. Ce sont des voies qui permettent de conduire les wagons chez les particuliers (presque toujours dans des usines). Toute usine ou fabrique a le droit de demander un embranchement particulier construit à ses frais ; mais, sur les lignes importantes, la sécurité ne permet pas d'établir ces embranchements en pleine voie, et il faut qu'ils aboutissent aux gares. Sur les lignes secondaires, les frais qu'entraîne l'embranchement ne permettent en général de l'établir que dans les gares, parce que, s'il est en pleine voie, il faut créer un poste de sécurité aux frais de l'embranché. Ce n'est que sur des lignes très peu importantes qu'on peut avoir des embranchements en pleine voie sans prendre des précautions spéciales de sécurité.

355. — Utilisation du matériel. — L'utilisation du matériel roulant est une des préoccupations des services de l'Exploitation. Les wagons, comme nous l'avons montré précédemment, sont loin de porter toujours leur pleine charge ; leur chargement réel ne dépasse pas en moyenne, en France, le tiers de leur chargement possible. D'un autre côté, ils ne font que des parcours quotidiens relativement réduits, en raison de la durée des transports. Tandis que les voitures à voyageurs parcourent en France de 30000 à 50000 kilomètres

par an, le parcours moyen des wagons à marchandises dépasse à peine le tiers de ces chiffres, car il n'est que de 12000 à 18000 kilomètres. A ces deux points de vue, les Compagnies ont intérêt à abréger les délais de livraison, et à favoriser les expéditions par wagons complets ; mais ce ne sont pas là les deux seules causes de la mauvaise utilisation du matériel. Le trafic n'est pas réparti régulièrement sur tous les mois de l'année, ni sur toutes les années ; il a des moments d'activité exceptionnelle et des moments de ralentissement. Il faut être outillé pour le maximum des transports à faire, et, lorsque leur importance diminue, le matériel reste inoccupé en partie. Pour ne pas avoir du matériel qui chôme trop souvent, on se résout en général à être gêné dans les cas de presse ; il y a alors des *crises de transport* plus ou moins intenses.

Pour augmenter l'utilisation du matériel, on a quelquefois proposé de diminuer la capacité des wagons, mais on tombe alors dans un autre inconvénient souvent plus grand. Il faut plus de wagons et comme leur prix ne diminue pas en proportion de leur capacité, le matériel coûte plus cher ; on traîne un poids mort plus considérable, parce que le poids mort ne décroît pas non plus avec la charge utile ; enfin on est exposé à avoir plus de parcours à vide, parce que les wagons sont moins aptes à tous les usages et qu'il en faut de spéciaux pour les lourds chargements. La tendance très marquée, depuis l'origine des chemins de fer, est d'augmenter de plus en plus la charge utile des wagons, mais cette augmentation ne peut se faire que progressivement avec le développement des transports.

Les seuls moyens réellement pratiques d'augmenter le rendement du matériel, abstraction faite du groupage

et des délais de livraison, consistent dans l'accélération de la marche des trains de marchandises, dans la multiplication des parcours de nuit et dans le perfectionnement du système de répartition des wagons vides. Nous avons montré précédemment que l'accélération de la marche des trains de marchandises permet d'augmenter leur vitesse commerciale en raison de l'abréviation de la durée non seulement des parcours effectifs, mais aussi et surtout des garages. De même les parcours de nuit n'ont pas seulement pour effet d'utiliser pour les transports un temps qui, sauf dans les grandes gares, ne peut être consacré aux opérations de chargement et de déchargement ; les trains de marchandises ont, la nuit, beaucoup plus de facilité pour circuler que le jour, parce que les trains de voyageurs sont alors beaucoup moins nombreux et même que, sauf les express et les directs, ils sont à peu près complètement supprimés entre minuit et six heures du matin. Lorsqu'on doit faire face à un trafic important sur un parcours qui n'est pas très considérable, on peut dans certains cas augmenter dans une forte proportion le rendement du matériel, grâce à l'emploi rationnel des transports de nuit. Ainsi, en Roumanie, à l'époque du transport des blés qui donne lieu pendant un certain nombre de semaines à un trafic intense, la circulation des marchandises a lieu la nuit ; les manutentions se font le jour et les stationnements inutiles sont ainsi complètement supprimés.

356. — Répartition du matériel vide. — La répartition du matériel vide présente, sur les grands réseaux, des difficultés sérieuses. Si le trafic avait la même importance dans les différentes parties d'un même réseau

et dans les différentes directions, la répartition pourrait se faire d'une manière très simple par la gare chargée de ce soin dans chaque région. Mais cette uniformité existe rarement ; les gares de répartition doivent échanger le matériel entre elles, et, si ces échanges ne sont pas régis par des règles simples et précises, il peut en résulter des complications et surtout des stationnements prolongés ou des parcours inutiles.

Les règles suivies varient selon les conditions dans lesquelles s'effectue le trafic ; quelques-unes cependant sont d'une application générale, ou tout au moins habituelle. Ainsi les wagons spéciaux disponibles doivent toujours être dirigés sur les points où se font normalement les chargements auxquels ils sont affectés ; par exemple, les wagons à houille doivent être dirigés vers les centres miniers ou les ports de débarquement de charbon. Sur les réseaux où le mouvement des marchandises suit des directions constantes, tels que le réseau Paris-Lyon-Méditerranée, on trouve avantage à créer des courants de matériel vide en sens inverse des courants du trafic ; chaque gare de répartition expédie dans le sens de ce courant, sans attendre de demande ou d'avis, les wagons vides qu'elle a en excédent, et arrête au contraire au passage ceux qui lui sont nécessaires. Les wagons s'en vont ainsi naturellement, par le plus court chemin et surtout sans perte de temps, vers la partie du réseau où ils trouvent leur utilisation. Il importe aussi de garer méthodiquement les wagons en excès sur les besoins, car, s'il en est autrement, les gares, pour s'en débarrasser, les font circuler avec des chargements insuffisants, ou même faute de place, les réexpédient à vide dans une direction où ils ne doivent pas trouver leur utilisation.

Ce que nous venons de dire s'applique seulement à la répartition des wagons vides dans le même réseau. Or, on fait d'habitude continuer leur route, sans transbordement, aux wagons complets jusqu'à leur destination, même si celle-ci est hors de leur réseau d'origine. Chaque réseau se trouve ainsi constamment démuni d'une partie de son matériel, dont il importe de hâter autant que possible le rapatriement. Pour obtenir ce résultat, on fixe, pour chaque wagon livré à un réseau étranger, un délai normal de séjour sur ce réseau, calculé d'après le parcours à effectuer et le temps nécessaire au déchargement. Passé ce délai, la prolongation de séjour donne lieu à une indemnité journalière calculée à un taux assez élevé, de telle façon que chacun ait intérêt à se débarrasser des wagons qui ne lui appartiennent pas. Toutefois, pour éviter les parcours inutiles, les wagons peuvent être rendus vides ou chargés et, en général, en un point quelconque de la frontière des deux réseaux intéressés. Par exemple si le réseau Paris-Lyon-Méditerranée a reçu à Clermont-Ferrand un wagon du réseau d'Orléans chargé de marchandises à destination de Lyon, il peut le lui rendre chargé à Montargis. On emploie en Russie depuis quelque temps un système plus simple. Les wagons de tous les réseaux sont employés indifféremment sur chacun d'eux ; le réseau qui reçoit un wagon en rend un autre quelconque de même nature et de même capacité en échange ; les wagons ne doivent rentrer obligatoirement sur leur réseau d'origine que tous les deux ans, pour être visités et réparés. Ce système a évidemment l'avantage de supprimer les comptes très compliqués auxquels donnent lieu les échanges avec paiement de frais de location, mais il

donne lieu à des objections sérieuses au point de vue de l'entretien des véhicules.

En Angleterre, les Compagnies de chemins de fer, pour diminuer l'importance de leur matériel, favorisent les transports au moyen de wagons appartenant aux expéditeurs eux-mêmes. On compte, sur le réseau de Great Western seul, de 40000 à 50000 wagons appartenant à des particuliers.

357. — Simplification du service des marchandises sur les lignes peu importantes. — On peut appliquer au service des marchandises, sur les lignes peu importantes, des simplifications analogues à celles que comporte le service des voyageurs. On peut n'avoir qu'un agent dans la station, et cet agent peut être une femme, à la condition que le personnel des trains lui prête la main pour la manutention des colis et la manœuvre des changements de voie. Cette combinaison conduit dans certains cas à renoncer aux trains mixtes, et à employer pour le service des marchandises des trains à très longs stationnements auxquels on attache le personnel nécessaire pour les manutentions à faire en cours de route. Enfin, si on renonce à faire le service de détail proprement dit, on peut même n'avoir pas d'agent du tout. Dans ce cas, les trains laissent simplement dans les stations des wagons à charger ou à décharger ; l'intéressé prévenu se trouve au passage du train, ou bien un commerçant de la région, demeurant aux abords de la station, est chargé de le prévenir, de lui faire signer les pièces d'expédition et les récépissés, et de percevoir les sommes à payer.

CHAPITRE XVII.

AMÉNAGEMENT DES GARES, STATIONS ET DÉPENDANCES

§ 1. — DISPOSITIONS RELATIVES AU MOUVEMENT.

358. — Définitions. — On ne peut discuter en connaissance de cause les questions qui se rapportent à l'étude des gares, des stations et de leurs dépendances, que si on connaît exactement les besoins auxquels doivent satisfaire les différentes installations à établir ; c'est pour ce motif que nous avons reporté l'étude de ces questions après celle du mouvement et du trafic.

Comme nous l'avons dit précédemment, les expressions de *gare* et de *station* sont souvent employées comme synonymes ; cependant, on désigne plus particulièrement, sous le nom de *stations*, les installations placées sur le trajet des trains en des points où ils stationnent sans s'arrêter définitivement, tandis qu'on réserve celui de *gares* aux installations plus importantes placées aux points de départ ou d'arrivée de certains trains, notamment aux têtes de ligne et aux bifurcations. Ce sont ces définitions que nous adopterons. Les stations se divisent d'ailleurs sur les grands réseaux, en *stations proprement dites, haltes, arrêts de trains* et *ports secs*, selon la nature du service qui s'y fait ; nous reviendrons plus loin sur cette classification.

359. — Disposition des aiguilles. — Dans les voies des gares et stations on distingue les *voies principales* sur lesquelles se fait la circulation des trains, et les *voies accessoires* qui servent aux garages, aux manœuvres, aux opérations de chargement, de déchargement, de triage, au remisage du matériel, etc.

Les voies principales sont reliées entre elles et aux voies accessoires par des changements de voie ou des traversées-jonctions. Dans certaines grandes gares où tous les trains s'arrêtent, des communications sont aussi établies au moyen de batteries de plaques tournantes ou de chariots roulants à niveau. Sur les lignes à double voie, il est de règle que, sauf aux bifurcations et à l'entrée des gares importantes où tous les trains s'arrêtent, toutes les aiguilles doivent être prises en talon par les trains marchant dans le sens normal ; on évite ainsi les dangers des fausses directions. Il résulte de cette disposition des aiguilles que toutes les manœuvres se font dans les gares par refoulement. Sur les lignes à simple voie, il n'est pas possible d'éviter la prise en pointe des aiguilles, partout où la voie principale doit se diviser en deux branches pour permettre le croisement des trains, c'est-à-dire à peu près à toutes les stations. Comme d'ailleurs les lignes à simple voie sur lesquelles circulent des trains express sont l'exception, on se préoccupe en général assez peu d'éviter les aiguilles prises en pointe ; toutefois, il est bon d'en réduire le nombre autant que possible.

360. — Voies d'évitement. — Sur les lignes à simple voie, il est nécessaire de ménager, de distance en

distance, des voies *d'évitement* pour le croisement des trains ; ces voies sont, comme nous l'avons dit, placées dans les stations. La longueur des voies d'évitement doit être au moins égale à celle des trains les plus longs qui circulent sur la ligne ; mais elle peut être plus grande, soit par suite de la disposition des voies accessoires qui viennent se souder sur elles, soit par suite de la nécessité de permettre aux trains de voyageurs de s'arrêter au droit des trottoirs. On admet généralement, sur les lignes en palier ou à faibles rampes, que les voies d'évitement doivent avoir une longueur suffisante pour le croisement de trains de 60 véhicules ; en tenant compte des dimensions admises pour le matériel, on est ainsi conduit à réserver de 400 à 450 mètres de garage libre. Sur les lignes dont la déclivité dépasse 10 millimètres, la charge qui peut être remorquée est moindre et il en est de même du nombre des wagons qui composent les trains. Il existe, toutefois, sur le maximum à adopter, une assez grande incertitude, car ce maximum varie selon que l'on admet une utilisation plus ou moins bonne du matériel roulant et une proportion plus ou moins grande de wagons vides. En donnant une grande longueur aux voies d'évitement, on permet le croisement de trains de composition quelconque ; mais il en résulte presque toujours, non seulement une augmentation de dépense par suite de l'allongement de la station, mais encore des inconvénients sérieux au point de vue de la durée des manœuvres et de la facilité de la surveillance. D'ailleurs, on peut toujours, dans certaines limites, se dispenser de former des trains de longueur exceptionnelle, et même, sur les lignes à faible trafic exploitées exclusivement par trains mixtes ou des

trains légers, il n'y a pas à prévoir des trains de plus de 24 véhicules, c'est-à-dire de plus de 200 mètres. Une longueur utile de 300 mètres est largement suffisante, à notre avis, sur les lignes à faible trafic ; il n'y a intérêt à dépasser cette limite que lorsque la disposition des voies accessoires le justifie. D'ailleurs, si on prévoit dans l'avenir une extension du trafic qui justifie des installations plus étendues, rien n'empêche de réserver la possibilité d'un allongement ultérieur. On doit même le faire, dans tous les cas, lorsqu'il n'en résulte pas une augmentation notable des dépenses.

Les voies d'évitement sont raccordées par leurs deux extrémités à la voie directe au moyen d'appareils de changement de voie, de telle façon qu'un train puisse toujours y pénétrer ou la quitter sans avoir à rebrousser. Les dispositions adoptées à cet effet varient selon les conditions de l'exploitation ; elles peuvent se ramener aux trois types suivants :

Dans le premier type, on place simplement la voie d'évitement à côté de la voie directe ; elle ne sert alors

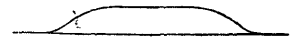


Fig. 366.

qu'en cas de croisement de trains. Cette disposition est à peu près indispensable dans les stations où des express passent sans s'arrêter, parce que, les appareils de changement de voie étant posés sans dévers, il est important pour la sécurité que les trains qui ne s'arrêtent pas ne soient pas déviés.

Dans le second type, chacune des deux voies de la station est directe d'un côté et déviée de l'autre ; aucune des deux n'est donc, à proprement parler, une

voie d'évitement. Lorsqu'on adopte cette disposition,

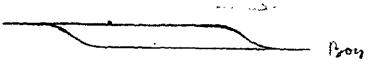


Fig. 367.

on reçoit toujours les trains sur la voie de gauche dans le sens de leur direction ; chacun d'eux ne rencontre qu'un seul appareil placé en déviation, et il ne le franchit qu'au moment de sa sortie de la station, alors qu'il n'a pris encore qu'une faible vitesse.

Dans le troisième type, la voie principale se dédouble simplement à la traversée de la station, et les appareils sont disposés de telle façon que les deux voies soient déviées symétriquement ; l'angle de



Fig. 368.

déviation de chacune des voies est alors seulement la moitié de l'angle total, tandis que dans les autres dispositions, la déviation est totale pour l'une des voies et nulle pour l'autre. —

361. — Voies de garage. — Pour qu'un train soit dépassé par un autre, il faut qu'il soit *garé* en dehors de la voie sur laquelle passe le second.

Sur les lignes à double voie, on peut adopter deux solutions pour les garages ; la première consiste à placer du côté de chacune des voies principales une

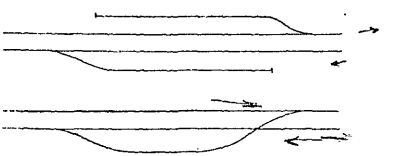


Fig. 369.

voie en cul-de-sac sur laquelle les trains à garer sont refoulés ; dans la seconde, il n'y a qu'une seule voie de garage reliée aux deux voies principales comme l'indique le croquis ci-contre. Les trains doivent toujours refouler pour se garer, puisque, comme nous l'avons dit, les aiguilles sont disposées de manière à être abordées par le talon dans le sens de la circulation. Dans la seconde disposition, la voie de garage sert pour les trains venant des deux directions ; mais une des deux voies principales se trouvant engagée par les manœuvres de refoulement et de sortie dans les deux sens ; il en résulte un inconvénient sérieux sur les lignes à grande circulation.

Sur les lignes à voie unique, on peut se servir des voies d'évitement comme de voies de dépassement ; mais si l'on doit assurer à la fois, dans la même station, un croisement et un dépassement de trains, il faut une voie supplémentaire. Celle-ci est, en général, reliée à la voie principale ou à la voie d'évitement par ses deux extrémités, et les trains peuvent y entrer

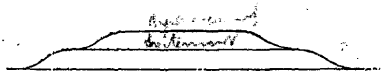


Fig. 370.

ou en sortir directement. Quelquefois cependant, on fait des voies de garage en cul-de-sac ; cette disposition n'est justifiée que lorsqu'il y a intérêt à supprimer un des deux changements de voie, par exemple si la place manque pour établir une voie de garage le long de la voie d'évitement ; on est alors obligé de la reporter en avant ou en arrière de celle-ci ; le profil en long de la ligne peut, dans ce cas rendre, le raccordement impossible à l'une de ses extrémités, ou bien

celle-ci peut se trouver tellement éloignée de l'axe de la station qu'on ne juge pas l'établissement d'aiguilles, à cette distance, compatible avec la sécurité et la régularité du service.

362. — Diagonales. — Sur les lignes à double voie, il n'y a théoriquement aucune communication à établir entre les deux voies principales, puisque les trains ne doivent jamais circuler à *contre-voie*.

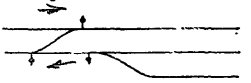


Fig. 371.

Cependant on établit presque toujours des diagonales dans les stations ; leur but est de donner les moyens de faire passer tous les trains sur une des deux voies, dans le cas où l'autre serait interceptée.

363. — Bifurcations. — Lorsque deux lignes se réunissent en un tronc commun, elles forment ce qu'on appelle une *bifurcation*. La bifurcation peut être placée *en pleine voie* ou *dans une gare*.

En pleine voie, la bifurcation comprend seulement les appareils de jonction. S'il s'agit de deux lignes à voie unique, elle est formée simplement d'un changement de voie qui les réunit et permet de diriger à

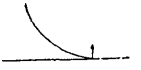


Fig. 372.

volonté sur l'une ou sur l'autre les trains qui viennent du tronc commun. S'il s'agit de deux lignes à double voie, on réunit deux à deux les voies de chaque sens

comme dans le cas précédent, mais il y a forcément

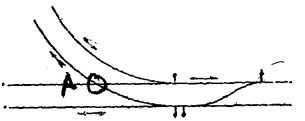


Fig. 373.

traversée d'une voie de l'une des lignes par la voie de sens contraire de l'autre. Si les trains sont nombreux cette traversée constitue un danger et une gêne; on la supprime dans certains cas en déviant une des voies de manière à la faire passer par dessus ou par

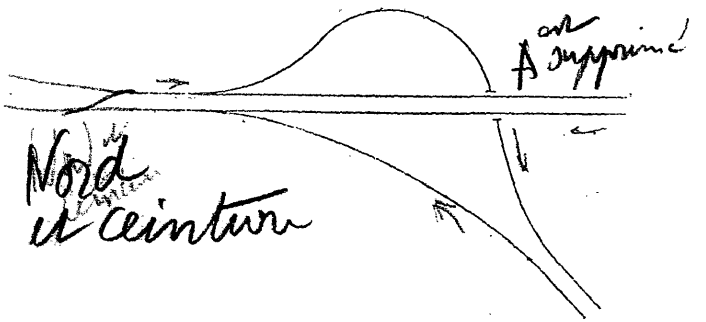


Fig. 374.

dessous la ligne avec laquelle elle doit se raccorder. Cette solution existe notamment sur le réseau du Nord et sur la ligne de la Grande Ceinture. On place, en général, avant les bifurcations en double voie, une diagonale en vue du cas où une des voies du tronc commun serait interceptée.

Lorsqu'une voie unique vient se souder sur une ligne à double voie, il y a plusieurs solutions. On peut réunir la voie unique à la première des deux voies qu'elle rencontre, puis établir une communication entre celles-ci au moyen d'une diagonale; cette

disposition exige la manœuvre de trois changements



Fig. 375.

de voies ; elle augmente sans nécessité le nombre des aiguilles prises en pointe ; enfin les appareils occupent une grande longueur. Au lieu d'établir une diagonale, on peut réunir la voie unique à la première des deux voies qu'elle rencontre par une traversée-jonction simple, et à la seconde par un changement de voie ; les

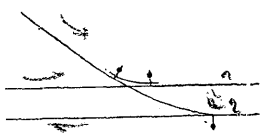


Fig. 376.

trains de la bifurcation ne prennent alors en pointe qu'une seule aiguille dans tous les cas, et l'espace occupé par les appareils est plus court.

Une troisième disposition, très usitée, consiste à dédoubler la voie unique avant sa rencontre avec la

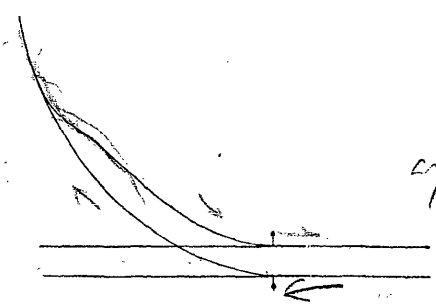


Fig. 377.

double voie. On n'a alors sur celle-ci que deux

changements et une traversée, c'est-à-dire que les appareils sont réduits au maximum de simplicité ; l'aiguilleur peut être placé juste en face des aiguilles, qu'il surveille ainsi parfaitement. Enfin, en reportant à une certaine distance le dédoublement de la voie unique, on peut ménager l'espace nécessaire pour le croisement des trains de celle-ci en dehors de la double voie. On peut considérer comme une variante de cette disposition celle qui consiste à arrêter la voie unique à la station qui précède la bifurcation, de telle façon que la rencontre des deux lignes se fasse en double voie. L'avantage que l'on poursuit, dans ce dernier cas, est de ne pas placer la *tête de la voie unique* dans une station commune à plusieurs lignes, où les erreurs dans les ordres d'expédition et de réception des trains sont plus à craindre que dans une station de passage.

Le plus souvent c'est à l'entrée des gares que les lignes se réunissent. On peut faire les entrées des gares de bifurcation en voies indépendantes ou en faisceaux. Le premier système est le plus sûr au point de vue de la sécurité et de la rapidité des mouvements des trains et des manœuvres ; mais il exige plus d'espace, et rend les manœuvres plus longues. Le second système permet de recevoir chaque train sur la voie de la gare où le service est le plus commode au moment de son stationnement ; il exige un espace moindre et l'emploi d'un moins grand nombre d'appareils ; en revanche il concentre tous les mouvements et toutes les manœuvres sur un même défilé ; le nombre des chances de collision par suite de fausses directions est ainsi augmenté, et l'interruption complète des communications est inévitable si un accident

se produit sur le tronc commun ou aux abords. Lorsqu'on fait les entrées de gares en voies indépendantes, on peut, comme nous le verrons plus loin, établir entre ces voies des communications qui permettent, dans les cas où on le juge utile, de supprimer la spécialisation des voies de stationnement des trains.

Quelle que soit la disposition adoptée, si la gare comporte des changements dans la composition des trains, il est nécessaire d'établir des jonctions entre les différentes voies, de manière à les faire communiquer entre elles et avec les voies accessoires. Lorsque les lignes qui aboutissent à la gare sont à voie unique, la communication existe naturellement si l'entrée est en faisceau; si l'entrée est en voies indépendantes, il suffit de réunir celles-ci soit par une seule diagonale, si on a seulement en vue de permettre les manœuvres d'échange de wagons entre les voies, soit par deux diagonales placées en sens inverse si on veut se réserver la faculté de diriger les trains à volonté sur une quelconque des voies de la gare. Les diagonales sont placées, soit à la suite l'une et l'autre, soit en bretelle.

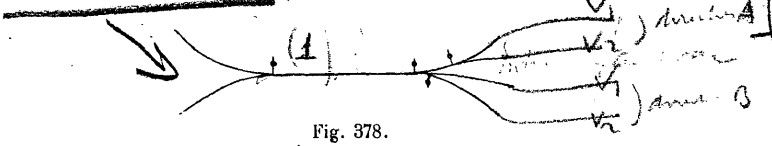


Fig. 378.

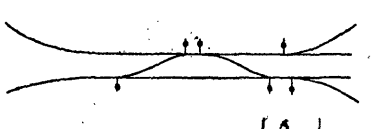


Fig. 379.

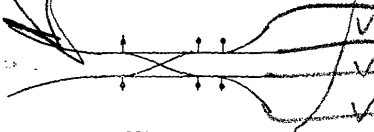


Fig. 380.

On peut, au besoin, gagner de l'espace par l'emploi

de traversées-jonctions, comme l'indique le croquis ci-contre.

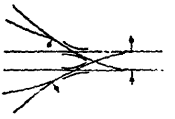


Fig. 381.

Lorsque les deux lignes qui aboutissent à la gare sont à double voie, si elles sont réunies en faisceaux,

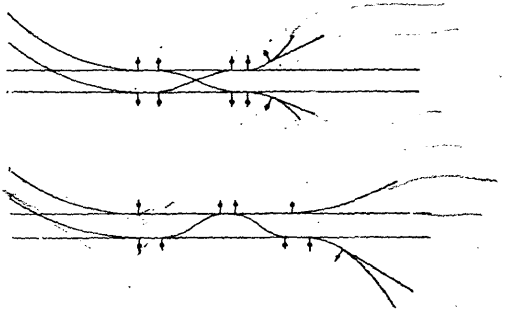


Fig. 382.

on établit entre elles des communications par des diagonales disposées comme nous venons de l'indiquer. Si les lignes à réunir sont en voies indépendantes, on se sert de transversales avec traversées-jonctions. Pour conserver d'une manière absolue l'entrée en voies indépendantes, on coupe les quatre voies par une transversale unique, avec traversées-jonctions

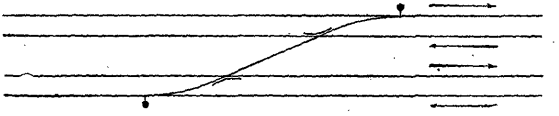


Fig. 383.

simples à la rencontre des voies intermédiaires, comme le montre le croquis ci-dessus. Mais, dans les gares importantes, il est presque indispensable, pour

permettre l'accès direct des voies de garage, d'établir des communications dans les deux sens entre la transversale et chacune des voies intermédiaires ; on remplace alors les traversées-jonctions simples par des traversées-jonctions doubles. On est souvent conduit, en outre, à établir une seconde transversale qui croise la première en forme de bretelle. On peut aussi supprimer les traversées-jonctions et les remplacer par des changements de voie placés bout à bout ; mais, comme nous le verrons plus loin, l'emploi des traversées-jonctions n'est pas seulement motivé par le manque d'espace ; les simplifications qu'il permet d'apporter aux enclenchements le justifient, dans beaucoup de cas indépendamment de toute question de longueur occupée par les appareils. Si, comme cela a lieu le plus souvent, les voies accessoires

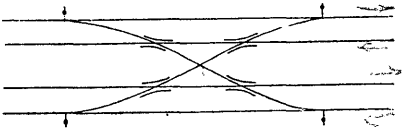


Fig. 384.

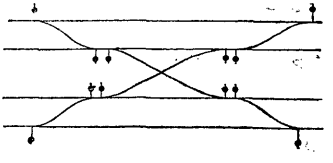


Fig. 385.

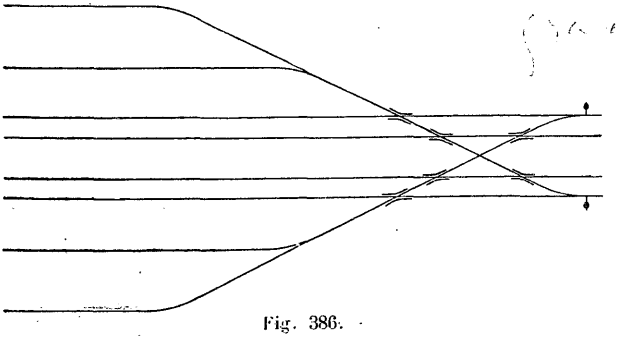


Fig. 386.

viennent se souder aux voies principales à l'entrée même de la gare, on prolonge généralement les transversales comme l'indique la figure 386.

Lorsqu'une voie unique et une double voie pénètrent dans la gare en voies indépendantes, on établit entre elles les communications nécessaires au mouvement, en appliquant les principes que nous venons d'indiquer pour la jonction de deux lignes à double voie.

Bifurcations doubles, triples, etc. — Au lieu de la réunion de deux lignes, on peut avoir à l'entrée d'une gare la réunion de trois branches, et même plus. Les règles à appliquer sont naturellement les mêmes que celles indiquées ci-dessus : on tâche de réunir les appareils dans un espace aussi restreint que possible, afin de pouvoir concentrer les manœuvres dans un seul poste d'aiguilleur ; on y trouve non seulement une économie de personnel, mais une simplification et surtout une plus grande rapidité des mouvements.

§ 2. — INSTALLATIONS SPÉCIALES AU SERVICE DES VOYAGEURS.

I. — STATIONS ET GARES DE PASSAGE.

364. — Dispositions générales. — Le service des voyageurs comporte habituellement des trottoirs le long des voies, un bâtiment qui sert à la distribution des billets et à l'enregistrement des bagages et où les voyageurs attendent l'arrivée des trains, des cabinets d'aisances, un abri sur le trottoir opposé au bâtiment des voyageurs, des traversées de voies, enfin diverses installations accessoires telles que jardins, etc.

365. — Trottoirs. — On donne aux trottoirs une largeur variable; il faut chercher à les faire larges, même dans les stations très peu importantes, car à certains jours il peut y avoir une assez grande affluence de voyageurs, de nombreux bagages à transporter, etc. On doit leur donner au moins de quatre à cinq mètres, et proportionner cette largeur à l'importance du service. Dans les stations où il y a un grand mouvement de voyageurs, il est bon de la porter à six et même à huit mètres, surtout au droit du bâtiment des voyageurs.

La longueur des trottoirs dépend de la longueur des trains; en principe elle doit être égale à celle des plus longs trains de voyageurs, car il faut, pour assurer la manutention des bagages, que le fourgon de tête soit accessible aux cabrouets qui ne peuvent rouler que sur un sol uni et ferme, et, dans les trains mixtes, les voitures sont généralement en queue. Toutefois, on peut au besoin charger les bagages dans le fourgon d'arrière, et une longueur de 60 à 100 mètres peut être considérée comme suffisante pour les trottoirs, sur les lignes d'importance ordinaire. On est quelquefois obligé d'augmenter cette longueur, dans les stations pourvues d'alimentations d'eau, parce que la grue hydraulique constitue un point d'arrêt obligatoire pour la machine, et qu'il faut que les voitures, qui peuvent être près de la machine si le train est court et loin d'elle s'il est long, se placent en face du trottoir.

La hauteur des trottoirs au-dessus du rail ne dépasse pas habituellement en France 0^m 25 environ. En Angleterre et en Hollande, on leur donne au contraire une hauteur telle que les voyageurs puissent entrer de plain pied dans les wagons; cette disposition

existe même en France dans quelques gares, notamment à Versailles et à Lille. Les trottoirs hauts ont l'avantage de faciliter les mouvements des voyageurs qui entrent dans les voitures et qui en sortent ; mais ils sont gênants pour le graissage des essieux, la visite des ressorts, des attelages, etc., pendant le stationnement ; ils rendent la traversée des voies impossible pour les voyageurs, difficile et même dangereuse pour les agents ; ils créent des obstacles au passage de certains chargements ; enfin, pour que les voyageurs ne risquent pas de tomber ou de se blesser en montant dans les voitures ou en en descendant, il faut que tous les véhicules aient la même largeur et leur plancher à la même hauteur au-dessus du rail, ce qui n'existe pas en France. En somme, l'adoption des trottoirs hauts n'est considérée en général comme justifiée que dans des cas exceptionnels, par exemple pour un chemin de fer métropolitain, sur lequel la nécessité de mouvements très rapides d'entrée dans les voitures et de sortie prime tout, et où on peut facilement spécialiser le matériel. Cependant la Compagnie du Nord les a adoptés récemment dans la reconstruction de la gare de Lille.

Sur les lignes à double voie, les trottoirs sont chacun à gauche de la voie qu'il dessert dans le sens de sa direction, c'est-à-dire que les voies sont toutes deux entre les trottoirs.

On peut soit placer les trottoirs en regard l'un de l'autre, soit les croiser (fig. 387). L'avantage de cette dernière disposition est de permettre aux voyageurs et aux agents de traverser les voies derrière les trains en stationnement, sans les obliger à en faire le tour ; mais elle leur impose de longs parcours et elle a

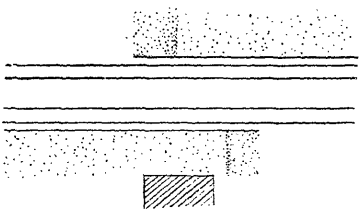


Fig. 387.

souvent l'inconvénient d'allonger démesurément les stations. C'est une solution qui peut être bonne exceptionnellement, mais qui n'est pas à recommander.

La disposition des trottoirs placés en dehors des voies est celle qui est le plus fréquemment adoptée sur les lignes à voie unique. Les trottoirs intermédiaires (fig. 388) évitent aux voyageurs la traversée d'une

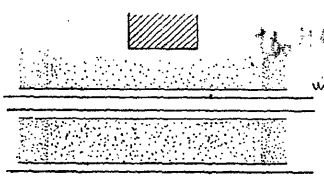


Fig. 388.

des voies; mais celle-ci doit alors être déviée de manière à laisser l'espace nécessaire pour l'établissement du trottoir, et on perd ainsi beaucoup de place, comme

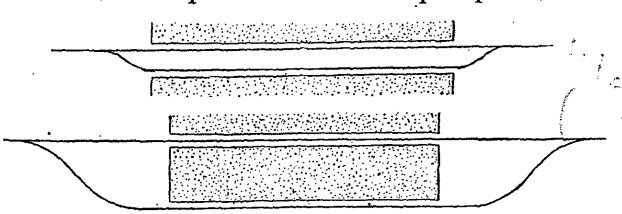
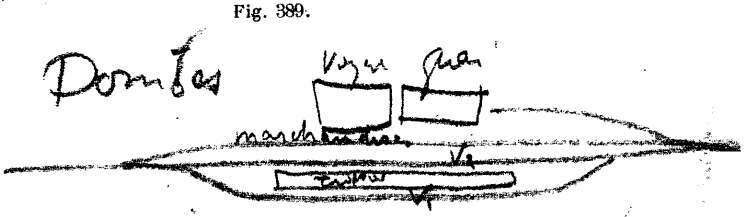


Fig. 389.



la figure 389 permet de s'en rendre compte. On peut, dans les stations peu importantes, situées sur des lignes à faible trafic, n'avoir qu'un seul trottoir, placé entre les deux voies et affecté à la fois au service des trains qui stationnent sur l'une et l'autre de celles-ci. Cette disposition est surtout pratiquée dans certains types de gares où, comme nous le verrons plus loin, on est amené, par la disposition de la halle à marchandises, à faire passer une voie contre le bâtiment des voyageurs.

366. — Bâtiment des voyageurs. — On supprime quelquefois le bâtiment des voyageurs sur les tramways et à certains arrêts de lignes peu importantes, notamment lorsque les billets sont distribués par le chef de train. Les voyageurs attendent alors sur la route qui aboutit à la station, chez les débitants voisins, et, au besoin, sur une sorte de trottoir établi exprès, au point de stationnement. Ce système n'est pas à conseiller. On peut pour 1.500 francs environ construire un abri où les personnes qui attendent les trains peuvent se garantir de la pluie et s'asseoir. Si le service des billets n'est pas fait par le chef de train, ou si on entrevoit le moyen de recevoir des colis de messageries, de peser des bagages, etc., on place, à côté de l'abri, un petit bureau pour un agent qui vient faire le service au moment du passage des trains.

Lorsque l'arrêt des trains a lieu aux abords d'un passage à niveau gardé, dont la garde-barrières distribue les billets, le service se fait dans la pièce d'entrée de la maison de garde, où l'on place le casier à billets et où le public peut au besoin s'abriter; si

le nombre des voyageurs prend quelque importance, il est bon d'accoler à la maison de garde un abri. On peut placer cet abri devant la maison de garde ou

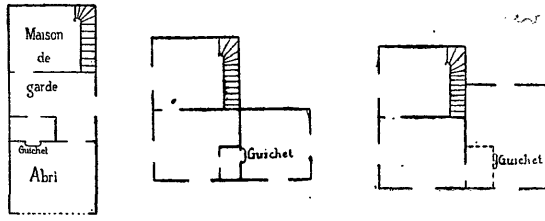


Fig. 390.

latéralement; il n'en coûte pas beaucoup plus cher de le fermer pour en faire une salle d'attente ; en pratiquant un guichet dans le mur qui sépare l'abri de la maison, on permet à la garde-barrières de faire la distribution des billets sans quitter son logement, et on peut même lui faire, dans celui-ci, un petit bureau où les billets, les pièces administratives, l'argent, etc., sont renfermés au lieu de se trouver dans une pièce commune, à portée des enfants, des visiteurs, etc. Si l'annexe est assez grande, on y place le bureau pour ne pas réduire le logement de la garde-barrières. Enfin quelquefois on ajoute une petite annexe spéciale qui sert de lampisterie. Lorsque les haltes sont ouvertes au service des bagages, ce service ne comporte le plus souvent que l'addition, dans l'abri ou salle d'attente, d'une bascule qui sert au pesage.

Lorsque l'importance de la station justifie la construction d'un bâtiment spécial pour le service des voyageurs, ce bâtiment comporte, au minimum, un vestibule, un bureau pour le chef de station et un

local pour la réception et le pesage des bagages, avec un

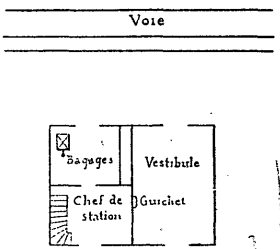


Fig. 391.

logement pour le chef de station au premier. Dans certains types, pour faciliter le service par une femme, on place au rez-de-chaussée une partie du logement, notamment la cuisine, de façon que cette femme puisse préparer et prendre ses repas en restant à portée de son bureau. L'étage ne règne alors qu'au-dessus d'une partie du rez-de-chaussée. Dans d'autres cas, on supprime le banc à bagages et on place simplement une bascule dans le vestibule; on a alors la possibilité d'agrandir un peu le bureau du chef de station et d'avoir un petit magasin.

Ces bâtiments très réduits sont en général peu commodes et deviennent insuffisants dès que le service de la station prend assez d'importance pour exiger l'adjonction au chef de station d'un facteur ou d'un homme d'équipe. Lorsqu'on prévoit cette éventualité, ou simplement lorsqu'on n'est pas absolument limité par la différence de dépense, d'ailleurs assez faible, il vaut mieux augmenter les dimensions du bâtiment en lui donnant trois fenêtres de façade; cela permet d'agrandir le bureau du chef de station, d'avoir au besoin à côté un petit bureau pour un facteur et de l'autre côté une petite salle d'attente et un magasin.

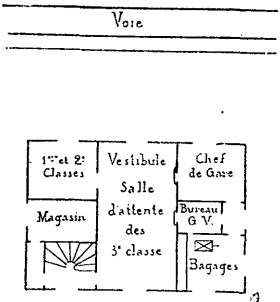


Fig. 392.

Lorsque la station prend plus d'importance, on augmente l'espace réservé à la réception des bagages, on agrandit le bureau du facteur qui sert à leur enregistrement, on ajoute *une consigne* pour recevoir les colis non réclamés, et, dans certains cas, un local indépendant pour l'expédition des articles de messagerie, une salle de distribution des bagages à l'arrivée, un bureau pour le télégraphe et, s'il y a lieu, pour un sous-chef de gare, enfin des salles d'attente.

La distribution des divers locaux varie selon les types des bâtiments ; nous nous bornerons à faire, à ce sujet, les observations suivantes.

Il faut qu'en entrant dans la station les voyageurs trouvent un vestibule suffisamment vaste, qu'ils puissent y prendre facilement leurs billets et faire enregistrer leurs bagages avec le moins de gêne possible, même en cas d'affluence. Pour que ce résultat soit atteint, il est utile qu'ils rencontrent successivement d'abord le bureau des billets, puis le bureau d'enregistrement des bagages, puis les salles d'attente ; on évite de cette façon qu'ils aient à revenir sur leurs pas en sens inverse de ceux qui les suivent. Le transport des bagages, depuis la cour où stationnent les

voitures jusqu'au point où ils sont déposés pour être enregistrés, doit pouvoir se faire par le plus court chemin possible et sans que les voyageurs qui sont dans le vestibule risquent d'être dérangés. S'il n'y a pas de salles d'attente, il faut que le vestibule qui y supplée soit garni de bancs et mis en communication directe avec le côté des voies. S'il y a des salles d'attente, il faut qu'on puisse passer directement du vestibule dans ces salles et de celles-ci sur la voie. Dans certaines stations, on fait repasser les voyageurs par le vestibule pour aller au train ; ces types ne sont pas à recommander.

Les salles d'attente sont aujourd'hui moins nécessaires qu'autrefois, parce qu'on autorise presque partout les voyageurs munis de billets à pénétrer sur les trottoirs intérieurs des gares, où ils trouvent un espace plus que suffisant ; mais on ne peut compter sur cette ressource lorsqu'il pleut ou lorsqu'il fait très froid. En construisant une marquise couverte sur le trottoir placé devant le bâtiment des voyageurs, et quelquefois sur le trottoir opposé, on donne aux voyageurs le moyen de s'y tenir, même lorsqu'il pleut.

Le bureau du chef de gare doit être en communication directe avec les voies ; il en est de même du bureau du sous-chef et du bureau du télégraphe ; cependant, on place souvent le bureau du sous-chef derrière celui du télégraphe. Il n'y a pas à cela d'inconvénient sérieux, parce que le sous-chef, qui est habituellement chargé du service des trains, se tient au moment du passage de ceux-ci presque en permanence sur les trottoirs, et que, de plus, il doit avoir connaissance de toutes les dépêches qui concernent le mouvement.

Le local où sont reçus les bagages doit être contigu au bureau d'enregistrement, puisque leur poids doit être inscrit sur le bulletin remis au voyageur. Autrefois, on disposait toujours des bancs à bagages pour la réception des colis ; on tend de plus en plus à les supprimer. Dans les stations et gares importantes, on se sert de cabrouets tarés qu'on fait passer sur la bascule avec les colis qui y sont chargés ; on évite ainsi des manutentions inutiles ; l'inconvénient est qu'il faut plus de cabrouets, mais il est largement compensé, lorsque les bagages sont nombreux, par la rapidité et la régularité du service. Dans les stations moins importantes, on peut aussi supprimer les bancs à bagages ; les colis sont déposés directement sur la bascule à mesure qu'ils arrivent. Toutefois, lorsque les bagages à l'arrivée sont en grand nombre et qu'il n'existe pas de salle spéciale pour leur distribution, il y a avantage à établir des bancs, car ils facilitent beaucoup cette dernière opération.

Il faut toujours, dans les stations de quelque importance, avoir un local spécial ou consigne pour les bagages ou colis non réclamés ; ce local doit être clos pour éviter les vols.

Le local affecté aux messageries est placé habituellement de telle façon que le service puisse être fait par les agents chargés du service des bagages. Dans les gares importantes, on le remplace par une halle séparée, qu'on dispose de façon à rendre aussi facile que possible le chargement dans les fourgons, ou le déchargement, c'est-à-dire le long d'une voie sur laquelle ces véhicules peuvent stationner. Les halles à messageries sont toujours placées le long

d'une cour, de manière à être facilement accessibles aux expéditeurs et aux destinataires.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, les locaux affectés aux messageries paraissent devoir prendre d'ici à peu de temps une importance beaucoup plus grande que celle qu'ils ont eue jusqu'ici ; mais l'organisation du service des transports en grande vitesse est en voie de transformation, et il n'est pas possible actuellement de savoir dans quelles conditions il s'effectuera dans l'avenir.

On est conduit, dans certains cas, à adopter pour les bâtiments des voyageurs une disposition spéciale qui consiste à répartir les services entre deux étages différents. Cette disposition est presque commandée pour les gares construites au milieu d'agglomérations importantes, lorsque la nécessité de maintenir les communications entre les deux côtés du chemin de fer oblige à construire celui-ci, jusqu'à l'emplacement même de la gare, soit au-dessus, soit au dessous du sol ; elle offre l'avantage, précieux dans les villes, de ménager l'espace, elle permet en outre dans les stations importantes de banlieue de placer le bâtiment à cheval sur les voies (fig. 393), ou directement au-dessous d'elles, de manière à faciliter l'accès des trottoirs et surtout les dégagements.

Le vestibule et le bureau des bagages sont en général placés au niveau de la cour ; le bureau du chef de gare, le télégraphe et les locaux accessoires sont placés au niveau des voies ; les salles d'attente sont tantôt à l'un, tantôt à l'autre étage. La communication entre le niveau des voies et le niveau de la cour se fait au moyen d'escaliers et souvent d'ascenseurs et de monte-charges.

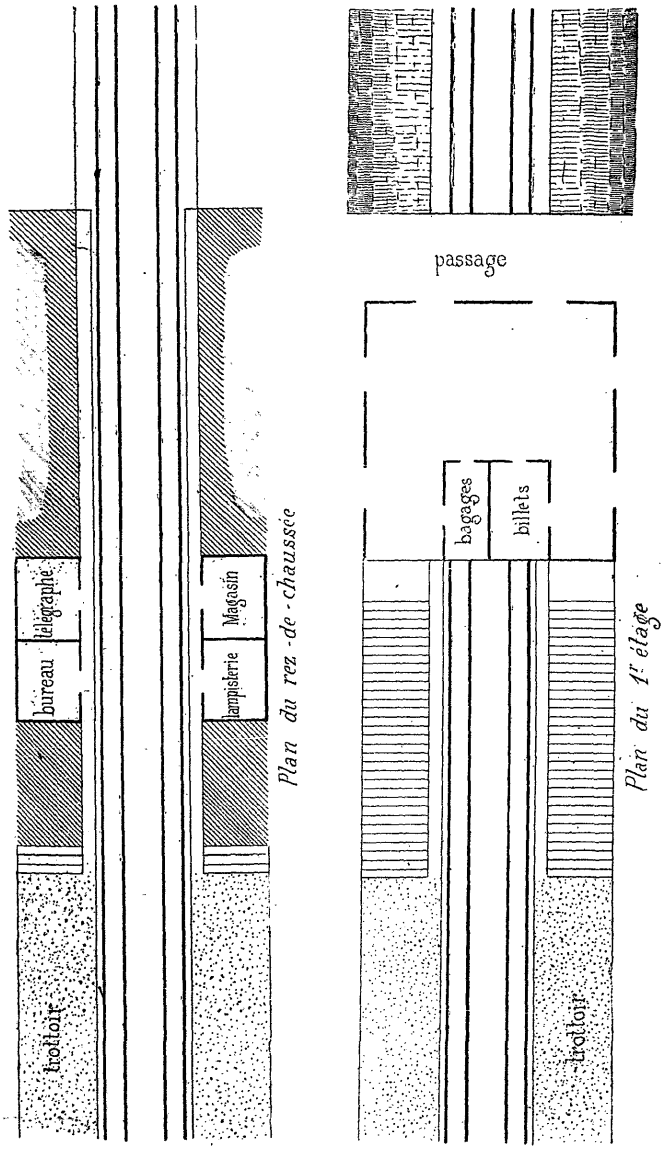

bureau
télégraphie
lampisterie
Magasin
trottoir
Plan du rez-de-chaussée
passage
bagages
billets
trottoir
Plan du 1er étage

Fig. 393.

367. — Abris. — Sur les lignes à voie unique, les abris ne sont justifiés que lorsque le trottoir sur lequel on les place est fréquemment utilisé ; si, comme cela arrive assez souvent sur les lignes peu importantes, le trottoir ne sert qu'en cas de croisement exceptionnel, on peut supprimer l'abri.

368. — Traversées de voies. — Sur les lignes à fréquentation faible ou moyenne, les voyageurs traversent les voies à niveau ; on ménage pour leur passage une traversée formée d'un plancher en madriers reposant sur le ballast. Les traversées ne sont pas seulement utiles pour les voyageurs, elles sont nécessaires pour le passage des cabrouets chargés de bagages.

Dans les gares importantes des lignes très fréquentées, on fait passer les voyageurs par dessus la voie au moyen d'une passerelle, ou par dessous au moyen d'un passage souterrain. Ce dernier système a l'avantage de diminuer la différence de niveau que les voyageurs ont à franchir, car on peut placer le sol du passage seulement à 2^m 50 environ au-dessous des voies, tandis que le plancher d'une passerelle ne peut pas être à moins de 5 mètres au-dessus (4^m 80, plus l'épaisseur du tablier). Les passages par dessus ou par dessous sont tout indiqués pour les gares à deux étages, lorsque celles-ci ne sont pas disposées en cul-de-sac de manière à permettre l'accès de tous les trottoirs sans traverser des voies. Leur usage est en effet général dans ce cas.

Le plus souvent, même lorsqu'il existe des passages pour les voyageurs, en dessus ou en dessous de la voie, on transporte les bagages à niveau ; si la fréquence des

trains est telle qu'il y aurait danger ou impossibilité à le faire, on établit des monte-charges sur les deux trottoirs, mais c'est une grande complication.

369. — Accessoires. — On donne presque toujours un jardin au chef de station et, sur la plupart des réseaux, on dispose auprès du bâtiment des voyageurs des massifs d'arbustes et des pelouses de gazon ; ce n'est pas une grande dépense et cela rend le séjour sur les trottoirs et aux abords plus agréable pour les voyageurs. Il est bon de masquer le jardin du chef de station par une haie, car il n'est pas toujours bien tenu. Enfin on construit un puits aux abords du bâtiment des voyageurs et, autant que possible, on le place de manière à permettre un arrosage facile du jardin.

370. — Cours et avenues d'accès. — On établit devant le bâtiment des voyageurs une cour placée le long d'une voie publique ou communiquant avec elle par un chemin d'accès spécial. Il ne faut pas faire les cours trop grandes ; elles sont plus difficiles à tenir propres et entraînent un supplément inutile des frais de construction et d'entretien ; mais il faut que les voitures puissent y entrer, y tourner et en sortir sans embarras. Lorsque l'espace dont on dispose est supérieur à celui qui est nécessaire pour ces mouvements et pour le stationnement aux moments de l'arrivée et de départ des trains, on peut garnir d'arbres et d'arbustes les angles et les côtés de la cour.

Il est inutile de placer à l'entrée des cours des voyageurs des grilles et des portes qui ne sont jamais fermées ; il est également inutile de les entourer de

clôtures dans les parties qui sont contiguës à des chemins. On doit au contraire, surtout pour les gares importantes, s'attacher à ménager des accès aussi larges que possible. Les grilles avec portes étroites, qui dans les gares de certaines villes séparent la cour de la large avenue qui y donne accès, sont un véritable contre-sens.

Les trottoirs sur cours doivent être assez larges pour permettre la circulation entre le bâtiment et les voitures qui stationnent aux abords, en tenant compte de la présence au droit de ces voitures des personnes qui en descendent ou qui y montent, des cochers ou garçons d'hôtels, etc. Dans les gares importantes, on ne doit pas hésiter à leur donner quatre ou cinq mètres de largeur, au moins au droit des portes qui servent à l'entrée et à la sortie des voyageurs et des bagages, et à les couvrir par des marquises. Dans les très grandes gares on couvre entièrement une partie de la cour, au droit de la sortie des voyageurs, de manière à permettre à ceux-ci de monter en voiture à couvert et de rester abrités pendant quelques instants avant de s'éloigner.

Les avenues d'accès sont construites en même temps que le chemin de fer, mais on en fait généralement la remise à la commune sur le territoire de laquelle elles se trouvent. Tant que cette cession n'est pas faite, les riverains n'ont le droit de prendre sur l'avenue ni jours ni accès ; ce motif suffit, la plupart du temps, pour déterminer les communes à accepter la remise des avenues et, par suite, à en prendre l'entretien à leur charge.

II. — GARES DE BIFURCATION.

371. — Dispositions générales. — Plusieurs types sont adoptés pour la disposition des gares de bifurcation. Le choix à faire dépend des conditions de service, mais aussi et souvent à peu près exclusivement des habitudes d'exploitation. La disposition généralement usitée en France consiste à faire arriver les différentes voies parallèlement au bâtiment des voyageurs, de telle façon que les trains de divers embranchements se trouvent à côté les uns des autres et au droit du bâtiment.

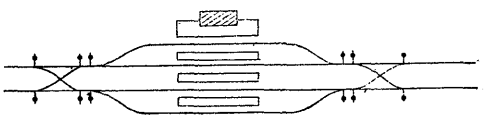


Fig. 394.

Une autre disposition qui est quelquefois employée pour les gares de bifurcation et de croisement de deux lignes, consiste à placer le bâtiment des voyageurs dans l'angle formé par deux des branches qui aboutissent à la gare, lorsque la localité à

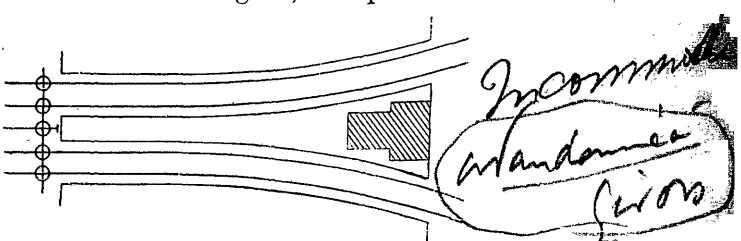


Fig. 395.

desservir se trouve dans cet angle. On évite ainsi aux voyageurs qui vont au chemin de fer ou qui en reviennent la traversée d'un passage à niveau ou d'un

pont supérieur ou inférieur ; de plus, les salles d'attente, le buffet et les bureaux des agents de la gare sont placés entre les voies, ce qui est commode pour le service ; mais les deux branches entre lesquelles se trouve la gare ne peuvent être reliées entre elles qu'à une de leurs extrémités, ce qui entraîne, pour les trains mixtes, des manœuvres longues et compliquées ; en outre, les installations des marchandises sont, presque nécessairement, ou très éloignées de celles qui sont affectées aux voyageurs, ou placées d'une manière incommode pour une des deux branches. Cette disposition n'est pas à recommander, au moins dans les cas ordinaires.

Il existe un autre moyen de diminuer le nombre des traversées de voies, qui n'est pas en usage en France, mais qui est usité à l'étranger ; il consiste à faire croiser deux voies au milieu de la gare, comme l'indique la

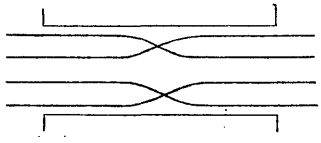


Fig. 396.

figure 396, de manière à les amener au droit du même trottoir.

On peut n'avoir que trois voies au lieu de quatre en adoptant la disposition ci-dessous. On facilite les mouvements en reliant les voies situées en prolongement

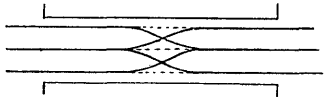


Fig. 397.

l'une de l'autre comme cela est indiqué en pointillé

sur ce même croquis. Ce système, employé dans beaucoup de grandes gares de l'étranger, notamment à York et à Amsterdam, offre des avantages dans beaucoup de cas.

Lorsque la gare forme tête de ligne pour une ou plusieurs des branches qui y aboutissent, on peut encore supprimer les traversées de voies en faisant arriver ces branches en cul-de-sac contre le bâtiment des voyageurs. Cette disposition est plutôt à recommander

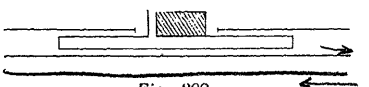
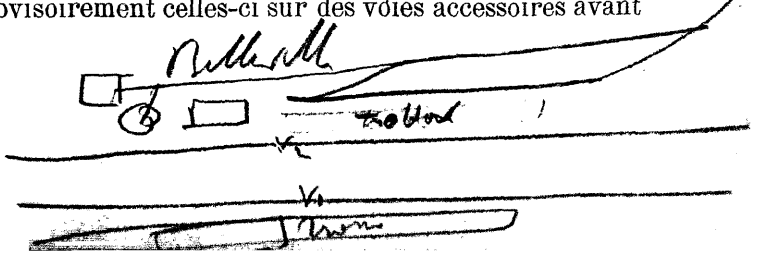


Fig. 398.

pour les voies de départ des trains que pour les voies d'arrivée, car dans ce dernier cas, si le train comprend des wagons de marchandises, ce qui est très fréquent sur les embranchements peu importants, il faut d'abord les garer avant de mettre à quai les voitures qui sont toujours placées derrière eux ; néanmoins, pour les lignes très peu importantes, elle offre quelquefois des avantages.

Les gares de bifurcation, lorsqu'elles ont une importance suffisante, comportent généralement, outre les voies affectées aux trains, une voie spéciale affectée à la circulation des machines. C'est en effet, comme nous l'avons déjà indiqué, presque toujours dans les gares de bifurcation que se trouvent placés les dépôts ou réserves et c'est là par conséquent que l'on change les machines. Comme, en raison des correspondances, toutes les voies de stationnement des trains sont souvent occupées à la fois, s'il n'existe pas de voie spéciale pour la circulation des machines, on est obligé de garer provisoirement celles-ci sur des voies accessoires avant



l'arrivée des trains qu'elles doivent prendre ou en attendant le départ de ceux qu'elles viennent de quitter, lorsque la tête de ces trains n'est pas tournée du côté du dépôt.

On peut placer les trottoirs d'entrevoie de deux façons : de deux en deux voies, ou au contraire dans chaque entrevoie.

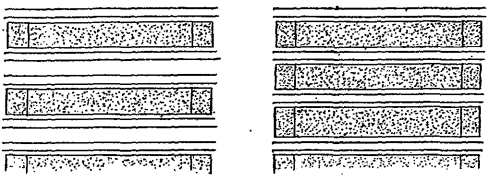


Fig. 399.

Dans le premier cas ; il ne faut que $n + 1$ trottoirs pour desservir $2n$ voies, si elles sont en nombre pair, et $2n + 1$ voies si elles sont en nombre impair ; soit, dans les cas usuels, deux trottoirs pour trois voies, trois trottoirs pour quatre ou cinq voies, et quatre trottoirs pour six ou sept voies. Dans le second cas, il faut un trottoir par voie.

Les avantages de l'un et de l'autre système sont les suivants. Avec le premier système, on économise un peu sur la dépense de construction des trottoirs et on gagne de la largeur, ce qui fait qu'à égalité d'espace occupé on peut avoir des trottoirs plus larges ; mais, comme les trains se trouvent dans la gare aux mêmes heures, le service de deux trains se fait en même temps sur le même trottoir et il peut en résulter de l'encombrement et des confusions. Les voyageurs qui doivent s'embarquer sur les voies paires, en comptant à partir du vestibule, ont à traverser une voie de plus qu'il ne serait nécessaire ; par contre, ceux qui passent de l'un

à l'autre des trains stationnés le long d'un même trottoir n'ont pas du tout de voies à traverser. Dans le second système, chaque trottoir ne sert que pour un train, les voyageurs n'ont à traverser que le nombre de voies strictement nécessaire, mais les trottoirs sont plus étroits ; en outre il peut arriver et il arrive très souvent que les voyageurs se trompent de trottoir. Le premier système est généralement préféré, et avec raison à notre avis, car il est surtout avantageux d'avoir des trottoirs larges ; il est seul pratique lorsqu'on fait communiquer ceux-ci au moyen de passages souterrains ou de passerelles supérieures, d'abord parce que la place occupée par les escaliers ne permet pas d'établir les passages par dessus ou par dessous lorsque les trottoirs sont étroits, ensuite parce que l'allongement du parcours entre les trottoirs a des inconvénients beaucoup moindres que l'obligation, imposée sans nécessité à une partie des voyageurs, de passer de l'un à l'autre en ayant à monter et à descendre les escaliers.

La largeur des trottoirs d'entrevoie est variable ; on la fixe souvent à 6m 50, pour pouvoir établir, entre les deux voies qui comprennent le trottoir, une voie en cul-de-sac communiquant par plaques tournantes avec les autres voies, et perdre ainsi le moins de place possible. Ces voies en cul-de-sac placées

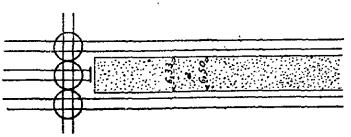


Fig. 400.

entre les voies principales sont commodes pour garer du matériel vide ou des wagons à échanger entre les

trains. Mais dans les constructions nouvelles sur les lignes importantes, il n'y a pas à tenir grand compte des dimensions des plaques tournantes. Les progrès du matériel roulant ne permettent pas de douter que, dans un avenir peut-être peu éloigné, les véhicules qui peuvent tourner sur ces plaques arriveront à être remplacés en grande partie par des véhicules de longueur plus grande. La largeur de 6^{m} 33 n'est d'ailleurs suffisante que dans les gares où il n'existe qu'un mouvement de voyageurs faible ou moyen ; en cas contraire, il ne faut pas hésiter à adopter des trottoirs plus larges. En Allemagne on leur donne jusqu'à 20 mètres, et on y établit des buffets, des water-closets et des salles d'attente. La largeur de 20 mètres est peut-être excessive, même dans de très grandes gares ; mais il vaut mieux, en pareille matière, pécher par excès que par défaut, car, dans ce dernier cas, les erreurs sont presque toujours irrémédiables. Il y a d'ailleurs un intérêt très réel à avoir, sur les trottoirs des gares de bifurcation, au moins des water-closets pour éviter aux voyageurs un trajet toujours assez long et souvent dangereux.

Pour les trottoirs situés devant le bâtiment des voyageurs, l'augmentation du mouvement des voyageurs, les allées et venues de ceux qui vont d'un train à l'autre, la circulation des cabrouets pour le transbordement des bagages, les colonnes des marquises ou halles couvertes qui existent dans beaucoup de cas, exigent dans une gare de bifurcation plus de place que dans une station ordinaire ; on peut compter comme normale une largeur de 6 à 8 mètres, et il ne faut pas craindre de l'augmenter au besoin.

La longueur des trottoirs, dans les stations de

bifurcation, varie de 100 à 150 mètres pour un train, on ne peut pas poser à ce sujet de règles absolues, car cette longueur dépend des conditions du trafic.

372. — Bâtiment des voyageurs. — Les dispositions des bâtiments de voyageurs sont, au point de vue du service local, les mêmes que dans les autres stations ; mais il faut nécessairement des salles d'attente pour les voyageurs qui attendent les trains de correspondance, des locaux plus étendus pour les agents, des corps de garde pour les hommes d'équipe et les agents des trains, en général un buffet avec ses dépendances, un local pour le réchauffage des bouillottes, et souvent un bureau pour le commissaire de surveillance administrative. Tous ces locaux ne sont pas nécessairement renfermés dans le même bâtiment ; on peut, en particulier, installer dans des bâtiments spéciaux le buffet, le local pour les bouillottes, les corps de garde, etc.

Les bâtiments à deux étages sont, en Allemagne, d'un usage presque général pour les gares de bifurcation ; cette solution est très logique, du moment qu'on admet l'interdiction pour les voyageurs de traverser les voies à niveau, car elle permet de leur donner accès sur les trottoirs au moyen de passages souterrains, en leur faisant suivre un trajet aussi court que possible, et surtout en ne les obligeant pas à descendre pour remonter ensuite. Il y a d'ailleurs, dans les grandes villes, comme nous l'avons indiqué à propos des gares de passage, un intérêt très sérieux à placer les voies à un niveau différent de celui des cours, pour assurer, sans travaux exceptionnels, le maintien des communications entre les deux côtés du chemin de fer. Les bâtiments peuvent être disposés, avec une distribution

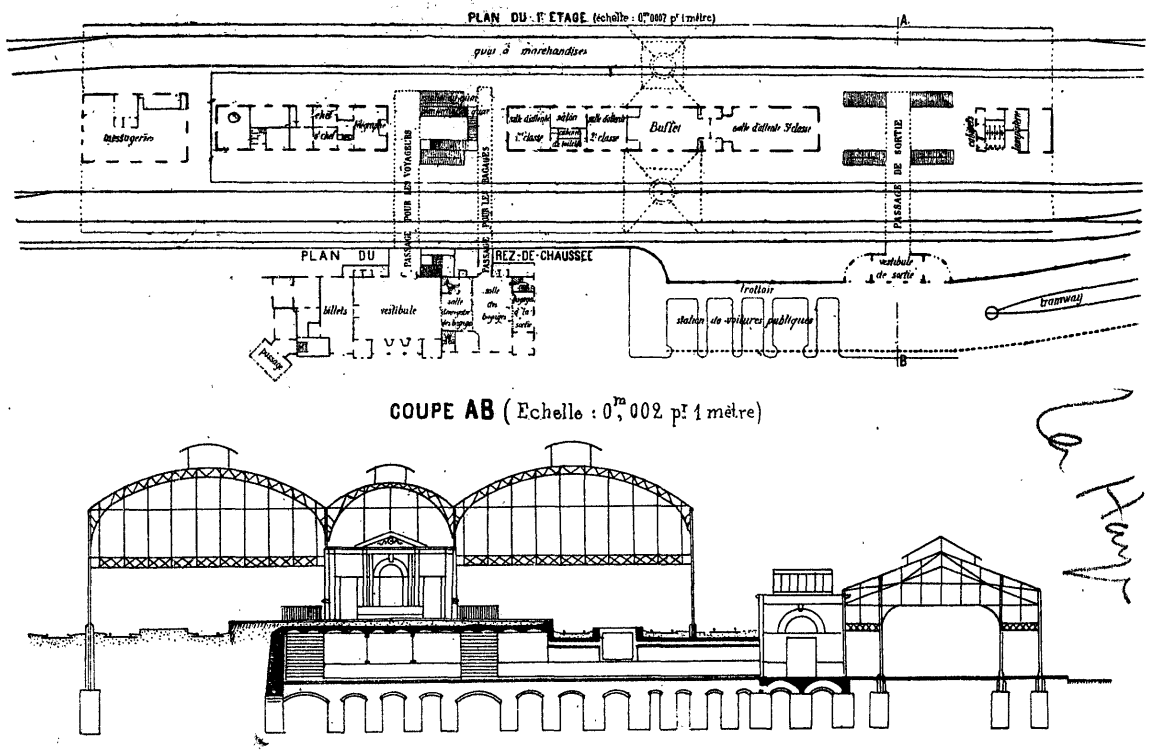

PLAN DU 1er ETAGE (échelle : 0m,0007 pr 1 mètre)
quai à marchandises
messageries
chef
chef
Buffet
salle d'attente 3e classe
PASSAGE POUR LES VOYAGEURS
PASSAGE POUR LES BAGAGES
PASSAGE DE SORTIE
PLAN DU REZ-DE-CHAUSSEE
billets
vestibule
salle des bagages
passage
trottoir
station de voitures publiques
vestibule de sortie
tramway
A
B
COUPE AB (Echelle : 0m,002 pr 1 mètre)

Fig. 401.

plus complète, d'une manière analogue à celle que nous avons déjà indiquée pour les gares de passage avec bâtiment placé sur le côté ; mais il est plus logique d'établir les installations qui doivent être au niveau des voies (bureau du chef de gare, télégraphes, salles d'attente, etc.) sur un trottoir central placé au milieu de celles-ci ; c'est la solution adoptée pour la gare de la Haye dont nous donnons ci-contre le croquis (fig. 401).

373. — Cabinets d'aisances. — Il faut donner beaucoup plus d'importance aux cabinets d'aisances dans les bifurcations que dans les stations de passage, parce qu'ils sont plus fréquentés en raison de la durée plus grande qui est donnée aux arrêts des trains ; il est indispensable qu'il y en ait de réservés pour les dames et, dès que la bifurcation a un peu d'importance, il faut y mettre un local pour une gardienne chargée du nettoyage.

Les cabinets d'aisances sur les trottoirs d'entrevoie sont très utiles, car la traversée des voies au moment du stationnement des trains est une gêne, un danger et une perte de temps ; on peut, même sur des trottoirs qui n'ont que 6^{m} 00 de largeur, établir des cabinets et urinoirs. Cela représente une certaine dépense, mais elle est justifiée chaque fois que les stationnements sont courts et que les voyageurs sont un peu nombreux.

374. — Abris. — Le stationnement des trains est plus long dans les gares de bifurcation que dans les stations. Les voyageurs qui changent de train ne peuvent, dans beaucoup de cas, attendre que sur les trottoirs ; c'est pourquoi il est presque nécessaire

d'avoir un abri sur chacun de ceux-ci ; lorsque le mouvement est suffisant pour justifier cette dépense, on remplace avantageusement les abris par des marquises auxquelles on donne une longueur suffisante pour permettre aux voyageurs de monter dans les trains et d'en descendre à couvert lorsque le nombre des voitures n'est pas considérable. Dans les gares de bifurcation importantes, on couvre à la fois les trottoirs et les voies en établissant des halles couvertes. Ces halles coûtent assez cher, mais elles sont très commodes. Quelquefois on emploie un système mixte qui consiste à couvrir les trottoirs par des marquises, et à les réunir au milieu par une halle de 15 à 20 mètres de longueur sous laquelle les voyageurs peuvent traverser les voies à couvert ; cette solution, employée notamment dans les gares de Montargis et de Limoges-Monjovis, est assez économique et satisfaisante.

375. — Parcs à voitures. — Dans les stations de bifurcation, on peut avoir à ajouter des voitures aux trains ; à cet effet, on dispose des parcs à voitures qui sont formés d'une série de voies parallèles reliées entre elles par un chariot roulant ; ces voies sont quelquefois couvertes.

376. — Communications entre les voies. — Pour faciliter l'échange des voitures ou des fourgons entre les trains, et permettre d'en ajouter, on a l'habitude, en France, d'installer aux deux extrémités des trottoirs des *batteries* ou *barres* de plaques tournantes qui permettent de faire passer à bras un véhicule d'une quelconque des voies sur une autre. La présence des batteries de plaques oblige à porter la largeur des

entrevoies de 2 mètres à 3m 19 au moins. Cet élargissement, qui perd un peu d'espace, est d'ailleurs avantageux, car les agents ont fréquemment à circuler entre les voies dans les gares, et cette circulation est impossible, si les trains sont en mouvement, avec des entrevoies de 2m 00. A la Compagnie de P.-L.-M. on remplace les plaques par des chariots sans fosse.

Les plaques tournantes ne sont pas employées en Allemagne, où elles sont considérées comme un danger ; en France, comme nous l'avons dit, l'augmentation de l'écartement des essieux des voitures tend à diminuer leur emploi, et on peut prévoir dès à présent qu'elles sont appelées à disparaître sur les voies principales, dans les gares des lignes importantes.

III. — GARES TERMINUS.

377. — Disposition des voies. — Dans les gares terminus, on place presque toujours les voies de stationnement des trains à l'extrémité même de la ligne, de manière à les rapprocher autant que possible de la localité à desservir. Il est nécessaire, dans ce cas, de recourir à des dispositions spéciales pour permettre le dégagement des machines, qui doivent rentrer à leur dépôt si leur service est terminé, ou, dans le cas contraire, se placer à l'autre bout du train pour pouvoir l'emmener dans la direction opposée. On emploie souvent à cet effet une voie *dite de contrôle*, établie à côté de la voie d'arrivée, en avant du point de

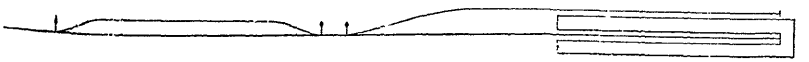


Fig. 402.

stationnement des trains et reliée avec elle à ses deux extrémités. Cette voie permet à la machine de passer de la tête à la queue du train et de dégager en même temps, s'il s'agit d'un train mixte, les wagons de marchandises placés entre elle et les voitures à voyageurs. Lorsqu'on fait cette manœuvre au moment même de l'arrivée des trains, on profite du temps qu'elle exige pour faire le contrôle des billets, et c'est cette circonstance qui a donné son nom à la voie qui sert à la circulation de la machine. On peut aussi, pour éviter toute perte de temps, amener directement le train au droit du quai, puis, lorsque les voyageurs sont descendus, le refouler jusqu'à la voie de contrôle pour permettre le dégagement de la machine ; il faut alors une seconde manœuvre pour ramener le train sur la voie où il se trouvait primitivement ou sur une autre voie. Les manœuvres que nous venons d'indiquer sont longues, elles exigent beaucoup d'espace et, ce qui est surtout une gêne dans les gares importantes, elles encombrent la voie d'arrivée pendant un temps très long. Aussi préfère-t-on souvent disposer les voies de manière à permettre le dégagement des machines pendant le stationnement du train le long du trottoir à voyageurs. Dans ce cas, on dispose les voies de stationnement par groupes de deux, entre lesquels on place une voie spéciale destinée à la circulation des machines. On doit alors renoncer à la possibilité de dégager, en même temps que la machine, les wagons de marchandises placés en tête du train, lorsque celui-ci est mixte. La communication peut être établie au moyen de plaques tournantes pour les machines des trains de banlieue, qui sont courtes et ne sont pas accompagnées d'un tender. Pour les machines ordinaires,

on emploie des changements de voie ; cette dernière disposition exige un peu plus de longueur disponible pour le mouvement de tiroir, ou oblige à refouler le train d'une cinquantaine de mètres lorsque les voyageurs sont descendus. Lorsque la longueur manque pour établir la voie de circulation des machines, on se contente de relier deux à deux les voies de stationnement par des diagonales ou des bretelles ; la machine d'un train placé sur une des voies de stationnement peut alors se dégager en empruntant l'autre voie, lorsque celle-ci est libre.

Les gares terminus servent le plus souvent au service de plusieurs branches ; les dispositions des voies du côté de l'entrée sont, dans ce cas, celles que nous avons déjà indiquées pour les gares de bifurcation.

378. — Bâtiment des voyageurs. — On disposait autrefois, au point de vue de l'aménagement des services, les gares terminus comme les gares de passage ; les locaux affectés à l'arrivée et au départ étaient placés des deux côtés des voies, et par suite complètement séparés. Cette disposition, rationnelle lorsqu'il n'y a qu'une seule direction, cesse de l'être lorsqu'il y en a plusieurs ; en effet si on ne veut pas faire traverser les voies par les voyageurs qui ont à s'embarquer ou qui viennent de débarquer sur les trottoirs intermédiaires, elle les oblige à un détour considérable ; elle crée pour les bagages les mêmes sujétions ; enfin, pour les services de banlieue, elle a le double inconvénient de rendre nécessaires des manœuvres pour le passage des trains du côté de l'arrivée au côté du départ, et de rendre plus difficile l'écoulement

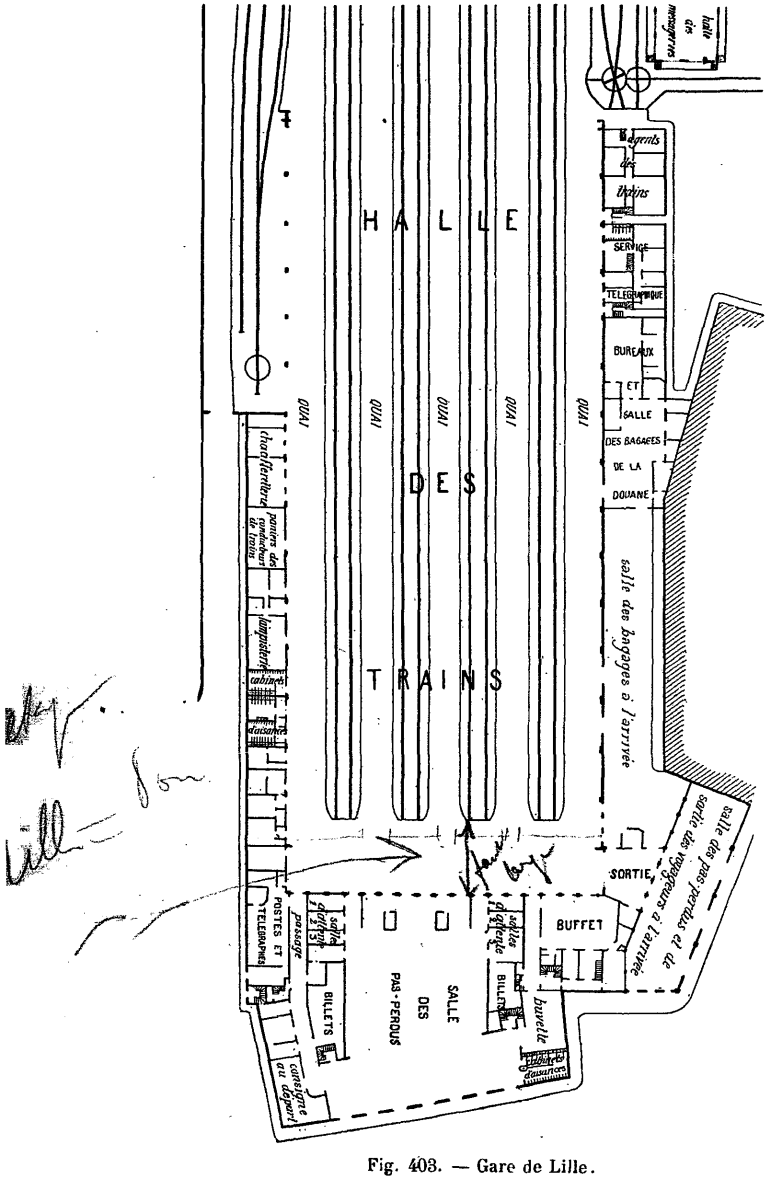


Fig. 403. — Gare de Lille.

des voyageurs qui arrivent par grandes masses à la fois. Il y a tout avantage, et cela n'est plus contesté aujourd'hui, à donner directement accès sur les trottoirs aux voyageurs et aux bagages par l'extrémité de la gare, et par suite à grouper le vestibule, les salles d'attente, les bureaux de distribution des billets et les locaux affectés à la réception et à la distribution des bagages, dans un corps de bâtiment placé en tête des voies. Pour éviter l'encombrement résultant du stationnement des voitures, on place sur les côtés les locaux affectés à la distribution et quelquefois à la réception des bagages. Les services de banlieue sont toujours placés en bout. Lorsqu'on adopte cette disposition, il est nécessaire de réserver entre le bâtiment terminus et les voies un très large espace libre, de manière à permettre, sans encombrement, la circulation dans les divers sens des voyageurs et des bagages (fig. 403).

La disposition à deux étages, dont nous avons déjà parlé à propos des gares de passage, se prête souvent d'une manière avantageuse à l'établissement des gares terminus, qui sont le plus souvent dans les grandes villes, où on est forcé de ménager l'espace, et où l'établissement des cours au niveau des voies est souvent difficile ; elle est très usitée en Angleterre et en Allemagne. La gare Saint-Lazare à Paris en est un exemple ; mais, dans celle-ci la disposition des lieux a permis de placer la cour d'arrivée des grandes lignes au niveau des voies, ce qui est un avantage. Nous donnons ci-dessous[1] les plans de la gare d'Anhalt, à Berlin, dans laquelle les deux étages sont complètement séparés.

1. Voir page 278.

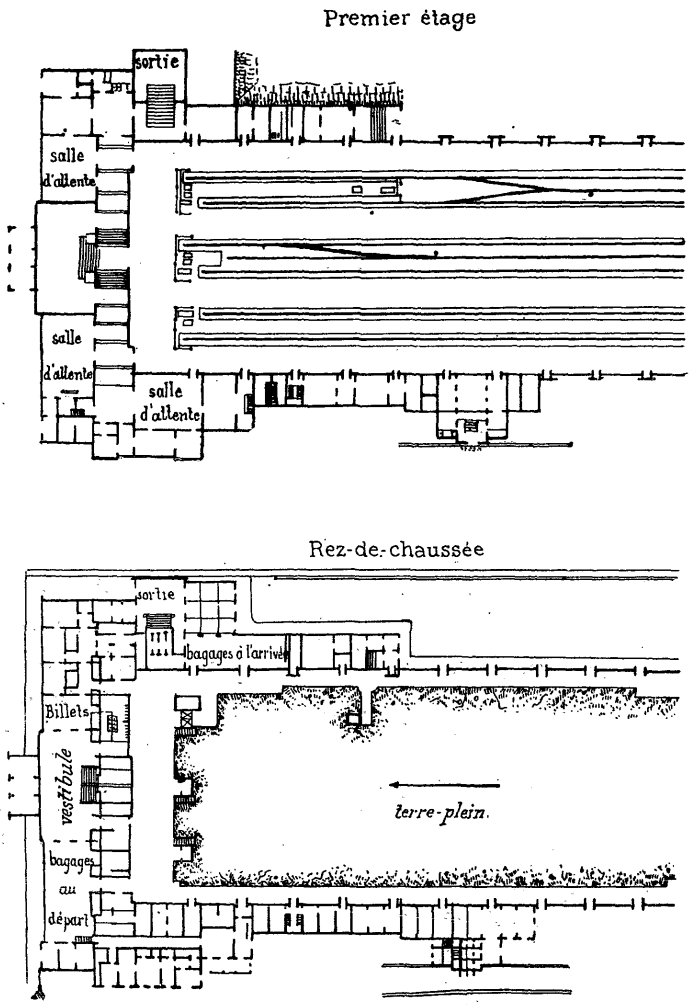


Fig. 404. — Gare de Berlin-Anhalt.

§ 3. — INSTALLATIONS SPÉCIALES AU SERVICE DES MARCHANDISES.

I. — STATIONS ET GARES DE PASSAGE.

379. — Dispositions générales. — Le service des marchandises exige des voies spéciales en dehors des voies de circulation ou de garage des trains, pour le stationnement des wagons avant, pendant et après les opérations de chargement et de déchargement, des quais et des halles couvertes pour faciliter les manutentions et abriter les marchandises ; enfin, dans certains cas, des installations particulières, telles que quais à bestiaux, quais à chaux, bureaux de petite vitesse, grues de chargement, ponts à bascule, gabarits de chargements, etc.

Le service des marchandises est presque toujours juxtaposé au service des voyageurs ; néanmoins il existe quelquefois dans les régions peu peuplées, notamment dans les régions forestières, des stations spéciales aux marchandises ; on leur donne dans ce cas le nom de *ports secs*. Il y a également, aux abords des grandes villes, des gares spéciales aux marchandises, entièrement séparées des gares affectées au service des voyageurs. Nous n'envisagerons pas séparément ces cas particuliers ; les règles que nous allons donner, pour le cas ordinaires des gares et stations communes aux voyageurs et aux marchandises, leur sont applicables avec quelques simplifications faciles à imaginer.

380. — Raccordement des voies de marchandises avec les voies principales. — On admet aujourd'hui,

d'une manière générale, que les voies affectées au service des marchandises doivent être disposées de telle façon que les trains puissent y refouler ou y prendre des wagons aussi bien dans une direction que dans l'autre. Lorsqu'il n'en est pas ainsi, on est obligé soit de s'astreindre à ne recevoir et à n'expédier des wagons que dans une seule direction, ce qui entraîne des parcours inutiles pour ceux qui sont destinés à l'autre direction, soit de faire à bras la manœuvre des wagons qu'on détache du train sur la voie principale ou sur la voie d'évitement pour les refouler sur les voies accessoires. Or, d'une part, les manœuvres à bras sont longues et prolongent inutilement le stationnement des trains, et d'autre part elles exigent un personnel considérable qu'on n'a généralement pas à sa disposition dans les stations secondaires ; de plus, elles sont beaucoup plus chères que les manœuvres à la machine.

Il y a plusieurs dispositions en usage pour raccorder les voies accessoires des stations avec les voies de circulation. Sur les lignes à double voie, on peut raccorder directement avec les voies de circulation,

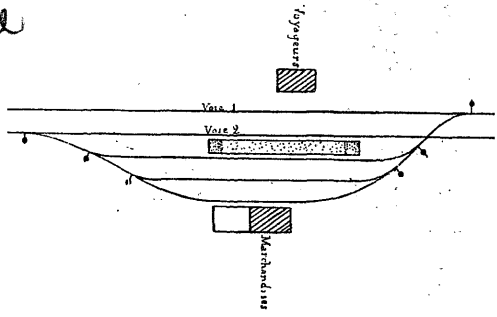


Fig. 405.

par aiguilles, une des voies accessoires, sur laquelle on

en branche au besoin d'autres. C'est la meilleure disposition, au point de vue des manœuvres ; mais les wagons des trains qui circulent sur la voie située du côté opposé aux installations des marchandises ne peuvent accéder à celles-ci qu'en traversant l'autre voie de circulation ; celle-ci est donc obstruée pendant tout le temps que durent les manœuvres. Pour éviter cet inconvénient, on place souvent, de part et d'autre des voies de circulation, des voies communiquant entre elles par une voie transversale avec plaques ; les wagons en provenance ou à destination de la voie située du côté opposé aux installations des marchandises ont, dans ce cas, à traverser non seulement une des deux voies de circulation, mais les deux, car la voie transversale coupe simplement celles-ci et, par raison de sécurité, ne leur est pas reliée par des plaques ; mais les wagons traversent un à un, poussés à bras, et l'encombrement dure beaucoup moins longtemps que dans une manœuvre à la machine. L'inconvénient des manœuvres à bras, au point de vue du personnel nécessaire, subsiste dans ce cas. Lorsqu'on applique le type que nous venons de décrire à une station comprenant une ou plusieurs voies de garage, on dispose autant que possible celles-ci de manière à ce qu'elles soient coupées par la batterie de plaques. On peut ainsi enlever des wagons d'un train garé ou lui en ajouter sans avoir à faire de manœuvres proprement dites ; il suffit de séparer le train en deux parties au droit de l'emplacement des wagons à prendre ou à laisser, de

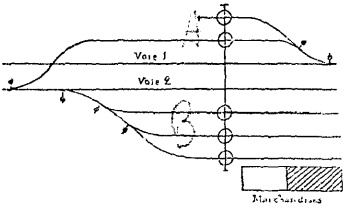


Fig. 406.

manière à pouvoir tourner ceux-ci, et, une fois l'opération terminée, de refaire les attelages après avoir refoulé pour amener les tampons en contact. Dans les stations peu importantes, qui comprennent une voie de garage placée du côté opposé à la halle aux marchandises, celle-ci peut suffire pour toutes les manœuvres de wagons à faire au passage des trains ; mais, pour peu que la circulation soit intense sur la ligne, il est bon de placer à côté une seconde voie, qui peut être en cul-de-sac ; celle-ci reçoit les wagons à ajouter aux trains ou ceux qui en sont distraits. On a ainsi plus de liberté pour le choix du moment où on doit faire traverser les voies principales par ces wagons.

Sur les lignes à voie unique, la disposition que nous venons d'indiquer n'offre que très peu d'avantages, et il est préférable d'adopter un type qui permette de faire toutes les manœuvres à la machine. Il faut, autant que possible, pour les trains mixtes, dont l'emploi est encore presque général sur les lignes peu importantes, que la manœuvre puisse s'opérer sans qu'on ait à faire subir aux voyageurs les mouvements de va-et-vient qu'elle entraîne ; aussi place-t-on les wagons de marchandises en tête des trains, de manière à pouvoir laisser en place les voitures à voyageurs pendant que les manœuvres s'effectuent. Lorsque les installations des marchandises sont placées du côté opposé au bâtiment des voyageurs, il n'y a aucune difficulté à greffer la première voie de marchandises, à ses deux extrémités, sur la voie d'évitement (fig. 407), et quel que soit le sens du mouvement du train, on peut faire les manœuvres en laissant le long d'un trottoir les voitures à voyageurs qu'on vient reprendre ensuite. Si

les installations des marchandises sont placées du même côté que le bâtiment des voyageurs, on peut,

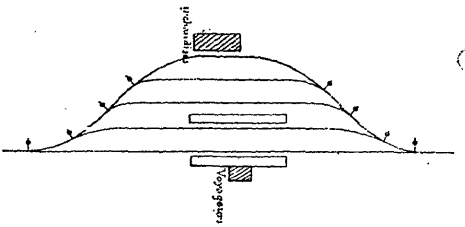


Fig. 407.

au moyen de changements de voie placés sur la voie directe, si celle-ci passe devant le bâtiment des voyageurs, permettre les manœuvres des wagons de marchandises par la machine du train dans les deux sens. Mais pour les trains allant dans le sens de la flèche

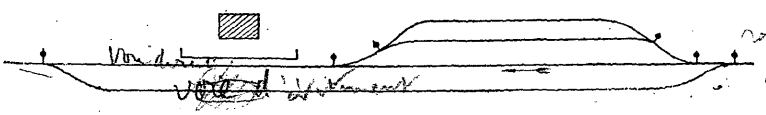


Fig. 408.

(fig. 408), on est obligé avec cette disposition, de laisser les voitures à voyageurs au milieu de la gare, avant qu'elles soient arrivées au droit du trottoir, et les voyageurs à destination de la station sont obligés d'attendre, souvent longtemps, avant de pouvoir descendre ; si, au contraire, on commence par amener le train à quai pour le refouler ensuite avant de faire les manœuvres, c'est une perte de temps. On peut éviter cet inconvénient en plaçant la voie directe du côté opposé au bâtiment des voyageurs, soit pour les deux sens de mouvement (fig. 409),

soit seulement pour un seul des deux sens suivant une

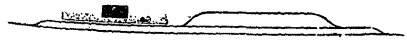


Fig. 409.

disposition que nous avons déjà indiquée (fig. 410). Mais, dans le premier cas, tous les voyageurs sont

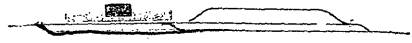


Fig. 410.

obligés de traverser les voies ; le second type ne résout la difficulté, en ce qui concerne les manœuvres des marchandises, que si les installations affectées à ces dernières sont placées à gauche du bâtiment des voyageurs en regardant les voies, car on n'admet pas, même sur les lignes en voie unique, que deux voies directes soient placées à droite l'une de l'autre. Il nous paraît préférable de reporter sur la voie d'évitement l'un des appareils qui établissent la communication, tout en laissant la voie directe devant le bâtiment des voyageurs. Cette disposition permet de

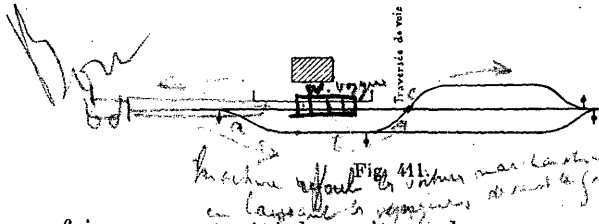


Fig. 411.

faire passer à côté des voitures les wagons qui doivent être refoulés sur la voie des marchandises ; il y a seulement alors allongement du parcours effectué en manœuvre. On reporte même quelquefois sur la voie d'évitement les deux appareils qui établissent la communication avec les voies de marchandises, de manière à n'avoir, sur

la voie directe, qu'une seule aiguille prise en pointe

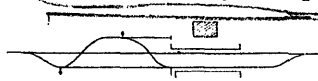


Fig. 412.

dans chaque sens (fig. 412) ; mais, dans ce cas, on augmente dans une forte proportion la longueur des voies et la durée d'une partie des manœuvres.

381. — Disposition des voies à marchandises. — Les voies à marchandises comprennent des voies pour le stationnement des wagons, des voies pour le chargement sous halle et à quai, des voies pour le chargement en débord, enfin les communications nécessaires entre les premières et les secondes.

Dans les gares importantes on compte une voie pour le stationnement des wagons à charger ou à décharger, une voie pour le stationnement des wagons à emmener après chargement ou déchargement, une ou plusieurs voies de chargement et de déchargement avec halles et quais à marchandises, et une ou plusieurs voies de débord. Toutes ces voies communiquent

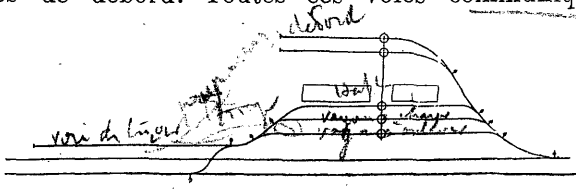


Fig. 413.

généralement entre elles et avec les voies de garage et de triage, s'il en existe, par des batteries de plaques ; elles sont, sauf dans des cas exceptionnels, reliées entre elles et aux voies de circulation au moins à une de leurs extrémités ; enfin, si elles sont longues, elles

sont quelquefois coupées par des diagonales avec traversées-jonctions qui établissent des communications intermédiaires. Lorsque le nombre et l'importance des voies le justifient, on y ajoute une *voie de tiroir* permettant de faire à la machine les manœuvres nécessaires pour faire passer les wagons d'une voie sur l'autre, sans engager les voies de circulation.

Les installations que nous venons d'énumérer sont des installations *complètes* ; lorsque l'importance du trafic, et notamment du trafic en débord, diminue, on peut supprimer la voie de débord en réservant pour les manutentions de cette nature les parties des voies de chargement ou de déchargement placées à portée de la cour et le long desquelles il n'existe ni halles ni quais ; il suffit pour cela d'exhausser la plateforme le long de ces voies, jusqu'au niveau des rails, et de l'empierrer. On peut aussi, et c'est ce qui se fait le plus souvent, supprimer une des deux voies destinées aux wagons à recevoir et à expédier. Dans ce cas, lorsqu'on a en même temps à prendre et à laisser des wagons, on fait d'abord la manœuvre nécessaire pour intercaler dans le train les wagons à prendre, puis une seconde manœuvre pour conduire sur la voie de garage les wagons à y laisser. Quelquefois même, lorsque le trafic est très peu important, il n'existe en tout qu'une seule voie pour le service des marchandises ; elle sert à la fois au stationnement des wagons et à la manutention des marchandises qu'ils renferment.

Il n'y a, le plus souvent, dans chaque gare, qu'une seule voie de halles et quais, le long de laquelle ces bâtiments sont construits à la suite les uns des autres ; toutefois, dans certains cas, on réserve à chacune des halles ou à chacun des quais une voie spéciale ; ces

voies sont habituellement en cul-de-sac et disposées en éventail ou en redans ; cette disposition ne paraît pas à recommander, au moins dans les cas ordinaires ; avec les halles et quais placés le long d'une même voie, coupée au besoin par des plaques tournantes qui en permettent le dégagement, on utilise mieux la place, et les manœuvres peuvent se faire très rapidement si le chargement et le déchargement s'exécutent régulièrement. Toutefois les dispositions à adopter peuvent varier selon la configuration du terrain, la facilité du raccordement avec les autres voies et la nature du trafic.

Au point de vue des manœuvres, la disposition la plus simple des voies de halles est celle qui consiste à les relier à leurs deux extrémités aux voies de stationnement des wagons ; elle est d'un usage général chaque fois que les installations des marchandises sont placées du côté opposé au bâtiment des voyageurs. On peut la conserver également dans le cas contraire, mais alors

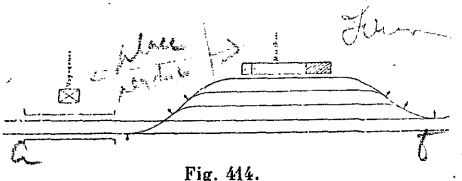


Fig. 414.

on se trouve en présence d'inconvénients sérieux. S'il s'agit d'une gare importante, on perd un espace considérable entre le bâtiment des voyageurs et les halles et quais ; comme ceux-ci ont un assez grand développement et que, d'autre part, en raison de l'importance de la gare, il y a un certain nombre de voies de marchandises dont le raccordement prend

beaucoup de place, on arrive à avoir des gares démesurément longues. S'il s'agit d'une station peu importante, l'inconvénient est beaucoup moindre, mais alors il y en a un autre, c'est que la halle et le quai à marchandises sont éloignés du bâtiment des voyageurs, et, comme ce sont les mêmes agents qui font le service, il en résulte des pertes de temps considérables et une surveillance imparfaite. Aussi, dans ce cas, prolonge-t-on presque toujours les voies à marchandises en cul-de-sac du côté du bâtiment des voyageurs ; pour gagner encore de la place, on supprime souvent de ce côté les raccordements par aiguilles des dernières voies, ou seulement de la dernière. Ces voies en cul-de-sac sont raccordées entre elles près de leur extrémité soit par des plaques, soit par un chariot roulant à fosse.

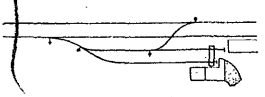


Fig. 415.

On trouve souvent avantage à placer des voies en cul-de-sac, non seulement du côté du bâtiment des voyageurs, mais du côté opposé pour permettre de garer dans le même espace un plus grand nombre de wagons sans augmenter la longueur du débord. La Compagnie du Nord a généralisé ce système sous une forme spéciale ; les deux voies qui communiquent avec

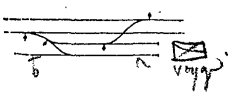


Fig. 416.

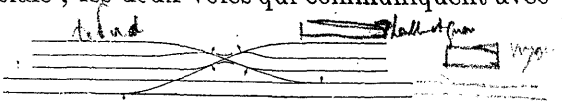


Fig. 417.

les voies de circulation se coupent au moyen d'une traversée-jonction et se terminent en cul-de-sac au delà de cet appareil, après s'être dédoublées, si l'importance

du trafic le justifie. La halle et le quai sont placés le long d'une de ces voies. L'autre peut servir pour le débord.

L'usage des voies en cul-de-sac n'est pas spécial au cas où les installations sont situées du côté du bâtiment des voyageurs ; on les emploie également lorsque ces installations sont du côté opposé ; elles servent soit au débord soit au garage des wagons.

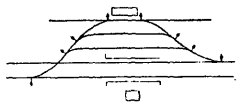


Fig. 418.

Dans les gares très peu importantes où il n'y a qu'une seule voie pour les manutentions des wagons, on a quelquefois avantage à faire passer cette voie devant le bâtiment des voyageurs, auquel on accole alors la halle à marchandises. Ce type est assez usité aujourd'hui pour les stations dans lesquelles on ne veut placer qu'un seul agent, parce qu'alors le logement de cet agent et les locaux où peut l'appeler le service sont contigus, et que toutes les manœuvres peuvent être faites par les machines des trains. Il n'est toutefois pas sans inconvénients. Une partie de la voie des marchandises est inutilisable ; le public est obligé, pour aller au trottoir, de traverser cette voie sur laquelle se font des manœuvres pendant le stationnement des trains ; enfin les agrandissements sont très difficiles. Il ne faut pas d'ailleurs s'exagérer les avantages de la réunion dans un même bâtiment de la halle aux marchandises et des installations affectées aux voyageurs. Pour qu'on puisse charger un seul agent de tout le service d'une station, il faut qu'il n'y ait qu'un petit nombre de trains sur la ligne et que les voyageurs et

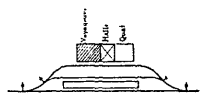


Fig. 419.

les marchandises soient très peu nombreux ; dans ces conditions, il importe peu que le chef de station ait une cinquantaine de mètres à parcourir pour aller de son bureau à la halle et réciproquement, car il ne peut s'occuper des marchandises que dans l'intervalle des trains, et sa présence est alors inutile dans le bâtiment des voyageurs.

Le chargement en débord sur la voie de halle, ou sur une voie en cul-de-sac placée en prolongement de celle-ci, est avantageux lorsque le trafic est faible ; mais, dans le cas contraire, il a le double inconvénient d'allonger la gare et de compliquer les mouvements de wagons, car ceux-ci ne peuvent être déplacés indépendamment les uns des autres puisqu'ils sont sur la même voie. Aussi, dès que le trafic en débord a un peu d'importance, on préfère lui réserver une *voie de cour* placée, en arrière de la halle à marchandises et du quai, du côté de la cour opposé à ces installations.

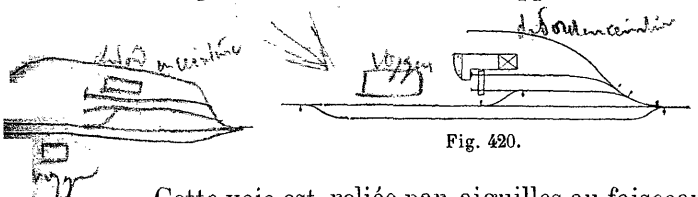


Fig. 420.

Cette voie est reliée par aiguilles au faisceau principal à ses deux extrémités si les installations des marchandises sont du côté opposé au service des voyageurs ; en cas contraire on ne la relie qu'à une de ses extrémités. S'il y a une batterie de plaques tournantes, on la prolonge jusqu'à la voie de cour par une voie transversale (fig. 421). Lorsque la place manque, la voie de cour n'est pas reliée aux autres voies par aiguilles, et communique avec elles seulement par des transversales et des plaques ; cette disposition, qui ne

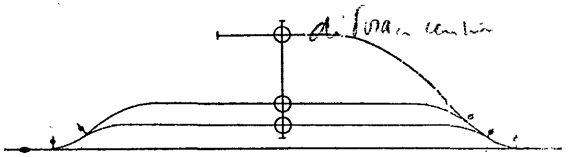


Fig. 421.

permet que les manœuvres à bras des wagons, doit être évitée autant que possible. Enfin, dans certain cas, on utilise pour le débord ou pour le chargement au moyen de grues, une voie transversale placée à la suite d'une batterie de plaques, ou plusieurs voies rayonnant autour d'une plaque.

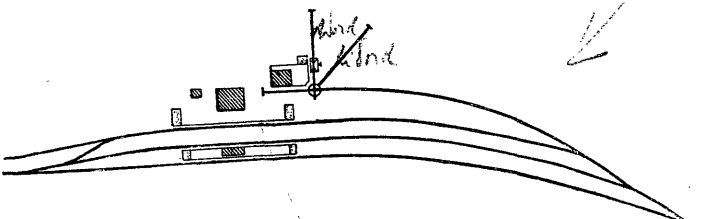


Fig. 422.

On place sur les voies accessoires des stations, un peu en avant de leurs points de jonction avec les voies principales, des *taquets d'arrêt* qui ont pour but d'arrêter les wagons entraînés par le vent ou poussés dans les manœuvres, et d'empêcher qu'ils viennent barrer la voie principale. On peut remplacer les taquets par des voies dites *de sécurité* ; celles-ci sont notamment en usage dans les grandes gares où on a presque constamment à faire des mouvements sur les voies de marchandises, et où, par suite, l'emploi des taquets est souvent une gêne. Ce sont des bouts de voies en impasse reliés par un appareil de branchement à la voie qui

fait communiquer les installations des marchandises avec la voie principale. L'appareil est disposé normalement pour donner accès sur la voie de sécurité ; on ne l'ouvre pour donner accès sur la voie principale qu'au moment où la communication est nécessaire pour laisser passer un train ou des wagons en manœuvres. Les voies en cul-de-sac du type représenté par la figure 417 peuvent servir de voies de sécurité ; il suffit pour cela que les aiguilles soient disposées normalement pour établir la communication entre ces voies.

382. — Halles à marchandises. — Les halles à marchandises peuvent être fermées ou ouvertes. Le premier type est préférable dans les gares et stations d'importance moyenne ou faible où le service des marchandises est interrompu la nuit, parce qu'il empêche les vols. Le second système est préférable dans les gares où la manutention est ininterrompue, parce que la fermeture est alors inutile et que les dispositions qu'elle entraîne sont en général gênantes pour les manutentions.

On donne aux halles une longueur proportionnée à la quantité de marchandises qu'elles doivent abriter ; leur largeur varie de 6 à 15 mètres. La faible largeur diminue le parcours moyen à faire du wagon ou de la charrette au point où on dépose la marchandise ; elle réduit les dépenses en diminuant la portée des fermes ; elle permet d'avoir proportionnellement plus de longueur pour les chargements ou les déchargements ; mais elle entraîne, pour la même surface à couvrir, une plus grande longueur de voies, et elle rend les manutentions, le pesage, le classement, etc. plus difficiles.

On peut admettre pour la largeur des halles 15 mètres dans les gares importantes, 10 mètres dans les gares moyennes, 8 dans les stations ordinaires, 6 dans les stations de faible importance ; enfin, dans les très petites stations, un petit abri fermé, de 3 à 4 mètres de côté, peut suffire.

383. — **Quais**. — Les quais sont formés d'une plateforme placée le long de la voie sur laquelle stationnent les wagons à charger ou à décharger ; ils sont placés de manière à affleurer le bord des wagons, c'est-à-dire à environ un mètre du rail le plus voisin.

Lorsque les quais sont situés le long d'une voie en cul-de-sac, ou près d'une batterie de plaques, on les dispose comme l'indiquent les croquis ci-contre, de manière à pouvoir faire des chargements par bouts qui sont commodes dans quelques cas, notamment pour l'embarquement des chevaux avec certains types de wagons écuries, et pour l'embarquement des voitures.

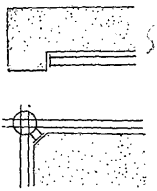


Fig. 423.

On ménage généralement du côté de la cour, une rampe d'accès permettant aux charrettes de monter sur le quai de manière à faciliter les opérations de transbordement des voitures dans les wagons.

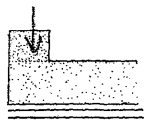


Fig. 424.

Les quais sont le plus souvent placés à la suite des halles à marchandises, et dans ce cas on leur donne la même largeur qu'à celles-ci ; on établit, en outre, une communication entre le terre-plein du quai et celui de la halle au moyen d'une porte percée dans le pignon de cette dernière.

384. — Bureaux de petite vitesse. — Quand le service de la petite vitesse est assez important pour motiver l'emploi d'un personnel spécial, il faut des bureaux pour le recevoir. Dans les gares très importantes, les bureaux de petite vitesse sont placés dans un bâtiment isolé, le plus souvent à l'entrée de la cour ; dans les gares secondaires, on place le bureau à une des extrémités de la halle ou d'une des halles à marchandises. Lorsqu'il n'y a qu'une halle, cette disposition est très commode, parce qu'elle permet aux mêmes agents de faire au besoin les écritures, les livraisons ou les réceptions.

385. — Ponts à bascule, gabarits et grues. — Lorsqu'une gare ou une station fait des expéditions importantes par wagons complets, on y place *un pont à bascule* sur lequel on pèse le wagon tout chargé ; on n'a qu'à déduire le poids propre du wagon qu'on appelle la tare et qui est inscrit sur celui-ci, pour avoir le poids du chargement. On installe souvent le pont à bascule sur une voie transversale placée le long du quai ou entre le quai et la halle, et reliée par plaques aux voies de chargement et de déchargement.

On place également dans les gares des gabarits de chargement sous lesquels on fait passer les wagons, pour s'assurer qu'ils ne risquent pas de heurter en route soit d'autres trains, soit des obstacles fixes.

Enfin on établit, dans les gares dont le trafic justifie ces installations, des grues pour faciliter le chargement des pierres, des bois, etc... A défaut de grues fixes on se sert de grues roulantes montées sur un wagon qui permet de les transporter d'une gare à une autre.

386. — **Cours.** — Pour donner accès aux charrettes qui amènent ou qui enlèvent les marchandises, il faut une cour empierrée ou pavée, au droit de la halle à marchandises des quais et des voies de débord. Les dimensions des cours varient selon l'importance et la nature du trafic ; mais, en général, leur longueur est celle de l'ensemble des halles, quais et voies le long desquels il y a à faire des opérations de chargement ou de déchargement. Pour déterminer leur largeur il faut tenir compte de la position que prennent les véhicules en chargement. Au droit des halles et des quais, les charrettes se placent d'ordinaire dans le sens transversal, parce que le chargement ou le déchargement par bout est généralement plus facile, et qu'on peut ainsi mettre à la fois en chargement un plus grand nombre de véhicules pour une même longueur de quai. Les chargements en débord se font le plus souvent en mettant la charrette le long du wagon, parce que, avec des wagons découverts et des marchandises en vrac, les transbordements sont aussi faciles ou même plus faciles de côté que par bout, et parce qu'il n'y a pas intérêt à gagner de la longueur, à moins qu'on ne mette plusieurs charrettes en chargement ou en déchargement pour le même wagon. Il n'y a pas toutefois de règle absolue, et on a souvent sur les voies de débord à décharger des wagons couverts contre lesquels il est plus commode de placer les charrettes normalement. On peut compter en moyenne, environ 5 mètres pour la longueur d'une charrette, et 2 mètres pour la largeur qu'elle occupe. De plus, il faut réserver constamment dans la cour un passage libre, qui doit avoir $2^m 50$ pour une seule charrette et 5 mètres pour deux charrettes se croisant. En partant

de ces données, on voit que la largeur libre d'une cour devra être *au minimum* de 7m 50, s'il n'y a pas de voie de cour, et de 10 mètres entre le quai et les wagons placés sur la voie de cour, s'il y en a une; pour peu que le trafic soit important il faut au moins de 12 à 15 mètres. Il est bon de se tenir au-dessus de ces minima et autant que possible ne pas descendre au-dessous de 10 mètres dans le premier cas, de 12 mètres dans le second, et d'aller jusqu'à 20 mètres si on prévoit un mouvement actif de charrettes. Sauf en pays très accidenté, il n'en coûte pas bien cher pour augmenter la largeur des cours, et on se donne ainsi beaucoup plus d'aisance pour les mouvements et pour le stationnement des voitures qui attendent leur chargement ou leur déchargement. Dans les grandes gares, dont les cours sont très étendues et où par suite les charrettes qui se rendent au point de chargement ou de déchargement ont à faire un parcours relativement assez long, il faut au milieu de la cour une véritable rue ; on arrive ainsi à avoir une largeur de 20 à 25 mètres.

Les largeurs que nous avons indiquées sont comptées ~~en dedans des~~ jusqu'aux wagons qui stationnent sur la voie de débord ; pour avoir la largeur totale, il faut compter en outre la largeur occupée par ces véhicules. On doit d'ailleurs toujours, autant que possible, réserver l'espace nécessaire pour établir une voie de cour, lorsqu'il n'y en a pas. Les chiffres que nous avons indiqués précédemment doivent donc être majorés de 3 à 5 mètres pour avoir la largeur totale, et on arrive aux chiffres suivants pour l'espace à réserver entre le nu du mur de la halle et la clôture : pour les stations à faible trafic 7 m 50 à 8 mètres si l'espace manque, et 10

mètres, si on dispose d'un espace suffisant, lorsqu'il n'y a pas à réserver la place d'une voie de débord ; en cas contraire 12 mètres en nombre rond dans la première hypothèse et 15 mètres dans la seconde ; pour les stations à trafic moyen de 15 à 20 mètres ; enfin dans les gares importantes de 20 à 30 mètres.

Les cours à marchandises sont entourées de clôtures dans les parties où elles sont contiguës à des chemins ou à des propriétés riveraines, et il convient de les fermer par une porte, de telle façon que, quand le service est interrompu on ne puisse y pénétrer sans escalade. Le mieux est de n'avoir qu'une porte ; si, comme on le fait quelquefois, on en place deux pour permettre l'accès par deux chemins différents, le public prend l'habitude d'emprunter la cour de la station pour se rendre plus rapidement de l'un à l'autre des deux points avec lesquels elle est en communication ; il en résulte de l'encombrement et de la gêne pour le service, ainsi qu'une plus grande difficulté de surveillance.

II. — GARES DE BIFURCATION.

387. — Dispositions générales. — Dans les gares de bifurcation le service des marchandises comprend, outre les installations nécessaires au service local, des installations spéciales pour le transbordement et pour le garage, le triage et la formation des trains ; il comprend aussi dans certains cas, des voies de remisage du matériel vide.

388. — Service local. — Les installations du service local ne diffèrent pas, en général de celles des stations, mais les voies qui sont affectées à ce service sont le

plus souvent, lorsque la bifurcation est importante, disposées de manière à échanger les wagons, non avec les voies principales, mais avec les faisceaux de triage, de garage et de formation des trains.

389. — Transbordement. — Le transbordement s'effectue soit de wagon à wagon, soit par l'intermédiaire d'une halle ou d'un quai ; le second système est le seul pratique chaque fois que les marchandises à transborder doivent être triées avant leur rechargement.

Le transbordement de wagon à wagon n'exige aucune installation spéciale, il suffit de deux voies parallèles. La société des chemins de fer économiques a adopté, pour l'établissement des voies de transbordement dans les gares où ses lignes à voie étroite se soudent à des lignes à voie large, un type particulier qui diminue les frais de main d'œuvre. La voie sur laquelle on place les wagons à décharger est établie en contre-haut de celle qui reçoit les wagons à charger, de telle façon qu'on n'ait qu'à faire couler à la pelle les marchandises, si elles sont chargées en vrac, ou, si elles sont emballées, qu'à les jeter ou les faire glisser. La hauteur des quais varie avec les types de matériel roulant dont l'usage doit être le plus fréquent : à la jonction des lignes de la société des chemins de fer économiques avec les lignes de la Compagnie du Nord, la différence de niveau des voies est de 0^m 90 pour le transbordement des wagons de la voie large dans ceux de la voie étroite et de 1^m 60 pour le transbordement en sens inverse. Ce mode de transbordement a l'inconvénient d'exiger des installations spéciales assez étendues et, en

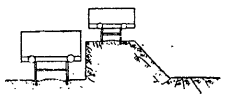


Fig. 425.

général, des mouvements de wagons plus compliqués pour y accéder, tandis qu'on peut habituellement faire arriver des voies étroites dans une gare à voie normale presque sans modifier celle-ci.

Lorsque le trafic est suffisant pour justifier cette dépense, on établit, pour le transbordement au moyen de halles et de quais, des installations spéciales. La halle et le quai, s'il y en a un, sont, dans ce cas, toujours compris entre deux voies, de manière à doubler la rapidité des chargements et des déchargements.

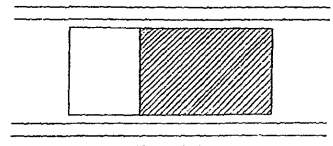


Fig. 426.

Dans les gares de bifurcation secondaires et même dans certaines gares importantes, on utilise les installations affectées au service local ; une disposition commode et assez usitée pour faciliter ces opérations consiste à placer dans la cour, le long de la halle et du quai, une voie spéciale dont on recouvre l'emplacement d'un pavage ou d'un empierrement. Avec cette disposition, on peut à volonté charger et décharger du côté de la cour, soit des charrettes soit des wagons. Si le trafic local est important, on ne place de wagons de ce côté que lorsque le service des livraisons et des expéditions est interrompu, c'est-à-dire la nuit ; dans le contraire on peut, même pendant le jour, faire à la fois des opérations de service local et de transbordement. Il n'y a pas de principes absolus pour le choix à faire entre les deux solutions : il dépend des conditions où l'on se trouve. Dans les gares de bifurcation où aboutissent des lignes peu importantes et qui sont elles-mêmes situées dans des localités de second ordre, les wagons de détail arrivent habituellement chargés

à la fois de marchandises à transborder et de marchandises destinées à la localité ; il y a une fausse manœuvre si on doit déposer une partie du chargement sous une halle, et le reste sous une autre ; on peut éviter cet inconvénient en spécialisant les wagons pour le service local et pour le transbordement, mais alors le matériel est mal utilisé. La disposition de la gare, dont on n'est pas toujours maître, influe aussi sur les conditions dans lesquelles doit s'effectuer le transbordement. Si les halles affectées au service local sont disposées commodément par rapport aux voies de triage, il y a presque toujours intérêt à en augmenter la surface, plutôt que de faire ailleurs une autre installation, quitte à y établir des divisions intérieures entre le service local à l'arrivée, le service local au départ, le transbordement, etc. Si, au contraire, les halles et voies affectées au service local sont séparées des voies de garage et de triage par les voies de circulation, si la place manque pour développer leur étendue, on est conduit à établir des installations spéciales pour le transbordement, même si celui-ci n'a qu'une importance restreinte. Enfin, si le transbordement est très important par rapport au service local, on doit, avant tout, se préoccuper d'assurer le premier dans de bonnes conditions, et on n'y juxtapose le second que s'il n'en résulte pas une complication sérieuse.

390. — Garage, triage et formation des trains. — Dans les très grandes gares, on a, indépendamment des voies affectées au service local, des voies spéciales pour le garage des trains, d'autres pour le triage, et d'autres enfin pour recevoir les trains formés jusqu'au moment de leur départ ; mais, dans les gares de second

ordre, les voies ne sont pas spécialisées, et on se contente d'un faisceau unique avec une ou plusieurs batteries de plaques ; le plus souvent même, ce faisceau comprend les voies de marchandises affectées au service local. Cette dernière disposition est excellente lorsque le service local a une importante comparable à celle du service de transit, car elle évite des parcours inutiles pour le passage des wagons du faisceau de triage au faisceau des voies affectées au service local et réciproquement. Il y a également avantage à grouper ensemble les voies de triage, de garage et de formation des trains, ou plus exactement à n'avoir qu'un seul faisceau de triage, sur lequel les trains sont décomposés aussitôt après leur arrivée et d'où ils partent après avoir été formés. Avec le triage par la gravité, dont l'emploi devient général dans les gares importantes, le débranchement d'un train n'exige pas plus de vingt minutes à une demi-heure ; il suffit de réserver une des deux voies du faisceau pour le garage, ou, plus exactement, pour l'attente des trains qui, au moment de leur arrivée, trouvent la voie de débranchement occupée ; dans certains cas, on double cette dernière, de telle façon que les trains puissent être reçus sur la voie même où ils doivent être décomposés. On profite du temps pendant lequel il est nécessaire d'attendre que l'entrée du faisceau soit libre pour faire la *reconnaissance du train*, c'est-à-dire pour rechercher sur les feuilles que porte le chef de train la destination des wagons et les inscrire à la craie, comme nous l'avons indiqué précédemment.

A l'origine, on disposait les voies de triage en forme de *gril*, c'est-à-dire qu'elles étaient réunies par des aiguilles à une de leurs extrémités seulement et terminées en cul-de-sac à l'extrémité opposée (fig. 427) ; l'expérience

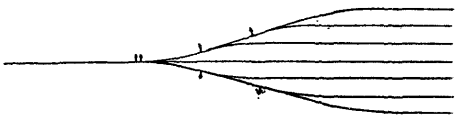


Fig. 427.

a montré qu'il est préférable de leur donner la forme d'un *fuseau*, c'est-à-dire de les relier par aiguilles à



Fig. 428.

leurs deux extrémités ; le dégagement des rames formées sur chacune des voies peut alors se faire sans qu'il soit nécessaire d'interrompre le triage ; la sortie a lieu sans rebroussement dans les deux sens ; enfin le tronc commun opposé à la voie de débranchement peut servir soit à faire également du triage, soit surtout à faire les manœuvres nécessaires pour souder entre elles plusieurs rames formées sur des voies différentes de manière à en composer un train. La disposition en fuseau permet en outre de couper les voies, dans le voisinage de leur milieu, par une batterie de plaques tournantes ou par une transversale sur laquelle circule un chariot roulant à vapeur, et qui sert au classement des wagons ; les diverses opérations de débranchement à la machine ou par la gravité, classement au moyen des plaques ou d'un chariot, sortie des rames préparées et au besoin formation des trains au moyen de plusieurs rames, peuvent alors se faire simultanément et surtout sans manœuvres inutiles.

Dans les agrandissements de gares existantes, la place manque souvent pour établir un faisceau de

triage au droit des installations des marchandises. On peut, dans certains cas, gagner de l'espace en infléchissant les voies principales, et en renonçant à faire communiquer à une de leurs extrémités les voies du service local des marchandises avec le faisceau de triage. La longueur de celles-ci est alors réduite; mais,



Fig. 429.

sauf dans certaines gares situées en pays plat et où aboutissent des lignes à profil très favorable, les très longues voies offrent pour les manœuvres plus d'inconvénients que d'avantages ; elles utilisent mal l'espace disponible sans rendre de services réels, car on peut toujours, au besoin, former un long train au moyen de deux ou trois rames courtes qu'on réunit au moment du départ. En général, lorsqu'on agrandit des gares existantes, il y a intérêt, au point de vue de la simplicité des manœuvres comme au point de vue des dépenses de premier établissement, à remanier les voies d'après les principes que nous venons d'exposer, plutôt que de créer de toutes pièces des installations de triage proprement dites.

Quelles que soient les dispositions de la gare, pour faire des manœuvres de triage en passant les wagons par les appareils de branchement, il faut disposer d'un tiroir suffisant. Dans les gares de bifurcation où le triage est intermittent et d'où se détache une ligne peu importante, la voie principale de celle-ci peut servir de voie de tiroir ; mais le plus souvent

on est conduit à créer une voie de tiroir spéciale. Lorsque le mouvement n'est pas très actif, la même voie peut servir pour la réception des trains, pourvu qu'on lui donne une longueur suffisante ; les trains sont triés aussitôt après leur réception. Lorsque les voies de triage sont en faisceau, il faut, si on veut faire le triage par les deux bouts, avoir une voie de tiroir de chaque côté ; quelquefois même, comme nous l'avons dit, on a deux voies de tiroir du même côté.

Lorsqu'on veut faire le triage par la gravité, la voie de débranchement qui remplace la voie de tiroir est en pente, ou mieux en dos d'âne, de telle façon que les wagons puissent être décrochés à l'avance et partent d'eux-mêmes vers les voies de triage aussitôt que l'avancement de la machine leur a fait dépasser le sommet du dos d'âne. Avec ce système, surtout si, comme cela arrive habituellement en France, on a à décomposer des rames et non des wagons isolés, la machine peut, en général, reculer d'une manière continue ; le temps qu'une rame, poussée lentement, met à franchir le sommet, pendant que la précédente est entraînée par la gravité, suffit pour les séparer par un intervalle assez long, et l'aiguilleur a le temps de manœuvrer les aiguilles pour le passage de la seconde après que la première les a franchies.

On ne peut pas recommander un profil en long déterminé pour les voies de débranchement ; ce profil varie avec l'orientation, car le vent a une influence marquée sur la résistance des wagons au roulement, avec la nature de ces wagons qui n'ont pas tous la même résistance, enfin souvent avec les conditions topographiques dans lesquelles on se trouve. En général, il faut compter avoir une hauteur de chute de 1^{m} 60 à

1m 80, et des pentes d'autant plus fortes qu'on se rapproche plus du sommet, de manière à faciliter le départ des wagons débranchés. On arrive rarement du premier coup à la meilleure disposition, et le mieux est de se réserver d'arrêter le profil définitif d'après l'expérience. Il y a intérêt à faire communiquer les voies de débranchement avec les voies principales à leurs deux extrémités, de manière à permettre aux trains d'y accéder directement.

Dans certaines gares très importantes, comme celles d'Edge-Hill à Liverpool, de Newport, de Terrenoire, on a pu, en profitant de la disposition du terrain, placer à la suite les uns des autres des faisceaux de triage en pente ; dans ces conditions, lorsqu'un train a été amené sur la voie placée en tête du premier faisceau, qui elle-même est en pente, la machine peut l'abandonner ; il suffit de desserrer successivement les freins des wagons, pour qu'ils aillent les uns après les autres, isolément ou par rames, se trier sur les voies du premier faisceau où on les arrête en serrant les freins ; les wagons placés sur une des voies de ce faisceau sont ensuite lancés successivement, par le même procédé, sur les voies du second faisceau, où se fait leur classement ; il y a quelquefois un troisième faisceau, disposé de même, lorsque les voies des deux premiers ne sont pas en nombre suffisant pour permettre le triage et le classement complets. Ce système est ingénieux, il permet de faire économiquement le triage d'un nombre considérable de wagons, mais les installations sont très coûteuses ; de plus les wagons doivent être presque nécessairement munis de freins à main disposés de manière à pouvoir être saisis et serrés au passage par les agents.

Lorsqu'on fait le triage par la gravité, les rames de wagons se succèdent à de très courts intervalles ; il faut donc que les aiguilles soient manœuvrées très rapidement, et à moins d'avoir un grand nombre d'aiguilleurs ou d'imposer à ceux-ci un travail excessif, on est conduit à concentrer les leviers au même point, ou à peu près ; on se sert à cet effet de transmissions rigides ou de transmissions par fils, mais il est bon qu'elles ne produisent pas le calage des aiguilles afin de permettre leur prise en talon. Pour diminuer le nombre des leviers, on peut disposer certains d'entre eux de telle façon qu'ils manœuvrent plusieurs branchements à la fois ; ainsi, dans le faisceau représenté par la figure ci-dessous, le même levier peut manœuvrer à la fois les aiguilles 3, 4 et 5 ; comme il n'y a qu'une

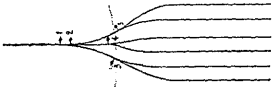


Fig. 430.

seule rame engagée à la fois sur le faisceau, il importe peu que les positions des aiguilles de ces appareils soient solidaires, du moment qu'elles ne se trouvent pas sur la même direction.

391. — Garage du matériel vide. — Le matériel vide est souvent garé simplement sur une ou plusieurs voies du faisceau de triage, d'où on l'enlève à mesure des besoins ; mais, dans certains cas, il est nécessaire d'avoir constamment à sa disposition un grand nombre de wagons vides, et alors il faut faire des voies spéciales pour les remiser. Ces voies doivent être placées à

portée des voies de triage, et communiquer avec elles aussi facilement que possible, car, dans la plupart des cas, les wagons vides sont mêlés dans les trains aux wagons chargés et il faut les trier avant de les faire passer sur les voies spéciales destinées à les recevoir.

On n'affecte en général, dans les gares, des voies spéciales au matériel vide que pour assurer la répartition quotidienne de ce matériel ; le matériel en excédent qui se trouve disponible dans les périodes de baisse de trafic est garé simplement soit sur les voies de stations secondaires qui, au même moment, se trouvent n'être pas utilisées, soit sur des voies de ballastières ou des voies provisoires.

§ 4. — SERVICES ACCESSOIRES.

I. — INSTALLATIONS SPÉCIALES AU SERVICE DE LA TRACTION.

392. — Dépôts de machines. — Nous avons exposé, à propos du service de la traction[1], les conditions dans lesquelles doivent être établies les installations nécessaires à ce service. Nous ne nous occuperons donc ici que de leur disposition par rapport aux autres installations des gares.

Les centres de groupement des machines (dépôts ou réserves) sont presque toujours placés dans des gares de bifurcation ou dans des gares terminus ; mais ils en sont complètement indépendants. Il n'existe avec les voies principales ou avec les voies de la gare qu'une ou deux communications par aiguilles ; les mouvements se font exclusivement, en deçà de ces aiguilles

1. Voir le chapitre XV.

sous les ordres et la responsabilité du Chef de dépôt ou de réserve, au delà sous les ordres et la responsabilité du Chef de gare ou de ses agents.

Il y a avantage pour la rapidité des manœuvres à rapprocher de la gare le dépôt des machines ; toutefois cet avantage ne doit pas être acheté au détriment de l'avenir. Presque toutes les gares de bifurcation sont appelées à s'étendre progressivement jusqu'à une limite qu'il est impossible de déterminer, et les dépôts de machines qu'elles renferment s'accroissent en même temps, et souvent même plus rapidement qu'elles, par suite de l'augmentation du trafic. Le déplacement d'un dépôt de machines est très coûteux en raison des constructions qui, même pour un dépôt peu important, arrivent très rapidement à représenter plusieurs centaines de mille francs. Aussi, lorsque le dépôt fait obstacle à l'agrandissement de la gare, est-on presque toujours conduit, pour éviter sa démolition, à donner aux voies des dispositions incommodes qui rendent l'exploitation coûteuse. Il ne faut jamais, à notre avis, même lorsque les installations des marchandises sont placées du même côté que le bâtiment des voyageurs, établir le dépôt en face de celui-ci ; il faut le placer à droite ou à gauche, autant que possible du même côté, mais, en tout cas, assez loin pour ne pas gêner l'extension des voies.

393. — Ateliers. — Les ateliers de petit entretien, qui servent au levage des wagons, se placent du côté du bâtiment des voyageurs et à l'extrémité des trottoirs, de telle façon qu'on puisse y amener les wagons par une des batteries de plaques qui coupent les voies principales ; dans ces conditions, ils ne sont pas une

gêne pour les extensions futures, et les manœuvres pour y amener les wagons sont très faciles.

Les ateliers de réparation des machines et wagons sont toujours entièrement indépendants des gares ; ils doivent néanmoins avoir des communications faciles avec les voies de triage, parce que les véhicules qui y entrent et en sortent chaque jour sont en nombre assez considérable. Les voies affectées spécialement aux ateliers doivent avoir un développement suffisant pour qu'on puisse y garer le matériel à réparer, en attendant qu'on y effectue les travaux nécessaires.

II. — ÉCLAIRAGE DES GARES.

394. — Éclairage au pétrole et au gaz. — On éclaire les gares et les stations au pétrole, au gaz ou à l'électricité.

L'éclairage au pétrole est plus économique que l'éclairage au gaz au point de vue de la consommation; il ne coûte guère plus de 0 fr. 0025 à 0 fr. 003 par *bougie-heure*, tandis que l'éclairage au gaz, calculé sur le pied de 0 fr. 30 le mètre cube, qui est le prix moyen, revient entre 0 fr. 0035 et 0 fr. 004. Mais l'emploi du pétrole exige, pour le garnissage, le nettoyage et l'allumage des lampes, une main-d'œuvre qui ne permet pas de multiplier le nombre des appareils dans les gares, à moins d'avoir des lampistes spéciaux dont le salaire élève notablement la dépense ; en outre, le gaz offre un grand avantage, c'est la facilité de la *mise en veilleuse*. En branchant sur une conduite spéciale les appareils qui éclairent les quais et trottoirs à voyageurs, au besoin même le vestibule, on peut, par le jeu d'un simple robinet, ouvrir en grand les becs ou les

mettre en veilleuse, c'est-à-dire baisser la flamme de manière à supprimer presque complètement la consommation du gaz, tout en conservant la facilité de rendre la lumière normale, sans nouvel allumage, par une simple manœuvre de robinet. On obtient ainsi, avec une dépense très modérée, un éclairage intense au moment du passage des trains de voyageurs, car la durée de leur stationnement dans les gares, ou tout au moins du service effectif qui correspond à leur présence, est toujours relativement courte. L'éclairage au pétrole n'exige comme installation que des lampes, dont le prix est très peu élevé, et des appliques ou des poteaux pour les fixer ; cela est presque insignifiant comme dépense. L'éclairage au gaz exige une canalisation, des candélabres et des appareils qui représentent un capital assez important ; on peut évaluer celui-ci dans les gares peu importantes à environ 70 à 100 francs par bec, en admettant, bien entendu, un éclairage moyen.

On n'éclaire guère au pétrole et au gaz que les installations destinées au service des voyageurs, et, dans les gares de quelque importance, les halles, quais et cours à marchandises. Dans certaines grandes gares néanmoins, les voies de triage sont éclairées au gaz ; mais alors la dépense est considérable, quoique la lumière soit insuffisante.

395. — Éclairage électrique. — Le véritable éclairage des grandes étendues, c'est l'éclairage électrique. Il tend à se répandre dans les villes, surtout dans les pays de montagnes, où des chutes d'eau permettent de se procurer économiquement la force motrice. Le prix auquel revient l'électricité est variable, mais lorsque

les particuliers ont avantage à l'employer, il y a également avantage à s'en servir pour les chemins de fer.

Dans les grandes gares on crée des installations spéciales pour l'éclairage électrique. Celui-ci est alors, pour une intensité lumineuse égale, beaucoup moins cher que l'éclairage au gaz, car la *bougie-heure* ne coûte pas plus de 0 fr. 0007 à 0 fr. 001 au lieu de 0 fr. 0035 à 0 fr. 004 ; l'économie est donc en nombre rond de 30 à 80 0/0 ; on peut en outre substituer à la mise en veilleuse l'allumage instantané à distance qui est encore plus avantageux. La dépense de l'éclairage électrique est néanmoins beaucoup plus élevée que celle de l'éclairage au gaz. Avec celui-ci on se contente habituellement d'un éclairage modéré, souvent insuffisant en réalité ; cela est impossible avec l'électricité, car on ne peut employer économiquement pour éclairer les grands espaces que des arcs, c'est-à-dire des foyers intenses ; or, quelle que soit la source à laquelle on l'emprunte, la lumière est toujours détestable et même dangereuse si elle n'est pas répartie de manière à éviter les différences tranchées d'éclairage entre les points voisins ; on est donc forcément conduit, du moment qu'on emploie des foyers intenses, à éclairer largement tous les points de l'espace dans lequel ils sont placés. L'éclairage électrique exige en outre des installations coûteuses ; pour éclairer une gare dans laquelle sont réunis des services importants de voyageurs, de marchandises et de triage, il faut compter au moins 200.000 francs, et on va beaucoup plus loin dans les très grandes gares. Il faut ajouter toutefois que les dépenses ainsi faites peuvent être utilisées pour d'autres usages, notamment pour les

manœuvres de plaques, de chariots roulants, etc., qui exigent des efforts considérables fréquemment répétés sans consommer un travail mécanique important par vingt-quatre heures ; il faut considérer aussi que, indépendamment de la commodité et de la sécurité qu'il donne, un éclairage abondant augmente la capacité d'une gare, en permettant de faire les manœuvres de nuit avec plus de rapidité.

§ 5. — RÈGLES GÉNÉRALES RELATIVES A L'ÉTUDE DES GARES ET STATIONS.

396. — Dispositions des gares et stations par rapport à la ligne sur laquelle elles se trouvent. — Nous avons examiné successivement les divers éléments dont se composent les gares et stations ; il nous reste à examiner comment ces stations doivent être disposées par rapport à la ligne ou aux lignes sur lesquelles elles se trouvent, et comment on peut déterminer l'importance qu'il convient de donner à leurs divers éléments.

Le choix de l'emplacement des gares et stations est une question d'étude de tracé ; nous en avons déjà parlé au début de ce cours. Il n'y a pas de règles générales à poser à ce sujet ; nous remarquerons seulement que, plus l'importance de la ligne est faible, plus il est nécessaire de rapprocher les stations des localités ; car, sur les lignes à faible trafic, le mouvement du chemin de fer comprend surtout de petits parcours et il faut, pour faciliter les voyages, venir prendre les voyageurs pour ainsi dire chez eux.

On doit, autant que possible, placer le bâtiment des voyageurs du côté de la localité à desservir ou, s'il y en a plusieurs, du côté de la localité la plus importante ;

en effet, en cas contraire, les voyageurs sont obligés de traverser la voie pour aller prendre leurs billets et faire enregistrer leurs bagages, s'ils en ont. Lorsque cette traversée se fait au moyen d'un pont par dessus ou par dessous, ce n'est qu'une perte de temps ; mais pour les stations ordinaires la traversée se fait presque toujours par un passage à niveau qui, s'il est gardé, est fermé cinq minutes avant l'heure de chaque train ; les piétons peuvent bien passer quand même, mais les voitures sont arrêtées, et d'ailleurs la circulation des piétons eux-mêmes sur un passage, au moment où un train est attendu, est toujours une cause de danger. Pour les marchandises, les passages à niveau ont moins d'inconvénients, surtout si le nombre des trains sur la ligne est faible ; les passages par dessus ou par dessous n'en auraient aucun, si la différence de niveau entre le chemin de fer et la route au droit de la traversée n'avait pour conséquence inévitable la création de rampes assez fortes aux abords, et par suite une difficulté pour la circulation des charrettes, chaque fois que les déclivités sont supérieures à celles qui existent sur le reste du parcours de la localité à la station. Malgré ces inconvénients, beaucoup d'ingénieurs préconisent la disposition dans laquelle la halle à marchandises se trouve du côté opposé au bâtiment des voyageurs par rapport aux voies principales ; elle n'est cependant pas préférable sans restriction dans les stations peu importantes, car elle oblige le chef de station à traverser en général trois ou quatre voies et deux trottoirs pour aller de son bureau à la halle à marchandises et, ce qui a encore plus d'inconvénients, elle oblige les clients de la station à faire le même parcours lorsqu'ils ont affaire au chef de gare. Les

agrandissements sont en outre très difficiles, car il est à peu près impossible d'ajouter de nouvelles voies sans démolir, et par suite sans reculer les halles, les quais et les cours.

La nécessité de placer les stations au niveau du chemin qui conduit à la plus voisine des localités à desservir, ou tout au moins à un niveau peu différent, pour éviter de trop fortes déclivités du chemin d'accès, et l'obligation où l'on est presque toujours de desservir en même temps des localités ou des hameaux situés des deux côtés du chemin de fer, entraînent presque toujours comme conséquence, sauf dans les pays très accidentés, la création d'un passage à niveau à une des extrémités de la station ; il existe même souvent deux passages, un de chaque côté. Ces passages sont une gêne pour les manœuvres et surtout un obstacle aux extensions futures ; en outre, lorsqu'ils sont trop rapprochés du bâtiment des voyageurs, on est obligé de les intercepter pendant les stationnements des trains. On doit donc les éloigner de l'axe de la station, même au prix d'un allongement du chemin d'accès. Les installations des marchandises, si elles se trouvent par rapport à la voie du même côté que le bâtiment des voyageurs, ne doivent pas être placées entre celui-ci et le passage à niveau ou la route qui conduit à la station, d'abord pour éviter aux voyageurs un parcours inutile, et ensuite parce que le chemin d'accès est souvent une gêne pour l'élargissement et quelquefois pour l'allongement de la cour aux marchandises.

Les gares et stations doivent être en palier dans toute leur étendue ; toutefois il n'y a pas d'inconvénient grave à leur donner une pente faible, pourvu qu'elle ne dépasse pas trois millimètres. Il existe

quelques exemples de stations en fortes rampes ; non seulement ils ne sont pas à imiter, mais il ne faut accepter des solutions de cette nature qu'après s'être bien assuré que les conditions d'exploitation de la ligne permettent sans difficultés exceptionnelles de faire le service dans des stations ainsi disposées.

397. — Raccordement des tracés aux abords des gares de bifurcation. — On doit toujours réserver pour les gares de bifurcation un palier très long, d'au moins sept cents mètres, sauf bien entendu sur les lignes de montagnes, où les trains sont nécessairement courts, et où l'adoption de très longs paliers entraînerait la plupart du temps des dépenses exagérées. Les raccordements des voies occupent en effet un espace dont il faut tenir compte. Lorsque les voies se détachent successivement les unes des autres du même côté de l'axe de la ligne, il faut compter entre deux branchements successifs un espace d'au moins 40 à 45 mètres. On peut quelquefois réduire ces longueurs par différents artifices ; mais, à moins que la place ne manque absolument, c'est une faute de rendre ceux-ci nécessaires au moment même de la construction de la gare. Il

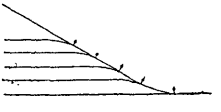


Fig. 431.

est donc sage, lorsque deux lignes doivent se raccorder dans une gare, de les tracer parallèlement sur une certaine longueur, de telle façon que l'impossibilité de reculer les appareils de bifurcation ne soit pas une gêne pour les agrandissements futurs. Le point où les

deux lignes se rejoignent ne doit pas être à moins de 500 mètres de l'axe de la gare, sauf lorsqu'il s'agit de lignes à fortes rampes ou de bifurcations sans importance.

398. — Détermination de l'importance à donner aux diverses installations. — Pour dresser un projet de gare ou de station, il faut connaître exactement non seulement la configuration du terrain et le tracé de la ligne, mais aussi le trafic en vue duquel doivent être étudiées les installations à créer. Or, comme nous l'avons déjà vu, il est difficile, pour les lignes en construction, de déterminer le trafic probable, même approximativement ; en outre, sur ces lignes comme sur les lignes déjà construites, il faut compter sur son augmentation progressive ; mais il est impossible de déterminer la loi suivant laquelle il croîtra. Vaut-il mieux faire immédiatement des installations complètes en vue d'un trafic qui ne sera peut-être atteint qu'au bout d'un grand nombre d'années ? Vaut-il mieux, au contraire, ne faire que le strict nécessaire, en réservant pour l'avenir les agrandissements, qui pourront ainsi être faits à mesure des besoins ? Les deux systèmes ont été défendus et appliqués. Aujourd'hui, l'expérience acquise permet de se prononcer : la meilleure méthode consiste à mettre les installations à créer en rapport avec les besoins actuels et non avec les besoins éventuels, mais en réservant l'avenir aussi largement qu'on peut le faire, en sorte que les agrandissements futurs soient non seulement possibles, mais faciles. Cette dernière condition est très importante. Si on dispose sans discernement les bâtiments et les voies, il faudra démolir les uns pour

agrandir les autres ; si on s'enferme dans des emprises trop étroites, on ne pourra les augmenter, dans beaucoup de cas, qu'en achetant fort cher les maisons qui auront été construites aux abords, etc. On peut donc dire que le projet à étudier est celui des aménagements à prévoir pour l'avenir, et que le projet à exécuter est un extrait du premier en rapport avec les besoins du moment. On représente habituellement, sur les dessins, les installations à exécuter de suite en traits pleins, et celles dont l'exécution est ajournée en traits pointillés.

Quelle que soit la part que l'on réserve à l'avenir, il faut proportionner au trafic, en vue duquel on crée ces installations, l'étendue des bâtiments, des voies de service, des halles et des quais. Il est difficile de déterminer d'une manière absolue des rapports entre le nombre des voyageurs et la surface des bâtiments, et entre le tonnage et les longueurs de voie ou les surfaces des halles et des quais ; ces rapports varient, en effet, avec la nature des marchandises, avec la répartition du trafic entre les différentes époques de l'année, souvent même avec le mode d'exploitation. Aussi les ingénieurs de chemins de fer s'en rapportent-ils trop souvent, dans ces questions, à leur expérience et à leur coup d'œil ; ni l'un ni l'autre ne suffisent dans beaucoup de cas ; et, sans vouloir enfermer dans des formules la science de l'exploitation, on peut chercher à établir des données moyennes, pour servir de base aux études lorsque les chiffres précis manquent comme cela arrive presque toujours.

M. Sévène, qui avait réuni quelques renseignements à ce sujet dans le cours qu'il professait à l'Ecole des Ponts et Chaussées, indiquait pour les voyageurs le chiffre de 1mq de surface de bâtiments par cent voya-

geurs expédiés annuellement. Il faisait observer d'ailleurs que, contrairement à ce qu'on pourrait croire, le rapport de la surface des bâtiments au nombre des voyageurs augmente, au lieu de décroître, à mesure que l'importance de la station augmente elle-même ; cela tient aux locaux accessoires (bureaux, buffets, etc.) dont le développement du trafic entraîne la création. Le chiffre donné par M. Sévène a été établi à une époque où les voyageurs restaient renfermés dans les salles d'attente ou dans le vestibule de la gare jusqu'au moment de l'arrivée des trains, et où les voyages à courte distance par chemins de fer étaient beaucoup moins développés qu'ils ne le sont devenus depuis. Actuellement, pour une station de faible ou de moyenne importance, on peut considérer la surface du bâtiment comme suffisante tant que le nombre des voyageurs ne dépasse pas 200 à 300 par an et par mètre carré ; lorsque le service de banlieue prédomine, ce dernier chiffre peut être dépassé de beaucoup, surtout si une partie des trottoirs est couverte. Le nombre des voyageurs n'est d'ailleurs pas le seul élément qui influe sur la surface des bâtiments ; les nécessités du service des bagages et de la messagerie entrent aussi pour une part importante dans le développement à leur donner. On s'est jusqu'ici fort peu préoccupé de ces dernières dans la construction des gares et stations de faible ou même de moyenne importance ; elles doivent aujourd'hui entrer en ligne de compte dans les installations à prévoir ; c'est le seul moyen d'empêcher que les locaux réservés au public (salles d'attente, abris, vestibule) soient envahis par les colis que les chefs de station ne savent où déposer, et transformés sur une partie plus ou moins grande de leur étendue en bureaux pour les agents

chargés des écritures. Il est d'ailleurs, comme nous l'avons dit précédemment, toujours sage de disposer les bâtiments de manière à rendre faciles les agrandissements ultérieurs.

Pour les quais et halles couvertes, M. Sévène indiquait une surface de 4 à 5mq. comme correspondant normalement à 100 tonnes à manutentionner par an, soit de 20 à 25 tonnes par mètre carré, déduction faite bien entendu des marchandises pour lesquelles ces installations ne sont pas utilisées, c'est-à-dire de celles qui sont chargées et déchargées en débord ou transbordées de wagon à wagon. Ces données sont un peu larges ; d'après des relevés nombreux, on peut admettre, comme correspondant à un service normal, un mouvement annuel de 25 à 35 tonnes par mètre carré ; dans les grandes gares, où l'on a toujours à sa disposition les wagons nécessaires au chargement, et où il existe un camionnage bien organisé qui permet l'enlèvement rapide des marchandises, on peut atteindre, sans que le service risque d'être entravé, 50 tonnes et même plus par mètre carré.

Pour les voies de chargement et de déchargement on peut admettre que le nombre des tonnes manutentionnées par an et par mètre de longueur de voie est de 60 à 120 lorsque le trafic ne dépasse pas 50.000 tonnes par an, de 120 à 150 lorsque le trafic est compris entre 50.000 et 200.000 tonnes, et qu'il va en croissant jusqu'à 400 tonnes environ dans certaines gares très importantes. Le rapport du tonnage journalier pendant les périodes les plus chargées au tonnage journalier moyen est habituellement compris entre 4/3 et 2.

Pour les voies de formation des trains, le rapport de la longueur au nombre de wagons manutentionnés

peut varier dans les proportions les plus étendues, selon l'intensité du trafic, la disposition de ces voies etc. La moyenne par jour paraît être pour les grandes gares de 60 à 80 wagons par voie et de 20 à 25 wagons par 100 mètres de longueur ; pour les petites gares, de 20 à 30 wagons par voie et de 8 à 10 wagons par 100 mètres de longueur.

Pour les voies de triage et de transbordement, on peut compter dans les grandes gares en moyenne 25.000 wagons par an et par voie ou 60 à 80 wagons par an et par mètre courant, en comptant une longueur de voies de 300 à 400 mètres ; pour les petites gares, ces chiffres doivent être diminués de moitié. Il ne s'agit ici que de moyennes, car la capacité des faisceaux de triage varie énormément selon le nombre des branches entre lesquelles se fait le triage, selon que le faisceau est ou non pourvu de plaques tournantes, selon que le débranchement se fait par la gravité ou à la machine, enfin, selon les voies de garage dont on dispose. Les chiffres que nous venons de donner se rapportent aux wagons ; si on veut en déduire le trafic correspondant, il faut tenir compte non seulement de leur capacité, mais de leur coefficient d'utilisation. Ce coefficient varie selon les réseaux, et aussi selon les gares, avec la nature du trafic, l'importance des opérations de transbordement, la direction des courants de wagons vides, etc. En admettant, comme moyenne, une charge utile de trois à quatre tonnes par wagon, on peut compter en nombre rond sur un chiffre de 200 à 300 tonnes par an et par mètre courant de voie.

Pour les halles et hangars de transbordement, il faut compter par mètre courant de longueur de quai, et non par mètre carré comme pour les halles du service

local, parce que leur capacité dépend à peu près exclusivement de la rapidité des chargements et des déchargements ; la largeur est un élément de commodité et, dans certains cas, d'économie de personnel, mais non de capacité de trafic. En moyenne, on ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité en comptant de 500 à 800 tonnes par mètre courant de voie et par an. Pour une halle d'une largeur de 10 mètres, cela fait environ le double de la capacité qui correspond au service local[1].

399. — Observation générale. — Les indications qui précèdent permettent d'étudier les dispositions relatives à chaque nature d'installations ; mais, sauf en ce qui concerne les petites stations, dans lesquelles il suffit de juxtaposer le service des marchandises au service des voyageurs, nous n'avons pas donné de règles précises pour arrêter dans son ensemble un plan de gare. C'est qu'en réalité, il n'y en a pas. L'Ingénieur qui étudie le projet d'une gare n'a jamais carte blanche pour en arrêter les dispositions. S'il s'agit d'une construction nouvelle, il y a les obstacles qui proviennent de la disposition du terrain, des accès à ménager, des chemins à maintenir, etc.; s'il s'agit d'un agrandissement, il faut tenir compte non seulement des mêmes obstacles, mais aussi des installations existantes

1. Les chiffres que nous donnons résultent, pour la plupart, pour le service des marchandises des statistiques recueillies pour le Congrès international des chemins de fer par MM. de Larminat et Moffre ; nous les avons contrôlés au moyen des éléments que nous a fournis l'examen de nombreuses gares et stations du réseau de l'Etat dont nous connaissions d'une manière complète les conditions d'exploitation ; ils peuvent certainement, à défaut d'autres plus précis, être admis pour la rédaction des projets.

dont la démolition ou le remaniement exige souvent une dépense considérable. Il faut se préoccuper aussi des méthodes d'exploitation en usage sur le réseau auquel appartient la gare. Sans doute ces méthodes peuvent être modifiées, mais les modifications qu'elles comportent doivent être étudiées avec ensemble, en tenant compte de considérations de diverses natures, et les dispositions des voies et des locaux affectés au service n'interviennent souvent que d'une manière accessoire dans leur étude. En fait de plans de gare, il faut bien connaître les avantages et les inconvénients des diverses dispositions en usage ; mais il ne faut pas avoir de types arrêtés, et surtout il faut se garder des idées absolues qui conduisent le plus souvent à des erreurs.

CHAPITRE XVIII

ORGANISATION DES GARES ET BIFURCATIONS

AU POINT DE VUE DE LA SÉCURITÉ

§ 1. — EMPLOI DES SIGNAUX DANS LES GARES.

400. — But des signaux. — Dans les stations secondaires, les mouvements de trains et les manœuvres de wagons se font sous les ordres du Chef de station ou de son remplaçant, qui est chargé en même temps d'assurer la manœuvre des aiguilles et des signaux qui protègent la station. Il ne peut donc y avoir collision entre deux trains ou entre un train et des wagons en stationnement ou en manœuvre, que si les précautions simples et précises prescrites pour éviter ces accidents ont été omises. Mais dans les gares importantes et dans les gares de bifurcation il n'en est pas de même. Un seul agent ne peut être chargé à la fois de commander les manœuvres, d'assurer le service des aiguilles et des signaux qui protègent la gare, de faire partir les trains, etc. Plusieurs trains[1]

1. Dans notre exposé nous admettrons qu'il n'y a que des *trains* en circulation ou en manœuvre. En réalité, il y a en outre, dans les gares, des mouvements et des stationnements de machines et de véhicules, en groupes ou isolés, qu'on désigne souvent sous le nom de *manœuvres* appliqué à l'ensemble des véhicules en mouvement ; mais les règles relatives à la protection des mouvements ou stationnements sont évidemment les mêmes dans les deux cas, et il n'y aurait aucun intérêt à

doivent en outre pouvoir circuler ou manœuvrer indépendamment les uns des autres. Pour que la sécurité soit assurée, il faut que chacun de ces trains ne puisse suivre la direction dans laquelle il est engagé que si le chemin est libre devant lui, et s'il n'est pas exposé à rencontrer un autre train venant rejoindre ou croiser cette direction. On réalise ces conditions par l'emploi de signaux, par la concentration des leviers de manœuvre en groupes confiés chacun à un même agent, enfin par les enclenchements.

Les bifurcations peuvent être considérées, selon leur position, soit comme faisant partie des gares aux abords desquelles elles se trouvent, soit comme constituant elles-mêmes au point de vue du mouvement de véritables gares, où les trains ne s'arrêtent que si la voie qu'ils doivent suivre n'est pas libre.

401. — Nature des signaux. — On emploie, en France, dans les gares trois sortes de signaux :

Les *signaux d'arrêt*,

Les *signaux indicateurs de direction d'aiguilles*,

Les *signaux indicateurs de position d'aiguilles*.

Nous avons déjà parlé des signaux d'arrêt à propos du mouvement des trains.

Les signaux indicateurs de direction d'aiguilles, dont nous avons également parlé, sont, d'après les prescriptions du code des signaux, placés aux aiguilles en pointe où le mécanicien doit préalablement demander la voie utile par le sifflet de la machine, c'est-à-dire exclusivement aux bifurcations.

surcharger le langage, pendant la discussion qui va suivre, de l'énumération des trains, portions de trains, machines isolées ou rames de wagons auxquels elle peut s'appliquer.

Les signaux indicateurs de position d'aiguilles ne s'adressent pas aux agents des trains et ont seulement pour objet de permettre aux agents des gares de reconnaître à distance cette position.

En Angleterre et en Belgique, les signaux qui s'adressent aux trains sont en même temps signaux d'arrêt et indicateurs de direction, chaque fois qu'ils sont placés en avant d'aiguilles abordées par la pointe. A cet effet, au droit de chaque aiguille ou groupe d'aiguilles sont placés un ou plusieurs mâts portant

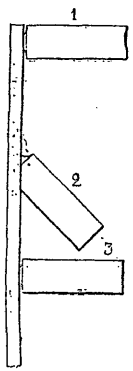


Fig. 432.

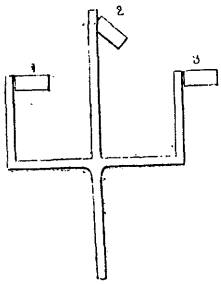


Fig. 433.

autant de palettes qu'il y a de directions, et chacune de ces palettes, selon qu'elle est horizontale ou inclinée, indique que la direction correspondante est fermée ou ouverte.

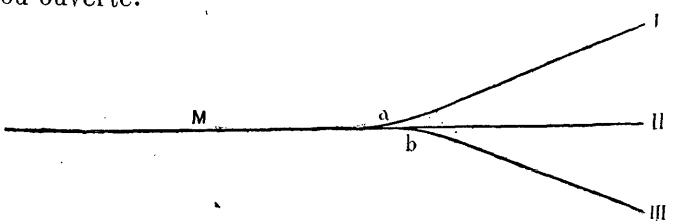


Fig. 434.

Ainsi pour fermer ou pour ouvrir le passage sur les

aiguilles a et b, on place en M un mât portant trois palettes superposées, ou trois mâts placés sur la même perpendiculaire à la voie. Si les trois palettes sont horizontales, le passage est interdit. Si l'une des palettes est inclinée, 2 par exemple, le passage est libre sur la voie II. Bien entendu, on ne peut ouvrir à la fois deux directions, puisque la combinaison des diverses positions des aiguilles ne peut en donner qu'une.

On fait quelquefois jouer, en France, aux signaux indicateurs de direction d'aiguilles le rôle qu'ils jouent en Angleterre et en Belgique, c'est-à-dire que chacun d'eux correspond non à un seul changement de voie, mais à une direction, et indique si celle-ci est ouverte ou fermée.

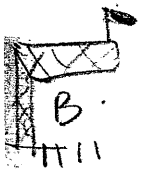
402. — Mode d'emploi des signaux. — On peut employer les signaux dans les gares de deux manières différentes. On peut couvrir par des signaux spéciaux chaque point dangereux (appareil, groupe d'appareils, point de stationnement, etc.) indépendamment des autres, ou bien se servir du même signal pour protéger une série de points dangereux placés à la suite les uns des autres, non seulement sur une même direction, mais même, comme nous le verrons plus loin, sur plusieurs directions différentes. Ce second système permet de diminuer le nombre des signaux dans une forte proportion. Il n'y a pas là seulement une question d'économie. Indépendamment de la difficulté qu'on éprouve à placer les signaux lorsqu'ils sont nombreux, leur multiplication offre un véritable danger en raison de la confusion que peuvent produire leurs indications dans l'esprit des mécaniciens. La seule objection qu'on puisse faire à ce système est tirée

des erreurs que les agents peuvent commettre dans les combinaisons des positions des leviers, erreurs d'autant plus probables que ces combinaisons sont plus compliquées ; mais l'emploi des enclenchements, obligatoire dans toutes les gares de quelque importance, les rend aujourd'hui impossibles.

Si les mouvements à effectuer se réduisaient au passage des trains, il suffirait de placer des signaux à l'entrée des gares et à la sortie des voies de stationnement. Mais il y a aussi à considérer les manœuvres qui n'empruntent les voies que sur certaines parties de leur longueur dans le sens de la sortie ou dans le sens de l'entrée ; il faut placer des signaux supplémentaires pour les protéger ou les autoriser, tout en laissant libre le passage sur les directions qu'elles n'engagent pas. Nous verrons en outre plus loin qu'on est souvent conduit, par divers motifs, à concentrer les leviers de manœuvre des appareils et signaux d'une même gare dans plusieurs postes isolés les uns des autres. Chacun de ces postes doit pouvoir se défendre contre les mouvements des trains autorisés par les autres postes ; il en résulte la nécessité de signaux supplémentaires. On peut, dans certains cas, supprimer cette obligation par des enclenchements à distance, mais ceux-ci ne sont encore employés qu'à l'état d'exception.

Malgré toutes les simplifications, la protection des voies exige dans les grandes gares des signaux nombreux entre lesquels il importe d'éviter la confusion. Le meilleur moyen pour y arriver consiste à placer, autant que possible, ces signaux sur des lignes transversales à l'axe général des voies en les faisant supporter au besoin par des potences à bras allongé ou des passerelles ; le mécanicien de chaque train trouve ainsi

directement en face de lui tous les signaux qui défendent la région dans laquelle il va pénétrer et ne peut avoir de doute au sujet de celui qui s'adresse à la voie qu'il parcourt.



403. — Groupement des leviers de manœuvre des signaux et appareils. — Pour que les divers mouvements de trains puissent s'effectuer sans confusion et avec une rapidité suffisante, on réunit les leviers des changements de voie et des signaux en groupes dont chacun est confié à un seul agent responsable de leur manœuvre. Mais cette réunion ne suffit pas pour assurer la sécurité d'une manière complète. Même avec beaucoup de soin et d'attention, l'aiguilleur qui manœuvre un grand nombre de signaux et d'appareils est exposé à confondre entre eux certains leviers ou à se tromper dans l'ordre de leur manœuvre. Les enclenchements, qui sont obligatoires à toutes les bifurcations et dans les gares de quelque importance en vertu de circulaires ministérielles du 13 septembre 1880 et du 2 novembre 1881, ont pour objet de rendre ces erreurs impossibles. Les enclenchements mécaniques, qui sont seuls d'un usage général, ne peuvent être réalisés d'une manière simple que si les leviers des appareils et signaux à enclencher sont placés à côté les uns des autres. D'un autre côté, ce rapprochement évite aux agents des déplacements qui sont à la fois une fatigue et une perte de temps. Aussi est-on conduit à grouper au même point tous les leviers manœuvrés par le même aiguilleur, en actionnant les appareils de changement de voie[1] aussi bien que les signaux au

1. Nous désignons ainsi, non seulement les changements de voie simples, mais les traversées-jonctions qui ne sont, en fait, que la réunion de plusieurs changements de voie.

moyen de transmissions à distance. Avec ce système, chaque gare peut ne comprendre que deux postes d'aiguilleurs, un à chacune de ses extrémités, et même n'en comprendre qu'un seul, si elle est très courte ou si elle est en cul-de-sac. Dans ce cas, lorsqu'il s'agit d'une gare importante, le nombre des leviers d'un poste atteint quelquefois cent et peut même dépasser notablement ce chiffre. Mais les communications entre les aiguilleurs et les chefs d'équipe chargés de commander les mouvements sont difficiles aux grandes distances ; les transmissions rigides, qui sont le plus usitées pour la manœuvre des aiguilles, ne fonctionnent plus convenablement lorsque leur longueur dépasse 200 à 250 mètres ; il y a intérêt, au point de vue de la rapidité et de la précision des mouvements et même au point de vue de la sécurité, à ce que chaque aiguilleur ait constamment sous les yeux, à une distance suffisamment rapprochée, les appareils et les signaux d'arrêt qu'il est chargé de manœuvrer, enfin, le service d'un même poste ne peut être confié à un seul agent que si le nombre de leviers est limité, et dans le cas contraire, le dédoublement de ce poste, plus économique comme installation, n'entraîne aucun surcroît de dépense d'exploitation. On a donc pris le parti, sur la plupart des réseaux, de multiplier les postes d'aiguilleurs, et d'en placer, dans les grandes gares, non seulement à chacune des extrémités mais aussi au droit de chaque groupe important d'appareils.

Quelle que soit l'importance des gares, le groupement et l'enclenchement des leviers des appareils de changement de voie ne sont pas obligatoires d'une manière absolue ; il y a intérêt, pour la facilité des mouvements, à laisser libres et souvent à manœuvrer sur place les

leviers des appareils qui n'intéressent pas directement la sécurité, établissent les liaisons entre les voies de marchandises ou les voies de garage du matériel ; il en est de même, dans certains cas, de changements de voies situés sur les voies principales, notamment dans les gares peu importantes. On peut aussi trouver avantage à manœuvrer sur place certains appareils, tout en subordonnant par des enclenchements leur position à celle d'autres appareils ou de signaux ; l'enclenchement se fait, dans ce cas, à distance.

Au nombre des points dangereux et qui exigent une protection, il faut compter les points de stationnement des trains, puisque ceux-ci interceptent les voies sur lesquelles ils se trouvent. D'un autre côté, il importe, au point de vue de la rapidité, que les manœuvres de changement de machine, d'échange de véhicules, etc., puissent se faire, pour les trains de voyageurs, sans l'intervention de postes placés à une distance plus ou moins grande. Aussi assimile-t-on souvent à un poste d'aiguilleur, dans les gares où le nombre des voies de stationnement est important, la région où s'arrêtent les trains de voyageurs. Dans ce cas, c'est le chef ou le sous-chef de gare qui fait manœuvrer directement, par un homme d'équipe placé sous ses ordres, les leviers des changements de voie et des signaux destinés à permettre et à protéger les mouvements et les stationnements de trains dans cette région. On complète quelquefois la protection au moyen de verrous électriques ou mécaniques, de désengageurs ou d'autres appareils permettant d'immobiliser à distance les signaux ou changements de voie. Pour que la sécurité soit complète, les verrous doivent être enclenchés avec les appareils à verrouil-

ler, de manière à ne pouvoir être fermés que si ceux-ci occupent la position dans laquelle ils doivent être immobilisés.

Les mouvements sont commandés soit par un chef ou un sous-chef de gare lorsqu'il s'agit du départ de trains, soit simplement par des agents appelés chefs d'équipe, lorsqu'il s'agit de manœuvres. Les chefs et sous-chefs de gare communiquent avec les postes et ceux-ci communiquent entre eux au moyen d'appareils de correspondance mécaniques ou électriques (mâtereaux à sonnette, appareils Jousselin, appareils à guichets, téléphones, etc.). Les chefs d'équipe, qui sont obligés de circuler au milieu des voies pour diriger les manœuvres, ne peuvent correspondre avec les postes que verbalement ou, lorsque la distance est trop grande, au moyen de gestes convenus. Les aiguilleurs sont donc obligés de suivre constamment des yeux les mouvements qui s'effectuent et ceux qui les commandent. La division des postes offre à ce point de vue des avantages très sérieux, parce qu'elle permet de diminuer la distance qui sépare les chefs d'équipe des aiguilleurs.

Le système que nous venons d'exposer est usité en France, en Belgique et en Angleterre ; celui qu'on emploie en Allemagne est différent. Les appareils d'enclenchement sont concentrés dans un poste central placé à portée du chef de gare et qui comprend seulement, outre les leviers de manœuvre de certains signaux, des verrous destinés à immobiliser les appareils de changement de voie dans des positions données. Les aiguilleurs ne peuvent donc manœuvrer que les appareils qui ont été déverrouillés et par suite ne peuvent ouvrir que la direction autorisée par le poste central. Aucun mouvement ne peut se faire sans

l'intervention du chef de gare ou de son délégué, et le service des aiguilleurs est purement mécanique.

§ 2. — ENCLENCHEMENTS.

I. — OBJET ET CLASSIFICATION DES ENCLENCHEMENTS.

404. — Principes généraux. — Ainsi que nous l'avons dit précédemment, les enclenchements ont pour objet de rendre impossibles les erreurs dans la manœuvre des signaux et appareils qui pourraient offrir un danger pour la sécurité. Chaque signal ne doit donc pouvoir être ouvert que si les autres signaux et appareils sont disposés de façon à ne causer ni collision, ni déraillement sur l'itinéraire ou les itinéraires auxquels il sert d'origine ; ces signaux et appareils doivent, en outre, rester immobilisés tant qu'il n'est pas fermé. C'est pour ce motif qu'on a souvent défini le but des enclenchements de la manière suivante : rendre obligatoire un ordre déterminé dans la manœuvre des signaux et appareils. La solution des questions de cette nature serait très simple si les conditions que nous venons d'indiquer devaient seules être remplies ; mais il faut aussi que la liberté des mouvements des trains [1] soit assurée dans les limites compatibles avec la sécurité, c'est-à-dire que les moyens employés pour prévenir les collisions et les déraillements ne fassent pas obstacle à la circulation suivant les différents itinéraires qui doivent être ouverts soit simultanément, soit successivement.

1. Nous rappellerons que nous désignons, dans cet exposé, sous le nom de trains, non seulement les trains proprement dits, mais aussi les machines et wagons en manœuvre.

Nous admettrons, dans ce qui va suivre, que le lecteur est au courant de la théorie que nous avons exposée dans le premier volume de cet ouvrage[1]. Nous rappellerons seulement le principe de la notation que nous avons adoptée et qui consiste à représenter chaque enclenchement par la combinaison des positions de leviers ou d'appareils qu'il a pour but de rendre impossible. Ainsi :

(Ad, Br)

signifie que le levier A droit est incompatible avec le levier B renversé ; il équivaut donc aux deux enclenchements réciproques :

$$\frac{\text{Ad}}{\text{Bd}} \qquad \frac{\text{Br}}{\text{Ar}}$$

De même

$$\text{Ad} \left\{ \begin{matrix} \text{Br} \\ \text{Cd} \\ \text{Dr} \end{matrix} \right.$$

signifie que A droit est incompatible avec B renversé, avec C droit et avec D renversé, il équivaut donc à :

$$\frac{\text{Ad}}{\text{Bd}} \qquad \frac{\text{Ad}}{\text{Cr}} \qquad \frac{\text{Ad}}{\text{Dd}}$$

et à leurs réciproques.

Enfin

(Ad, Br, Cd)

signifie qu'on ne peut avoir à la fois A droit, B renversé et C droit ; il équivaut donc aux trois enclenchements conditionnels corrélatifs.

Si Ad, Br enclenche Cr

Si Br, Ad enclenche Cr

Si Cd, Ad enclenche Bd

et à leurs réciproques.

1. Chapitre VIII, § 2.

Nous rappellerons également que le rôle d'un appareil dans un enclenchement est défini par la position qu'il occupe dans la combinaison que cet enclenchement a pour objet de rendre impossible. Ainsi, dans l'exemple qui précède, les rôles de A, de B et de C correspondent pour le premier et le troisième à la position droite, pour le deuxième à la position renversée.

Nous avons supposé que les différents itinéraires suivant lesquels les trains peuvent circuler ont toujours pour point de départ un signal, qui ne peut ouvrir le passage suivant cet itinéraire que lorsque les conditions jugées nécessaires pour la sécurité sont réalisées. C'est en effet ce qui a lieu habituellement ; néanmoins, dans certains cas exceptionnels, notamment dans les gares peu importantes où les chefs de manœuvre disposent eux-mêmes les aiguilles, il peut arriver qu'un ou plusieurs itinéraires soient ouverts simplement par un changement de voie pris en pointe ; on peut toujours passer du cas général à ce cas particulier en supposant l'existence sur l'itinéraire considéré d'un signal virtuel dont le mouvement serait solidaire du changement de voie placé à l'origine ; il y a seulement alors à tenir compte des incompatibilités auxquelles peut conduire la composition des enclenchements ; nous en reparlerons plus loin.

405. — Enclenchements de direction. — Nous appellerons enclenchements de direction ceux qui ont pour objet d'empêcher une combinaison donnée entre la position d'un signal et celle d'un changement de voie pris en pointe qui le suit. Il existe un enclenchement de cette nature entre chaque signal indicateur de direction et le changement de voie à la position

duquel ses indications sont subordonnées. Mais cet enclenchement est double[1], puisque chacune des positions du signal doit correspondre obligatoirement à une position donnée des aiguilles. On emploie les enclenchements de direction simples lorsque les signaux d'arrêt sont manœuvrés au moyen de leviers multiples[2]; chacun de ces leviers, qui correspond à un itinéraire donné, doit assurer la direction suivant cet itinéraire, et par suite être enclenché avec les changements de voie pris en pointe qui se rencontrent sur celui-ci.

Il est impossible d'enclencher un signal d'arrêt absolu avec un changement de voie pris en pointe placé après lui, sans intercepter d'une manière permanente l'un des deux itinéraires qui se détachent de cet appareil. Ainsi, dans la figure ci-après, si le signal placé en II' est enclenché avec le changement de voie b de manière à rendre impossible la combinaison[3]

(signal II' ouvert — b dévié),

l'itinéraire II' b a I sera constamment intercepté. Il n'est donc possible de réaliser un enclenchement de direction entre un signal d'arrêt absolu et un changement de voie que si une seule des deux branches qui se détachent de celui-ci doit être abordée du côté de la pointe des aiguilles dans les mouvements de trains à prévoir; on y a recours dans ce cas pour empêcher de

1. Voir tome I, page 46.

2. Voir *Infrà*, n° 407.

3. Nous adopterons, dans ce qui va suivre, les notations *ouvert* et *fermé* (par abréviation *ouv.* et *fer.*) pour définir la position des signaux, *direct* et *dévié* (par abréviation *dir.* et *dév.*) pour définir la position des aiguilles des changements de voie. Ces notations équivalent aux indications *droit* et *renversé* que nous avons employées dans le 1er volume; mais elles sont plus claires pour l'exposé que nous avons à faire dans le présent chapitre.

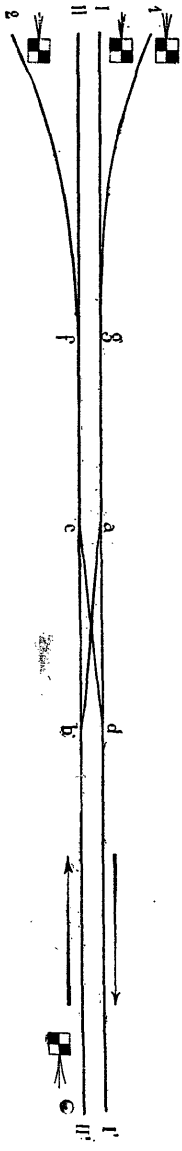


Fig. 435.

fausses directions ou pour supprimer des itinéraires inutiles. Considérons, par exemple, une double voie I-I', II-II' sur laquelle viennent se brancher deux voies accessoires 1 et 2. Un enclenchement de direction entre le signal placé en I et l'appareil a empêchera que les trains sortant de la gare soient dirigés à contre voie vers II', tout en permettant l'accès direct de la voie 1 pour les trains venant de II'. On peut également établir des enclenchements de direction entre le signal placé en 1 et l'appareil a et entre le signal placé en 2 et l'appareil c, de manière à empêcher sur la voie II-II' au delà de c les manœuvres de tiroir des trains venant des voies accessoires et à réserver seulement la voie I pour cet usage.

Dans certains cas, les enclenchements de direction ont pour objet, non d'intercepter d'une manière absolue le passage sur une des deux branches d'un changement de voie, mais d'obliger les trains à marquer l'arrêt avant de s'y engager. Supposons, par exemple, que dans la disposition représentée par la figure ci-contre, le signal II' soit enclenché avec les appareils b et f de manière à ne permettre, lorsqu'il est ouvert, que le passage suivant II-II' ; l'entrée directe des trains

ne sera alors possible que sur la voie II ; mais, si un train s'arrête en avant de b ou de f après avoir franchi le signal, l'aiguilleur n'aura qu'à refermer celui-ci pour que les aiguilles redeviennent libres ; le train pourra donc être dirigé au besoin soit sur la voie 1 par la diagonale ba et le branchement g, soit sur la voie 2 par le branchement f. On évite ainsi que les trains de voyageurs soient aiguillés par erreur sur des voies accessoires où ils pourraient rencontrer un obstacle ; par contre, les trains de marchandises ou les trains en manœuvre qui doivent emprunter la branche conjuguée de celle qui suit la voie principale sont toujours obligés de marquer l'arrêt après avoir franchi le signal.

On peut assimiler aux enclenchements de direction, au point de vue du résultat qu'ils permettent d'obtenir, l'emploi des *leviers de manœuvre de changements de voie à contrepoids rivé*[1]. Dans ce système, il n'existe aucune liaison entre l'appareil et le signal qui en commande l'accès, mais les aiguilles sont disposées de façon à reprendre automatiquement, lorsqu'elles en ont été écartées, la position qui correspond à une direction constante ; pour qu'un train qui les aborde par la pointe puisse s'engager sur l'autre direction, il faut que le contrepoids soit maintenu par un agent et, aussitôt que celui-ci quitte l'appareil, la voie est faite de nouveau pour la direction normale. L'emploi des contrepoids rivés équivaut donc, en fait, à un enclenchement de direction qui pourrait, dans certaines conditions, être supprimé momentanément.

En dehors des cas que nous venons d'indiquer, les

1. Voir tome I, page 392.

enclenchements de direction s'emploient d'une manière générale pour subordonner la position des changements de voie à celle des leviers auxiliaires (leviers multiples pour la manœuvre des signaux, leviers directeurs), lorsqu'on a recours à ceux-ci.

406. Enclenchements de continuité. — Nous désignerons sous le nom d'enclenchements de continuité, les enclenchements qui ont pour objet d'assurer la continuité du passage suivant un itinéraire donné, c'est-à-dire d'empêcher qu'un train, après avoir trouvé ouvert le signal placé à l'origine de cet itinéraire, soit arrêté plus loin par un signal suivant. Le type de ces enclenchements est celui qu'on réalise habituellement entre les signaux d'arrêt absolu placés à l'entrée des gares et les signaux avancés qui les précèdent ; ils ont pour but d'éviter que les mécaniciens arrivent jusqu'à l'entrée de la gare, lorsque celle-ci est fermée, sans avoir été prévenus à distance d'avoir à se rendre maîtres de la vitesse de leur train. On emploie également, dans certaines gares franchies sans arrêt par les trains express, les enclenchements de continuité pour empêcher que les signaux d'entrée puissent être ouverts lorsque les signaux de sortie sont fermés ; le but de ces enclenchements est, comme dans le cas précédent, d'éviter que les mécaniciens arrivent en face du signal qui couvre un point dangereux sans avoir été avertis de sa fermeture à une distance suffisante.

Lorsqu'il existe entre deux signaux un enclenchement de continuité, tous les appareils enclenchés par le second sont également enclenchés par le premier. Soient en effet A et B ces deux signaux ; l'enclenchement de continuité qui existe entre eux sera de la forme :

(1) (A ouv. — B fer.).

mais les enclenchements par lesquels l'ouverture de B est subordonnée à la position des appareils qui le suivent sont de la forme :

(2) (B ouv. — .....).

la composition de ces derniers avec l'enclenchement (1) donne pour résultante des enclenchements identiques dans lesquels B est remplacé par A.

407. — Enclenchements de circulation. — Nous nommerons enclenchements de circulation ceux qui ont pour objet d'éviter les déraillements causés par la mauvaise position des appareils de voie. Dans les gares où il existe des enclenchements, les leviers sont, comme nous l'avons dit, habituellement groupés et les changements de voie sont, par suite, manœuvrés à distance. Avec les transmissions rigides qui sont les plus répandues en France, les appareils ne sont pas *talonnables*, c'est-à-dire que, si les aiguilles sont disposées pour la voie conjuguée de celle que suit le train, elles ne peuvent pas se déplacer sous l'effort des roues. Les appareils de manœuvre par fils, qui commencent à se répandre, sont habituellement disposés pour produire le calage et quelquefois même le verrouillage des aiguilles et ne sont pas non plus talonnables. Il résulte de ce fait qu'un accident (rupture d'aiguilles ou déraillement) est inévitable chaque fois qu'un train aborde, par le talon, des aiguilles disposées pour la voie conjuguée de celle qu'il suit. La manœuvre du signal qui ouvre un itinéraire doit donc être subordonnée par des enclenchements à la position des changements de voie pris en talon placés sur cet itinéraire. On la subordonne également à la fermeture

des verrous destinés à rendre impossible l'entrebâillement des aiguilles prises en pointe, lorsque le verrouillage de celles-ci est indépendant de leur manœuvre. Par exemple, si un signal A ouvre un itinéraire sur lequel se trouve un changement de voie a, pris en talon avec la position déviée, on aura :

$$(\text{A ouv.} \text{ — } \text{a dir.}).$$

puisque la position directe de a est incompatible avec l'itinéraire considéré. Si celui-ci rencontre ensuite un second changement de voie b, et que celui-ci soit pris en pointe, on assurera le verrouillage des aiguilles au moyen de l'enclenchement

$$(\text{A ouv.} \text{ — } \overset{\text{ouv.}}{\overline{\text{b}}}),$$

qui exprime que A ne peut être ouvert que si le verrou de b est fermé. Lorsqu'il n'existe pas de verrou indépendant des aiguilles, on emploie souvent, pour éviter qu'elles puissent être manœuvrées au moment même du passage d'un train, des enclenchements de passage[1], qui ne permettent de changer leur position que lorsque le signal qui les précède est fermé. Ainsi, dans le dernier exemple que nous venons de citer, le verrouillage de l'aiguille b serait remplacé par l'enclenchement

$$(\text{A ouv.} \text{ — b pendant sa course}).$$

Les enclenchements des plaques tournantes, des ponts tournants, etc., rentrent dans la catégorie des enclenchements de circulation, mais on n'y a recours qu'exceptionnellement.

408. — Enclenchements de protection. — Nous appellerons enclenchements de protection ceux qui ont

1. Voir tome I, pages 448 et 456.

pour objet d'empêcher les collisions, en rendant impossible l'ouverture simultanée de deux itinéraires qui se rencontrent en un ou plusieurs points. Considérons, par exemple, dans la figure ci-dessous les itinéraires

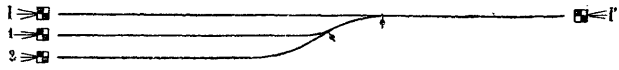


Fig. 436.

de I, de 1 ou de 2 vers I', et en sens inverse de I' vers I, 1 ou 2 ; le signal placé à l'entrée de l'un quelconque de ces itinéraires ne devra pouvoir être ouvert que si les signaux qui commandent les autres sont fermés. On aura donc

$$\text{I'ouv.} \begin{cases} \text{I ouv.} \\ \text{1 ouv.} \\ \text{2 ouv.} \end{cases}$$

$$\text{I ouv.} \begin{cases} \text{1 ouv.} \\ \text{2 ouv.} \end{cases}$$

$$(\text{1 ouv.} — \text{2 ouv.})$$

L'étude des enclenchements de protection peut être beaucoup simplifiée par les deux remarques suivantes :

1° *Les enclenchements de protection sont toujours à double effet ;* c'est-à-dire que l'enclenchement de protection d'un itinéraire donné contre les trains qui suivent un autre itinéraire protège également celui-ci contre les trains qui suivent le premier. Soient, en effet,

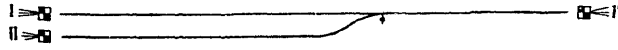


Fig. 437.

deux itinéraires I-I' et II-I' qui se rencontrent. Quel que soit le système de protection employé, il a pour objet

d'empêcher que ces deux itinéraires puissent être ouverts à la fois ; il protège donc chacun d'eux contre l'autre. Ce que nous venons de dire s'applique non seulement aux itinéraires qui convergent, mais aussi à ceux qui se coupent et à ceux qui suivent le même chemin en sens inverse.

2° *Lorsque deux itinéraires convergent, leur protection réciproque est assurée par l'enclenchement ou les enclenchements relatifs à ces itinéraires, qui assurent la circulation sur l'appareil de jonction du côté du talon.*

Considérons en effet, dans la figure précédente, les itinéraires I-I' et II-I' ; ils ne peuvent être ouverts simultanément, s'il existe des enclenchements de circulation, puisque celle des positions de l'appareil placé à leur point de rencontre qui est compatible avec chacun d'eux est incompatible avec l'autre. Considérons maintenant les itinéraires II-I' et I'-I ; le premier, en raison de l'enclenchement de circulation dont nous avons supposé l'existence, ne peut être ouvert que si l'appareil commun est disposé pour la voie déviée ; mais les trains ne peuvent aller de I' en I que si le même appareil est disposé pour la voie directe ; on ne peut donc ouvrir l'itinéraire I'-I en même temps que II-I'.

Il résulte de ces remarques que l'existence des enclenchements de circulation rend inutiles les enclenchements spéciaux de protection entre les itinéraires convergents.

3° *Lorsque deux itinéraires suivent, sur la totalité ou sur une partie de leur parcours, le même chemin en sens inverses, il suffit, pour assurer leur protection réciproque, de considérer chacun d'eux jusqu'à un*

point de rencontre fictif choisi arbitrairement sur ce chemin.

Considérons en effet, dans la figure ci-dessous, les

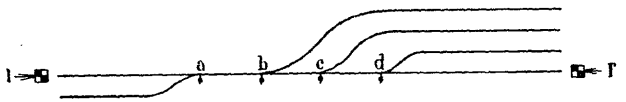


Fig. 438.

deux itinéraires I-I' et I'-I et un point quelconque de leur chemin commun, b par exemple ; si aucun train ne peut s'engager entre I' et b lorsque le chemin est ouvert de I à b ou inversement entre I et b lorsque le chemin est ouvert de I' à b, toute collision résultant de l'ouverture simultanée des signaux sera rendue impossible. Cette remarque permet de choisir le point de rencontre fictif des itinéraires de façon à réduire autant que possible le degré des enclenchements, qui, comme nous le verrons plus loin, dépend du nombre de changements de voie pris en pointe rencontrés entre chaque signal et le point à protéger.

Nous avons dit précédemment que l'ouverture des différents itinéraires est en général commandée par des signaux ; la protection n'est donc efficace que si les mécaniciens respectent les indications de ces signaux; on peut toutefois, lorsque la disposition des lieux le permet, la rendre absolue, en doublant les signaux de changements de voie enclenchés avec ceux qui dirigent les trains sur une voie en cul-de-sac lorsque le passage n'est pas libre. Les voies ainsi disposées s'appellent *voies de sécurité* [1]. On peut assimiler aux voies de

1. Les voies de sécurité doivent avoir une longueur suffisante pour qu'un train, qui aurait franchi le signal fermé, ait le temps de s'arrêter avant d'avoir atteint le cul-de-sac ; en cas contraire, il peut se produire un accident très grave, puisque, en arrivant à l'extrémité de la

sécurité, au point de vue de la protection, les *appareils à déraillement* employés quelquefois en Angleterre ; ils consistent en une simple lame d'aiguille dont la manœuvre est solidaire de celle du signal. Selon sa position, cette aiguille assure ou interrompt la continuité de l'une des files de rails ; lorsqu'un véhicule passe au droit du signal fermé, il trouve la voie coupée et tombe dans le ballast. Ce système n'est évidemment admissible pour appuyer les signaux que lorsque ceux-ci ne s'adressent pas à des trains proprement dits.

II. — RÉALISATION DES ENCLENCHEMENTS.

409. — Système des signaux indicateurs de direction. — La réalisation des enclenchements que nous avons définis ci-dessus peut se faire directement au moyen de relations binaires lorsque chacun des itinéraires à considérer est fermé par un signal qui lui est propre ; c'est ce qui arrive lorsque les signaux d'arrêt sont en même temps indicateurs de direction ; dans ce

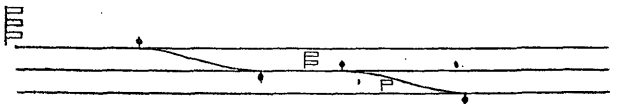


Fig. 439.

cas, il suffit d'enclencher chaque signal non seulement avec les changements de voie pris en pointe, mais aussi avec les verrous de ceux-ci et avec les changements de voie pris en talon, qui se trouvent sur l'itinéraire dont il commande l'entrée et, enfin, avec les signaux de direction qui ouvrent des itinéraires concurrents.

voie, le train est exposé à dérailler s'il n'y a pas de heurtoir, ou s'il y en a un, à se briser contre lui.

410. — Spécialisation des enclenchements. — Les enclenchements relatifs à un itinéraire donné ont pour effet d'intercepter, chaque fois que celui-ci est ouvert, le passage suivant tous les autres itinéraires qui ont avec lui un ou plusieurs points communs ; par conséquent, lorsqu'un même signal commande à la fois plusieurs itinéraires, les enclenchements relatifs à ceux-ci doivent être spécialisés, c'est-à-dire subordonnés à des conditions spéciales à chacun d'eux, de telle façon que lorsqu'une des branches qui se détachent du tronc commun est ouverte, le passage ne soit pas interrompu à la rencontre des autres branches. Considérons par exemple dans la figure ci-dessous, les voies I-I', II-II',

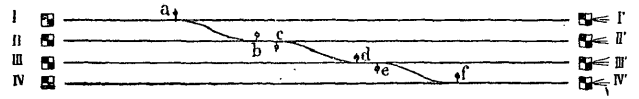


Fig. 440.

III-III', IV-IV', reliées par les diagonales ab, cd, ef ; le signal placé en I commande les quatre itinéraires I-I', I-II', I-III' et I-IV'. Pour que la sécurité du passage soit assurée suivant l'un quelconque de ces itinéraires, la position du signal I doit être subordonnée par des enclenchements à celle des verrous des changements de voie pris en pointe et à celle des aiguilles des changements de voie pris en talon qui se trouvent sur son parcours ; mais elle doit être indépendante de celle des verrous et aiguilles qui se trouvent sur les autres itinéraires ayant même origine ; par exemple, les relations qui subordonneront l'ouverture du signal I, pour l'itinéraire I-IV', à la position des verrous de a, de c et de e, et à celle des aiguilles de b, de d et de f devront cesser d'exister lorsque le même signal

sera ouvert pour donner le passage suivant I-I'; car, s'il en était autrement, les itinéraires II-II', III-III', IV-IV', II-III', etc., qui sont compatibles avec I-I', ne pourraient être ouverts en même temps que celui-ci.

La spécialisation des enclenchements est fondée sur le principe suivant. Pour qu'un train puisse suivre un itinéraire donné jusqu'à un point quelconque, il faut, non seulement que le signal qui ouvre le passage soit ouvert, mais aussi que les changements de voie pris en pointe qui suivent celui-ci jusqu'à ce point exclusivement soient disposés pour donner la direction voulue. Par conséquent; si, lorsque l'accès au point considéré doit être interdit, cette combinaison du signal et des appareils est rendue irréalisable par un enclenchement, le passage sera intercepté suivant l'itinéraire correspondant et suivant celui-là seul, car les combinaisons qui comportent l'ouverture du même signal avec des positions différentes d'un ou de plusieurs des changements de voie resteront réalisables. Nous appellerons enclenchements *complets* ceux qui satisfont à cette condition.

L'introduction des changements de voie pris en pointe dans les enclenchements crée une complication qu'il est utile d'éviter chaque fois que cela est possible. Or, la spécialisation n'a pour objet que de maintenir l'indépendance entre les itinéraires qui ne se rencontrent pas ; on peut s'en dispenser lorsqu'elle n'est pas nécessaire pour atteindre ce résultat ; il en est ainsi chaque fois qu'aucun des itinéraires ayant un tronc commun avec celui auquel se rapporte l'enclenchement ne peut être ouvert lorsque celui-ci est intercepté, et par suite, lorsque les itinéraires incompatibles avec ce dernier, en vertu de l'enclenchement

considéré, le sont également avec les premiers. Considérons, par exemple dans la figure ci-dessous, les différents itinéraires qui se détachent de l'appareil b ;

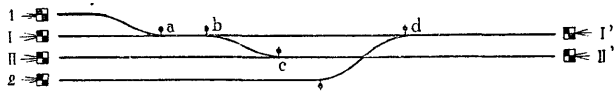


Fig. 441.

chacun de ceux qui suivent dans un sens ou dans l'autre l'une des branches b-I' et b-II' ne peut être ouvert que si l'itinéraire 2 d est intercepté, et réciproquement. Il est donc inutile d'introduire la position de l'appareil b *comme condition* dans les enclenchements entre le signal I ou le signal 1 et l'appareil d ou le signal 2. Dans la figure ci-dessous, on pourra encore

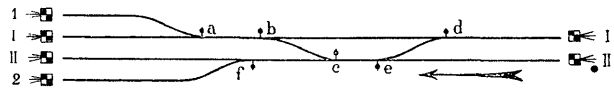


Fig. 442.

supprimer b dans l'enclenchement de circulation relatif à d, car lorsque le passage est ouvert suivant cd les deux branches partant de b sont forcément interceptées[1]. Si la voie II-II' peut être parcourue dans les deux sens, ce dernier appareil devra être maintenu dans les enclenchements relatifs à c et au verrou de e, car la branche b-II', peut être interceptée pour les itinéraires II-II' et 2-II' sans que b-I' le soit en même temps ; mais si la voie II-II' ne pouvait être parcou-

1. La diagonale ed, disposée pour donner la communication entre les voies I-I' et II-II' permet, il est vrai, les itinéraires I b c e d I' et 1 b c e d I', mais ceux-ci sont sans utilité puisqu'ils constituent simplement des dérivations des itinéraires directs entre I et 1 et I'.

rue que dans le sens de la flèche, ces deux derniers itinéraires n'existeraient plus et on retomberait dans le cas précédent.

Du principe que nous venons d'exposer on peut déduire les corollaires suivants, qui en facilitent l'application dans certains cas.

1° Chaque fois qu'il n'existe entre deux changements de voie pris en pointe successifs, aucun changement de voie pris en talon ni aucun point d'arrêt normal des trains, on peut ne pas tenir compte du premier dans l'enclenchement de direction ou de verrouillage relatifs au second. Tous les itinéraires qui passent par celui-ci passent en effet également par l'autre. Ainsi, on peut

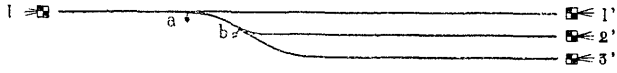


Fig. 443.

supprimer a de l'enclenchement entre le signal I et le verrou de l'aiguille b, car tous les itinéraires qui passent par b, passent forcément en a et par suite coupent I-I' ; il en serait de même pour l'enclenchement de direction entre I et b, s'il en existait un.

2° Chaque fois que deux appareils successifs pris l'un en pointe et l'autre en talon sont placés de telle façon que la branche de chacun d'eux conjuguée de celle qui correspond à l'itinéraire considéré soit placée du même côté par rapport à celui-ci, et qu'il n'existe entre eux ni traversée de voie, ni point d'arrêt normal des trains, le premier peut être supprimé de l'enclenchement de

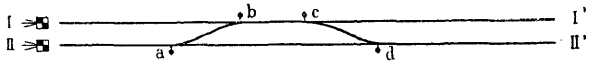


Fig. 444.

circulation relatif au second. Les branches conjuguées se coupent en effet forcément dans ce cas.

3° Chaque fois qu'un appareil n'est pris en pointe que dans une seule direction par tous les itinéraires commandés pour un même signal, il peut être supprimé des enclenchements relatifs à ces itinéraires, à l'exception toutefois de l'enclenchement de direction qui lui est propre, c'est-à-dire qui a pour objet d'interdire la direction conjuguée lorsque le signal est ouvert. Nous désignerons sous le nom d'enclenchements complets simplifiés, ou, par abréviation, d'enclenchements *simplifiés*, les enclenchements complets dans lesquels un ou plusieurs changements de voie pris en pointe sont supprimés sans que cette suppression entraîne l'impossibilité d'ouvrir en même temps des passages compatibles entre eux.

On peut faire entrer les changements de voie pris en pointe dans les enclenchements, soit directement, soit en recourant à des leviers spéciaux ; chacun de ceux-ci correspond alors à un itinéraire donné, et ne permet l'ouverture du signal correspondant que si la direction est assurée suivant cet itinéraire en même temps que la circulation, la protection et, s'il y a lieu, la continuité.

411. — Système des enclenchements directs. — Dans le premier des systèmes que nous venons d'indiquer, on commence par établir les enclenchements binaires de circulation, de protection et, s'il y a lieu, de continuité sans tenir compte de la spécialisation des itinéraires ; on complète ensuite chacun d'eux, lorsque les règles indiquées précédemment comportent cette addition, en y ajoutant, sous réserve des simplifications indiquées dans le n° 410, les changements de voie

pris en pointe qui se trouvent entre les deux appareils ou signaux qu'il comprend, lorsque ceux-ci se trouvent sur le même itinéraire, ou entre chacun des signaux à enclencher et le point d'intersection des deux itinéraires considérés, lorsqu'il s'agit d'un enclenchement de protection. Chaque changement de voie pris en pointe entre dans les enclenchements avec le rôle qui correspond à la direction qu'il doit définir. Ainsi, dans l'exemple représenté par la figure 440, l'enclenchement relatif à l'appareil f pour l'itinéraire I-IV sera :

(signal I ouv. — a dev. — c dev. — e dev. — f dir.)

Ce système ne comporte l'emploi d'enclenchements de direction que lorsqu'on veut intercepter le passage sur une des branches d'un changement de voie pris en pointe, puisque l'ouverture de chaque signal doit être compatible avec celle des différents itinéraires auxquels il sert d'origine.

412. — Système des signaux à leviers multiples. — Lorsqu'on emploie un levier spécial pour chacun des itinéraires commandés par le même signal, l'ouverture de chacun de ces leviers est subordonnée, par des enclenchements binaires, à la position des changements de voie et signaux qui assurent non seulement la circulation, la protection et la continuité, mais aussi la direction suivant l'itinéraire auquel il correspond. Il est inutile de réaliser des enclenchements de protection entre ces leviers, car ils résultent des enclenchements de direction ; soient, en effet, deux leviers l_1 et l_2 correspondant à des itinéraires qui se séparent au droit de l'appareil a, les enclenchements de direction.

(l_1 ouv. — a dir.),

(l_2 ouv. — a dév.),

qui sont indispensables pour la spécialisation des itinéraires, entraînent comme résultante

$$(l_1 \text{ ouv.} \quad — \quad l_2 \text{ ouv.}).$$

Il ne suffit pas qu'un quelconque des leviers puisse ouvrir le signal ; il faut aussi que celui-ci ne puisse être ouvert que si le passage est libre suivant un des itinéraires qu'il commande ; cette condition est remplie par le système de manœuvre du signal que nous avons indiquée précédemment[1] et qui réalise un véritable enclenchement entre le signal lui-même et les leviers ; si, en effet, on désigne par S le signal et par l_1, l_2..... l_n les leviers, ce système rend impossible la combinaison

$$(S \text{ ouvert} — l_1 \text{ fermé} — l_2 \text{ fermé}..... l_n \text{ fermé}).$$

Le système des signaux à leviers multiples est très simple ; il a le grand avantage de supprimer, dans les appareils d'enclenchement proprement dits, les combinaisons ternaires, quaternaires, etc. dont la réalisation entraîne toujours une certaine complication ; mais il augmente le nombre des leviers et des transmissions et par suite la dépense de première installation, la durée des manœuvres d'appareils, et quelquefois la dépense de personnel.

413. — Système des leviers directeurs. — On peut dans certains cas, tout en recourant à l'emploi des leviers multiples, diminuer le nombre de ceux-ci par l'emploi des *leviers directeurs*. Voici en quoi consistent ces derniers.

Considérons une série de voies 1a, 2a, 3a, 4a qui aboutissent à un tronc commun d'où se détachent les branches b1', b2', b3', b4', b5'. Il faut, avec le sys-

1. Voir tome I, page 441.

tème des leviers multiples, que chacun des signaux placés en 1, 2, 3 et 4 soit manœuvré par autant de leviers qu'il y a d'itinéraires possibles en partant du point où il est placé, c'est-à-dire, si aucun de ces itiné-

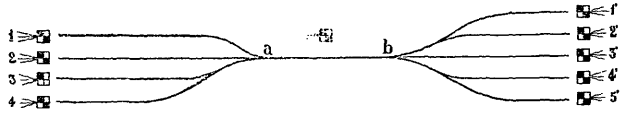


Fig. 415.

raires n'est interdit par des raisons spéciales, par autant de leviers qu'il y a de branches partant de b. On devra donc employer, pour manœuvrer ces quatre signaux 4×5 leviers. Supposons maintenant qu'on place entre a et b un signal S qui divise chacun des itinéraires en deux parties, situées l'une entre 1, 2, 3 ou 4 et S et l'autre entre S et 1', 2', 3', 4' ou 5'; chacun des signaux 1, 2, 3, 4 ne devra plus être manœuvré que par un seul levier puisqu'il n'ouvrira qu'un itinéraire, et le signal S seul sera manœuvré par cinq leviers correspondant aux branches auxquelles il donne accès. Pour que ce dernier signal ne gêne pas le mouvement des trains, il faut qu'il soit ouvert chaque fois qu'un des signaux 1, 2, 3 ou 4 est ouvert et que, par conséquent, il existe entre ces derniers et lui un enclenchement de continuité; il ne joue donc aucun rôle par lui-même et son seul but est de subordonner l'ouverture des différents itinéraires à la position des leviers qui le manœuvrent lui-même. On peut le faire disparaître, à la condition de rétablir les enclenchements résultants auxquels sa présence donne lieu; ceux-ci sont produits par la combinaison des enclenchements de continuité

$$S \text{ fermé} \begin{cases} 1 \text{ ouvert} \\ 2 \text{ ouvert} \\ 3 \text{ ouvert} \\ 4 \text{ ouvert} \end{cases}$$

avec l'enclenchement multiple

(S ouv. — l_1 fer. — l_2 fer. — l_3 fer. — l_4 fer. — l_5 fer.)

qui existe entre le signal S et ses leviers en vertu même de la construction de l'appareil de manœuvre de ce signal; ils s'obtiennent donc en substituant successivement dans ce dernier enclenchement 1, 2, 3 et 4 à S. — Les leviers l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 n'ont plus alors aucun appareil à manœuvrer, on leur donne le nom de *leviers directeurs*.

Comme on peut le voir par l'exposé qui précède, l'emploi des leviers directeurs ne constitue pas une méthode générale; il n'est applicable que dans le cas où plusieurs signaux différents peuvent donner accès sur un même groupe de voies.

414. — Identité théorique des différents systèmes d'enclenchements. — Le système des signaux à leviers multiples et le système des leviers directeurs permettent comme, le système des enclenchements directs, d'assurer la circulation et la protection tout en maintenant l'indépendance des itinéraires commandés par le même signal; les relations qu'ils établissent directement ou indirectement entre les positions des divers appareils doivent donc être les mêmes. Il est facile de démontrer qu'il en est ainsi effectivement en appliquant le principe de la réduction des enclenchements que nous avons exposé précédemment[1].

1. Tome I, page 465.

Considérons un itinéraire I-I' à l'origine duquel est



Fig. 446.

placé un signal commandant également les itinéraires I-1, I-2, et I-3 ; ceux-ci se détachent du tronc qui leur est commun avec I-I' par les changements de voie pris en pointe a et c. Si on emploie le système des signaux à leviers multiples, en appelant $l_{I'}$, l_1, l_2, l_3 les leviers qui correspondent aux quatre itinéraires partant de I, on aura :

(1) (signal I ouv. — $l_{I'}$ fer. — l_1 fer. — l_2 fer. — l_3 fer.).

En composant (1) avec les enclenchements de direction

$$\begin{matrix}(l_1 \text{ ouv.} — \text{a dir.})\\ (2)\ (l_2 \text{ ouv.} — \text{a dir.})\\ (l_3 \text{ ouv.} — \text{c dir.})\end{matrix}$$

relatifs aux changements de voie qui se trouvent sur l'itinéraire I-I', on aura :

(3) (signal I ouv. — a dir. — c dir. — $l_{I'}$ fer.)

et, en composant (3) avec les enclenchements binaires qui comprennent $l_{I'}$ ouvert, on aura les enclenchements directs relatifs à l'itinéraire I-I' ; par exemple, l'enclenchement

(4) ($l_{I'}$ ouv. — signal I' ouv.)

donnera, par sa composition avec (3)

(signal I ouv. — a dir. — c dir. — signal I' ouv.)

qui est l'enclenchement complet direct de protection réciproque des itinéraires I-I' et I'-I.

On démontre de la même manière l'identité des relations entre les appareils résultant de l'emploi de leviers directeurs et des enclenchements directs.

Rien ne s'oppose dans la pratique à ce qu'on recoure à la fois à l'emploi des leviers auxiliaires et à celui des enclenchements directs.

415. — Enclenchements à distance. — Ce qui précède s'applique aux enclenchements à distance, aussi bien qu'à ceux qui peuvent être réalisés entre les appareils manœuvrés d'un même poste. Toutefois, lorsqu'on emploie des désengageurs pour réaliser des enclenchements à distance, il importe de remarquer que, dans ces appareils, le signal n'est solidaire en permanence ni de son levier ni du levier du désengageur ; sa position n'est subordonnée à celle de l'un ou de l'autre de ceux-ci que par un enclenchement simple. Cette remarque a son application notamment dans le cas suivant : lorsque le signal carré placé à l'entrée d'une gare peut être fermé au moyen d'un désengageur, on ne peut établir d'enclenchement de continuité entre ce signal et le signal rond qui le précède par l'intermédiaire de leurs leviers de manœuvre ; si, en effet, rien n'empêche de réaliser cet enclenchement entre les leviers, le signal carré peut toujours être fermé par le désengageur, même lorsque le signal avancé est ouvert.

416. — Enclenchements partiels. — On peut, dans certains cas, simplifier les enclenchements relatifs à un itinéraire donné, au moyen d'enclenchements partiels entre les appareils situés sur le parcours de celui-ci. Nous avons démontré[1] que, lorsque tous les appareils qui entrent dans un enclenchement sont compris

1. Voir tome I, page 465.

avec le même rôle dans un enclenchement d'un plus grand nombre de leviers, celui-ci est réalisé par le fait même de l'existence du premier. Par conséquent tout enclenchement qui assure la sécurité ou la continuité du passage en un point donné pour un itinéraire partiel l'assure également pour tous les itinéraires plus étendus qui comprennent le premier. Considérons, par exemple, dans la figure ci-dessous l'itinéraire partiel

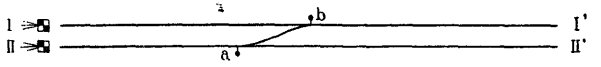


Fig. 447.

compris entre a et b inclus, la circulation sera assurée en b, pour tout train venant de a, par l'enclenchement binaire :

(a dév., b dir.)

qui exprime que, si le changement de voie pris en pointe a est disposé pour donner passage aux trains suivant la diagonale, le changement b doit être disposé également pour la diagonale. Lorsque le chemin sur lequel se trouvent ces deux appareils peut être parcouru dans les deux sens, on est conduit, pour réaliser les deux combinaisons symétriques relatives aux itinéraires opposés, à employer des enclenchements doubles[1], c'est-à-dire à manœuvrer les deux changements de voie au moyen d'un seul levier. Ce système qui a en outre l'avantage de rendre plus rapides les manœuvres d'appareils, est employé aujourd'hui d'une manière à peu près générale. Ce que nous venons de dire s'applique évidemment non seulement aux diagonales proprement dites, mais à l'ensemble de deux

1. Voir tome I, page 487.

changements de voie quelconques, opposés par le talon ;

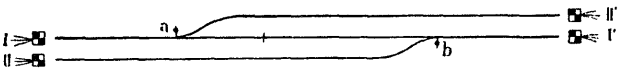


Fig. 448.

par exemple, dans la figure ci-dessus, l'ensemble des appareils a et b forme diagonale entre les itinéraires I-II' ou II'-I et II-I' ou I'-II.

On peut également simplifier les enclenchements de protection au moyen d'enclenchements partiels ; ainsi, dans l'exemple représenté par la figure ci-dessous, on

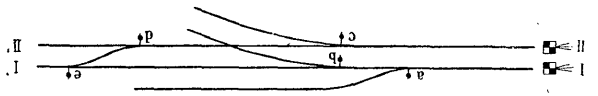


Fig. 449.

peut remplacer l'enclenchement complet

(1) (I ouv. — a dir. — b dév. — II ouv. — c dir.)

par

(2) (b dév. — c dir.)

L'emploi des enclenchements partiels n'est pas possible pour assurer la protection réciproque des itinéraires qui suivent le même chemin en sens inverse.

Dans les enclenchements partiels, c'est toujours un changement de voie pris en pointe qui est le point de départ de la fraction d'itinéraire considérée ; il en résulte que ces enclenchements ne peuvent être employés qu'exceptionnellement à la fois sur les deux branches qui se détachent d'un même appareil. Leur composition produit en effet presque toujours, dans ce cas, des enclenchements intempestifs. Ainsi, dans la figure 449, si en même temps que l'enclenchement (2), il existait entre b et e l'enclenchement :

(3) (b dir. — e dév.)

ayant également b pour point de départ, la composition de ces deux enclenchements donnerait pour résultante

(4) (c dir. — e dév.)

qui intercepte II-I' et I'-II. Comme on peut le voir par cet exemple, l'emploi sur les deux branches détachées d'un changement de voie, d'enclenchements ayant cet appareil pour origine n'est possible que si les itinéraires qui rencontrent l'une de ces branches sont, par les dispositions du plan ou en vertu des règles admises pour le mouvement, incompatibles avec ceux qui coupent l'autre branche ; ce cas ne se rencontre pas dans la pratique.

417. — Simplifications relatives aux traversées-jonctions. — Lorsqu'on emploie des traversées-jonctions simples, on peut les traiter comme des diagonales ordinaires, en remarquant que la traversée elle-même n'a besoin d'être protégée que pour les itinéraires qui



Fig. 450.

ne rencontrent pas du côté du talon un des changements de voie qui font partie de l'appareil.

Quand on emploie des traversées-jonctions doubles, on peut supprimer entièrement les enclenchements relatifs à la traversée en recourant à l'artifice suivant :

Considérons une traversée-jonction a b c d. Si on

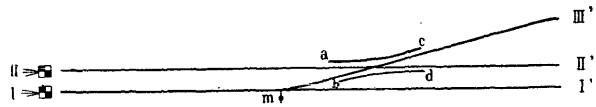


Fig. 451.

rend solidaires les changements de voie c et d, de telle façon qu'ils soient nécessairement disposés en même temps pour donner passage, soit aux trains qui viennent de II, soit à ceux qui suivent la diagonale en venant de m, il sera inutile de faire entrer a et b dans les enclenchements de circulation relatifs à ces appareils ; la traversée jonction équivaudra donc, au point de vue des enclenchements à réaliser, à deux changements de voie (c, d) et (a, b) placés à la suite l'un de l'autre dans l'ordre inverse de celui où ils se trouvent réellement.

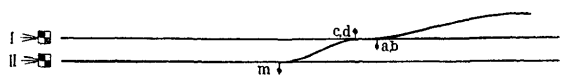


Fig. 452.

Les deux changements de voie conjugués d'une traversée-jonction peuvent former diagonale avec un autre changement de voie, et par suite, être solidaires de celui-ci ; ainsi, dans la figure ci-dessous, on peut manœuvrer m, c et d par un seul levier ; on peut, en

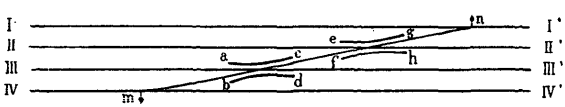


Fig. 453.

vertu du même principe, rendre solidaires quatre changements de voie appartenant à deux traversées-jonctions différentes, pourvu qu'ils soient deux à deux opposés par le talon, par exemple, a b et g h. En manœuvrant au moyen de leviers communs m c et d, a b g et h, e f et n, on réduira tous les enclenchements motivés par l'intersection de la transversale

m n avec les quatre voies I–I', II-II', III-III', IV-IV' aux enclenchements de circulation relatifs aux itinéraires que coupe cette transversale.

§ 3. — ÉTUDE DES CONSIGNES DE GARES.

418. — Objet des consignes de gares. — Quels que soient les moyens employés pour assurer la sécurité dans les gares, l'étude en est subordonnée à celle des mouvements qui doivent s'effectuer, soit pour l'entrée et la sortie des trains, soit pour les manœuvres. Dans les stations et dans les gares peu importantes, les règlements généraux suffisent pour déterminer dans quelles conditions ces mouvements doivent être exécutés ; mais, dans les grandes gares, et notamment dans les gares de bifurcation, des prescriptions spéciales sont nécessaires, notamment lorsque plusieurs agents sont chargés simultanément de fonctions intéressant la sécurité. On désigne sous le nom de *consignes* les ordres permanents qui règlent les mouvements des trains et la manœuvre des appareils dans l'intérieur des gares.

Pour dresser une consigne de gare, on commence par déterminer le nombre et l'emplacement des postes d'aiguilleurs ; on fait ensuite l'étude des différents mouvements qui peuvent être exécutés et des prescriptions spéciales que comportent certains d'entre eux ; on détermine les signaux nécessaires pour les couvrir ; enfin, on arrête les prescriptions relatives à la manœuvre des signaux et appareils et, s'il y a lieu, le programme des enclenchements qui en sont la conséquence.

419. — Détermination des signaux à placer. — Si on se reporte à ce que nous avons dit précédemment, on voit que les signaux ont pour objet d'interdire le passage suivant les itinéraires sur lesquels la circulation, la protection, et au besoin la continuité ne sont pas assurées ; il devrait donc y avoir un signal en tête de chaque itinéraire ou de chaque groupe d'itinéraires partant du même point. A l'entrée des gares, il est toujours indispensable d'en placer, parce qu'ils constituent le seul moyen d'arrêter les trains ; il n'en est pas de même à la sortie ou pour les manœuvres, car la consigne peut interdire les mouvements dans les cas où ils sont incompatibles avec la sécurité. Toutefois les signaux sont en général rendus nécessaires par les deux causes suivantes. Lorsque les aiguilles sont manœuvrées d'un poste placé à une certaine distance du point de départ des trains, les signaux donnent le moyen le plus simple et le plus sûr d'annoncer à la fois à l'agent chargé de diriger les mouvements et aux mécaniciens que le passage est libre dans une direction donnée. En outre, les enclenchements ne sont réalisables d'une manière générale que grâce à leur emploi. En effet, à défaut de signal, l'ouverture d'un itinéraire ne peut être commandée que par un changement de voie pris en pointe ; or, comme nous l'avons vu précédemment, on ne peut recourir à la fois à des enclenchements de cette forme pour les deux branches qui se détachent des appareils, que si tous les itinéraires qui rencontrent chacune de ces branches sont incompatibles avec ceux qui rencontrent l'autre. La suppression des signaux n'est par suite possible que dans des cas particuliers, à moins qu'on ne renonce à

réaliser une partie des enclenchements correspondant aux itinéraires prévus.

420. — Programmes d'enclenchement. — Les programmes d'enclenchement sont dressés par poste d'aiguilleur ; on doit considérer comme dépendant d'un poste, non seulement les appareils et signaux dont celui-ci a la manœuvre, mais aussi ceux qui, d'après les dispositions adoptées, doivent être reliés avec lui par des enclenchements à distance. Un même appareil peut ainsi se trouver compris à la fois dans deux ou plusieurs postes ; cela n'entraîne aucune complication, sous la réserve qu'on tiendra compte des enclenchements résultants auxquels cet appareil peut donner lieu.

On emploie différentes méthodes pour dresser les programmes d'enclenchements ; celle que nous allons indiquer nous paraît avoir l'avantage de n'exiger aucune étude préalable et de rendre inutiles les vérifications *a posteriori*.

On commence par dresser le tableau des différents itinéraires à considérer, que l'on appelle aussi *tableau des passages* ; nous lui donnerons à l'avenir ce dernier nom pour nous conformer à l'usage adopté en France et nous désignerons indifféremment les itinéraires auxquels correspondent les enclenchements, soit sous le nom que nous leur avons donné jusqu'ici, soit sous celui de passages. On doit comprendre dans le tableau tous les itinéraires suivant lesquels on veut assurer la circulation ou dont il y a lieu de tenir compte au point de vue de la protection ; si on omet un certain nombre d'entre eux, on s'expose à laisser sans protection des points dangereux ou à interdire par des enclenchements des mouvements qui peuvent être nécessaires dans des

cas exceptionnels. Il arrive souvent que des manœuvres suivent, sur une partie de leur longueur, le même itinéraire que des trains proprement dits ; il est inutile, dans ce cas, de les distinguer de ces derniers, à la condition que ce soient les mêmes signaux qui leur servent de point de départ. Dans le cas particulier[1] où certains itinéraires doivent être interceptés par un signal de manière à rendre l'arrêt des trains obligatoire avant un changement de voie qui suit ce signal, les passages à faire entrer dans le tableau doivent avoir pour origine ce changement de voie. Pour rendre plus facile la lecture du plan, il est bon de distinguer sur celui-ci, soit à l'aide de traits aux crayons bleus et rouges, soit à l'aide de flèches, les parties de voies qui sont parcourues seulement dans un sens.

Pour compléter le tableau des passages, on se contente habituellement d'écrire en regard de chacun de ceux-ci l'indication des leviers à renverser[2] ; cette indication est utile pour les aiguilleurs, mais elle n'a qu'un intérêt secondaire au point de vue de l'étude des enclenchements ; on facilite, au contraire, cette étude en inscrivant dans le tableau des passages, en face de chacun de ceux-ci, tous les éléments qui servent à établir les formules d'enclenchement, c'est-à-dire les signaux, les changements de voie rencontrés en pointe

1. Voir n° 405, page 336.

2. Dans l'étude des enclenchements, on considère habituellement les leviers de manœuvre au lieu des appareils et signaux ; ce système peut conduire à des erreurs, lorsqu'on emploie des leviers multiples ou des désengageurs ; il nous paraît préférable de ne faire entrer les leviers dans les formules d'enclenchement que lorsqu'ils y jouent un rôle spécial, qui est alors mis en évidence par le fait même de leur présence (leviers multiples manœuvrant le même signal, leviers directeurs, leviers d'appareils munis de désengageurs).

ou en talon, les passages coupés au droit des traversées de voies, enfin les passages *simultanés*, c'est-à-dire ceux qui peuvent être ouverts en même temps que le passage considéré, tant en vertu de leur position relative par rapport à celui-ci qu'en vertu des prescriptions de la consigne. La forme du tableau est celle que nous donnons plus loin à la page 366. Pour en faciliter la lecture, il est bon de désigner les signaux par des chiffres romains et les changements de voies par des chiffres arabes. On numérote ces derniers de gauche à droite ou de droite à gauche, sans observer d'autre ordre que celui qui résulte de leur distance au point de départ de la numérotation ; cette dernière règle permet de reconnaître à première vue, à l'inspection du tableau, pour chaque passage, l'ordre dans lequel les appareils qu'il comprend sont rencontrés, sans qu'on ait besoin de recourir au plan[1]. Enfin, pour rendre impossible toute confusion, on peut souligner ou écrire en caractères spéciaux les numéros des passages, de manière à les distinguer des numéros des changements de voie.

Nous allons montrer sur un exemple, pour rendre l'exposé plus clair, comment on se sert du tableau ainsi dressé ; le cas que nous choisirons, et qui est représenté par la figure ci-dessous, est très simple, mais les règles

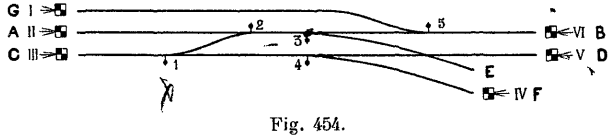


Fig. 454.

1. Cette numérotation n'est pas celle qu'on adopte habituellement dans les gares ; mais cela ne fait pas obstacle à son emploi, car on peut toujours, après coup, substituer dans le tableau des enclenchements les numéros réels à ceux qui ont servi pour faire l'étude.

à suivre sont les mêmes quels que soient le nombre des passages et celui des appareils rencontrés par chacun d'eux. Les parties de voies comprises entre le signal V et le changement de voie 1, et entre le signal IV et le même appareil sont parcourues dans un seul sens ainsi que la voie A E au-delà du changement de voie 3 ; les appareils 1 et 2 qui forment diagonale, sont supposés manœuvrés par un seul levier [1].

Nous établirons les enclenchements directs qui correspondent aux différents cas examinés ; nous indiquerons ensuite de quelle manière la même méthode peut être appliquée lorsqu'on emploie des leviers auxiliaires.

L'exemple considéré comporte un signal à l'origine de chaque passage ; dans le cas où on aurait des passages ayant pour origine un changement de voie au lieu d'un signal, la marche à suivre serait celle que nous allons indiquer, sauf la suppression du signal dans les enclenchements avant leur simplication et l'annulation de l'enclenchement de verrouillage de l'appareil d'origine ; il y a lieu toutefois de rappeler qu'un même changement de voie ne peut être pris pour origine d'itinéraires complets ou partiels suivant ses deux branches à la fois, ainsi que nous l'avons montré au n° 416.

1. Nous rappellerons à ce propos que, dans les diagonales manœuvrées par un seul levier, il n'est pas tenu compte, pour les enclenchements, des changements de voie pris en talon suivant la diagonale et que, dans les traversées-jonctions dont les aiguilles de même sens sont solidaires, l'ordre de celles-ci doit être interverti comme si celles qui sont prises en talon se présentaient, sur les passages qui les empruntent, avant celles qui sont prises en pointe.

Nous ferons également remarquer que, dans les enclenchements de direction, la simplification indiquée page 348 (1°) n'est pas possible lorsque le changement de voie sur lequel il s'agit d'assurer la direction est solidaire d'un autre appareil, par exemple lorsqu'il fait partie d'une diagonale.

Numéros d'ordre	DÉSIGNATION des passages	Signaux	CHANGEMENTS DE VOIE pris en pointe	CHANGEMENTS DE VOIE pris en talon	Passages traversés	Passages simultanés	OBSERVATIONS
1	2	3	4	5	6	7	8
1	De A vers B	II	3 dir.	(1-2) dir. 5 dir.	»	3, 4	Départ des trains et manœuvre de tiroir.
2	De A vers E	II	3 dév.	(1-2) dir.	3	4, 5, 9	Départ des trains.
3	De D vers C	V	»	4 dir. (1-2) dir.	2	1, 5, 7, 9	Arrivée des trains.
4	De F vers C	IV	»	4 dév. (1-2) dir.	»	1, 2, 5, 7, 9	Arrivée des trains.
5	De G vers B	I	»	5 dév.	»	2, 3, 4	Départ des trains et manœuvre de tiroirs.
6	De C vers B	III	(1-2) dév. 3 dir.	5 dir.	»	»	Manœuvre de tiroir.
7	De B vers A	VI	5 dir. (1-2) dir.	3 dir.	»	3, 4	Manœuvre de refoulement.
8	De B vers C	VI	5 dir. (1-2) dév.	3 dir.	»	»	
9	De B vers G	VI	5 dév.	»	»	2, 3, 4	

1° Après avoir dressé le tableau des passages, on examine s'il y a lieu d'établir des enclenchements de direction ; à cet effet, on cherche dans la colonne 4 s'il existe des changements de voie qui ne soient pris en pointe que dans une seule direction pour tous les passages commandés par un même signal. Dans le cas où il en existe, on réalise l'enclenchement de direction relatif à chacun d'eux en écrivant entre parenthèses : 1° cet appareil avec la position inverse de celle qu'il occupe dans la colonne 4 pour le passage ou le groupe de passages considéré, 2° le signal qui commande ceux-ci avec la position ouverte, 3° enfin, s'il y a lieu, les changements de voie pris en pointe qui se trouvent dans l'intervalle. Ainsi, la diagonale (1-2) est comprise, avec la position déviée et le changement de voie 3 avec la position directe, dans le passage *6* qui est seul commandé par le signal III. On écrira donc les deux enclenchements de direction :

(III ouv. — (1-2) dir.).

(III ouv. — (1-2) dév. — 3 dév.).

Ce dernier peut être simplifié par la suppression de (1-2) dév. en vertu de l'une ou l'autre des remarques 1 et 3 faites ci-dessus au numéro 410 ; il se réduit donc à :

$$(\text{III ouv.} - 3 \text{ dév.}).$$

2° Pour le verrouillage des aiguilles en pointe, chacun des enclenchements à réaliser doit comprendre, outre le verrou à enclencher et le signal correspondant au passage considéré, les changements de voie compris dans la colonne 4 qui précèdent l'appareil à verrouiller. La simplification se fait, comme dans le cas précédent, en tenant compte des remarques 1 et 3 du numéro 410. Ainsi, l'enclenchement de verrouillage relatif aux passages *1* et *2* est

$$(\text{II ouv.} - \sqrt[\text{ouv.}]{3}).$$

Les enclenchements complets de verrous relatifs au passage *6* sont

$$(\text{III ouv.} - \sqrt[\text{ouv.}]{(1\text{-}2)}).$$

$$(\text{III ouv.} - (1\text{-}2) \text{ dév.} - \sqrt[\text{ouv.}]{3}).$$

Ce dernier peut être simplifié par la suppression de (1-2), et les deux enclenchements se réduisent à :

$$\text{III ouv.} \begin{cases} \sqrt[\text{ouv.}]{(1\text{-}2)} \\ \sqrt[\text{ouv.}]{3} \end{cases}$$

Les enclenchements de verrous relatifs aux passages *7* et *8* sont :

$$(\text{VI ouv.} - \sqrt[\text{ouv.}]{5}).$$

$$(\text{VI ouv.} - 5 \text{ dir.} - \sqrt[\text{ouv.}]{(1\text{-}2)}).$$

Le terme 5 dir. ne peut être supprimé dans ce dernier,

puisque les appareils 5 et (1-2) sont séparés par l'appareil 3 pris en talon.

L'enclenchement de verrouillage relatif au passage *9* est :

$$(\text{VI ouv.} - \overset{\text{ouv.}}{\sqrt{5}}),$$

déjà établi pour les passages *7* et *8*.

3° Les enclenchements de circulation sur les changements de voie pris en talon doivent comprendre : 1° l'appareil considéré avec la position inverse de celle qui est indiquée dans la colonne 5, 2° le signal d'entrée du passage correspondant, 3° les appareils placés dans l'intervalle qui sont pris en pointe (et par conséquent compris dans la colonne 4), chacun avec la position indiquée dans cette colonne. Ainsi, les enclenchements des changements de voie pris en talon relatifs au passage *1* sont :

$$(\text{II ouv. (1-2) dév.}).$$
$$(\text{II ouv.} - 3 \text{ dir.} - 5 \text{ dév.}).$$

La détermination des changements de voie pris en pointe qui peuvent être éliminés se fait de la manière suivante, en opérant séparément pour chacun d'eux ; on cherche dans la colonne 4 les passages qui comprennent l'appareil considéré avec la position inverse de celle qu'il occupe dans l'enclenchement, et on note d'après la colonne 7 les passages simultanés de chacun d'eux. Si le changement de voie pris en talon, sur lequel il s'agit d'assurer la circulation, n'est compris dans aucun de ces passages, l'appareil en pointe considéré peut être supprimé. Prenons par exemple, l'enclenchement relatif au passage *1* :

$$(\text{II ouv.} - 3 \text{ dir.} - 5 \text{ dév.}) ;$$

l'appareil 3 se trouve dans la colonne 4 avec la position

inverse, c'est-à-dire dévié, sur la ligne qui correspond au passage *2*; les passages simultanés de celui-ci sont *4*, *5* et *9* ; le premier ne peut renfermer l'appareil 5, puisqu'il est simultané de *1*, qui comprend celui-ci; mais *5* et *9* le renferment, comme le montre la lecture des colonnes 4 et 5; la simplification n'est donc pas possible.

Pour l'enclenchement

(VI ouv. — 5 dir. — 3 dév.).

qui est relatif aux passages *7* et *8*, nous trouvons que 5 dév. se trouve dans *9* qui a pour passages simultanés *2*, *3* et *4*; ces deux derniers étant simultanés de *7*, ne peuvent contenir 3, mais *2* contient celui-ci; la simplification n'est donc pas possible non plus.

Les deux enclenchements ternaires que nous venons d'examiner seraient d'ailleurs supprimés si on manœuvrait les appareils 3 et 5 au moyen du même levier puisqu'il existerait alors entre ceux-ci un enclenchement partiel.

4° Les enclenchements directs de protection s'obtiennent en écrivant le signal et les appareils pris en pointe qui se trouvent sur chacun des deux passages considérés jusqu'à leur point de rencontre. Ainsi l'enclenchement de protection réciproque des passages *2* et *3* sera :

(II ouv. — 3 dév. — V ouv.).

La détermination des changements de voie qui peuvent être éliminés des enclenchements de protection se fait de la manière suivante. On cherche dans la colonne 4 les passages qui comprennent l'appareil considéré avec la position inverse de celle qu'il occupe dans l'enclenchement. Si aucun de ces passages n'est simultané d'un de ceux entre lesquels l'enclenchement

a pour objet d'établir la protection, la simplification est possible ; dans le cas contraire, elle ne l'est pas.

Au lieu de simplifier l'enclenchement obtenu en considérant les deux passages depuis leur origine, on peut les remplacer par un enclenchement partiel comme nous l'avons indiqué au numéro 416[1]. On opère alors de la manière suivante. S'il se trouve un ou plusieurs changements de voie pris en pointe entre l'intersection des passages et le signal qui ouvre un de ceux-ci, on remplace ce signal par le premier de ces appareils en partant de l'intersection. Toutefois cette substitution d'un enclenchement partiel à un enclenchement total est généralement impossible dans le cas que nous avons cité à la fin de la page 357. Ainsi, le changement de voie 3, compris dans le passage *2* avec la position déviée, entre avec la position directe dans les passages *1* et *6* ; *1* est simultané de *3* auquel s'applique l'enclenchement, donc celui-ci ne peut être simplifié par la suppression de 3 ; mais rien ne s'oppose à ce qu'on remplace l'enclenchement total par l'enclenchement partiel :

(3 dév. — V ouv.).

Cette substitution ne serait pas possible si les changements de voie 3 et 5 étaient manœuvrés par un même levier, car, dans ce cas, les passages *5* et *9*, qui comprennent l'appareil 5 pris en talon dans sa position déviée, ne pourraient pas être ouvert en même temps que le passage *3*, puisqu'on aurait :

(3-5 dév. — V ouv.).

Lorsque deux passages suivent, en sens contraire,

1. Voir pages 357 et 358.

le même chemin sur tout ou partie de leur parcours, on peut les traiter comme des passages concourants en choisissant arbitrairement leur point de rencontre fictif. Ce point doit être déterminé de façon à réduire au minimum le nombre des appareils qui entrent dans l'enclenchement ; mais on ne peut recourir à des enclenchements partiels. Ainsi l'enclenchement de protection réciproque des passages *1* et *7* sera :

(1) (II ouv. — 5 dir. — VI ouv.)

ou (2) (II ouv. — 3 dir. — VI ouv.)[1],

selon que l'on placera le point de rencontre fictif des deux passages entre II et 3, ou entre 5 et VI.

L'enclenchement de protection réciproque des passages *6* et *8* sera :

(III ouv. — (1-2) dév. — 3 dir. — VI ouv.)

ou (III ouv. — (1-2) dév. — 5 dir. — VI ouv.).

L'enclenchement de direction entre III et (1-2), permet de faire disparaître cet appareil des enclenchements précédents, qui deviennent :

(III ouv. — 3 dir. — VI ouv.)

(III ouv. — 5 dir. — VI ouv.).

Ainsi que nous l'avons indiqué précédemment[2], il est inutile d'établir directement les enclenchements de protection des itinéraires convergents, lorsqu'il existe des enclenchements de circulation de l'appareil de jonction dans le sens où il est pris en talon.

1. Ces deux enclenchements sont équivalents du reste, pourvu qu'il existe des enclenchements de circulation, car on peut passer de (1) à (2) en composant (1) avec l'enclenchement de circulation

(II ouv. — 3 dir. — 5 dév.)

relatif au passage *1* et de (2) à (1) en composant (2) avec l'enclenchement de circulation

(VI ouv. — 5 dir. — 3 dév.)

relatif aux passages *7* et *8*.

2. Voir page 342.

Les enclenchements de protection étant réciproques, il suffit, pour chaque passage, d'établir ceux qui concernent seulement les passages placés à la suite de celui-ci sur le tableau.

5° Les enclenchements de continuité s'obtiennent en écrivant la relation de continuité [1] entre les signaux qui ouvrent les deux passages considérés, et en y ajoutant les appareils pris en pointe qui se trouvent entre le premier et le second signal dans le sens du mouvement des trains. Ces enclenchements correspondent à des cas particuliers; il n'est pas utile, pour les établir, de se servir du tableau des passages. Toutefois, rien ne s'opposerait dans la pratique à ce qu'il en fût ainsi; il suffirait d'écrire dans la colonne 3 les deux signaux qui se trouveraient sur le passage considéré.

L'exemple que nous avons choisi ne comporte pas d'enclenchements de continuité; toutefois, s'il existait en avant des signaux d'entrée en gare IV et V des signaux avancés IV' et V', il serait utile d'enclencher ceux-ci avec les premiers : les enclenchements seraient :

(IV' ouv. — IV fer.)
(V' ouv. — V fer.).

Comme complément de l'exposé qui précède, nous donnerons le tableau complet des enclenchements à établir pour l'exemple que nous avons choisi [2].

1. Voir *suprà*, n° 406, page 338.

2. Nous remplacerons par un trait horizontal ceux des enclenchements relatifs à chaque passage qu'il est inutile d'écrire parce qu'ils ont déjà été établis pour un passage précédent.

Numéros des passages	ENCLENCHEMENTS				
	de direction	de verrous	des changements de voie pris en talon	de protection	de continuité
1	2	3	4	5	6
1	»	(II ouv. — $\overset{\text{ouv.}}{\sqrt{3}}$)	II ouv. { (1-2 dév. / 3 dir. — 5 dév.	(II ouv. — 5 dir. — VI ouv).	
2	»	—	—	(3 dév. — 5 ouv.)	
3	»	»	V ouv. { 4 dév. / (1-2) dév.	»	(V' ouv. — V fer.) [1]
4	»	»	IV ouv. { 4 dir. / (1-2) dév.	»	(IV' ouv. — IV fer.) [1]
5	»	»	(I ouv. — 5 dir.)	(I ouv. — VI ouv.)	»
6	III ouv. { (1-2) dir. / 3 dév.	III ouv. { $\overset{\text{ouv.}}{\sqrt{1\text{-}2}}$ / $\overset{\text{ouv.}}{\sqrt{3}}$	(III ouv. — 5 dév.)	(III ouv. — 3 dir. — VI ouv.)	»
7	»	VI ouv. { $\overset{\text{ouv.}}{\sqrt{5}}$ / 5 dir $\overset{\text{ouv.}}{\sqrt{1\text{-}2}}$	(VI ouv. — 5 dir. — 3 dév.)	—	»
8	»	—	—	—	»
9	»	—	»	—	»

1. Les deux enclenchements de continuité correspondant aux passages *3* et *4* ne sont à réaliser que si on adopte le principe de l'enclenchement des signaux avancés avec les signaux d'arrêt absolu qui les suivent. Les signaux avancés IV' et V' ne sont pas indiqués sur la figure *454*.

Nous avons mis les enclenchements qui précèdent sous la forme qui nous a servi à établir la théorie générale ; mais rien ne s'opposerait à ce qu'on adoptât pour les écrire soit la notation Cossmann, soit toute autre notation.

Si au lieu de réaliser directement les enclenchements qui comprennent des appareils pris en pointe, on recourt à l'emploi de signaux à leviers multiples, il suffit, comme nous l'avons dit, d'affecter un levier spécial à chacun des passages commandés par un même signal. La simplification se fait comme dans le cas précédent, en remarquant qu'un même levier peut être employé pour plusieurs passages différents ayant même origine, lorsque les passages utiles rencontrés par l'un quelconque de ceux-ci le sont également par les autres, c'est-à-dire lorsqu'ils ont les mêmes passages simultanés.

On emploie une méthode analogue pour les leviers directeurs.

Enfin si, au lieu de signaux d'arrêt absolu on avait des signaux indicateurs de direction, on emploierait la même méthode que dans le cas de leviers multiples commandant les signaux d'arrêt.

421. — Vérification des enclenchements. — Les ingénieurs ont fréquemment à vérifier des enclenchements qu'ils n'ont pas établis eux-mêmes ; cette vérification peut se faire au moyen du tableau des passages, dressé comme nous l'avons indiqué, et des règles que nous venons d'exposer ; mais il est utile, dans beaucoup de cas, de pouvoir faire des vérifications partielles ; il y a d'ailleurs intérêt lorsqu'on a dressé soi-même le tableau des enclenchements, à pouvoir contrôler ceux-ci par une méthode différente de celle qui a permis de

les obtenir. Les indications qui suivent peuvent être utiles à ce point de vue.

Nous appellerons *formule d'un passage* la formule qu'on obtient en inscrivant à la suite les uns des autres, chacun avec la position qui correspond à ce passage, les signaux et appareils placés sur son parcours[1]. Nous appellerons *somme des formules de deux passages*, la formule qu'on obtient en les écrivant à la suite les uns des autres.

Ceci posé, il est facile de voir que :

1° *Lorsque la formule d'un enclenchement est comprise dans la formule d'un passage, celui-ci est intercepté d'une manière permanente.*

2° *Lorsque la formule d'un enclenchement est comprise dans la somme des formules de deux ou de plusieurs passages, ceux-ci ne peuvent être ouverts simultanément.*

Ces deux règles permettent de reconnaître s'il existe des enclenchements directs qui interceptent un passage utile ou qui empêchent sans nécessité l'ouverture de deux passages simultanés. Leur application aux enclenchements résultants entraînerait une assez grande complication, par suite de la nécessité d'écrire, puis de vérifier ces derniers ; mais, sauf dans un cas exceptionnel que nous indiquerons plus loin et qui ne se présente pas dans la pratique, on peut se borner à faire la vérification pour les enclenchements directs, *à la condition qu'ils soient complets*[2].

1. Lorsque le tableau des passages est dressé, la formule de chacun d'eux est donnée par les colonnes 3, 4 et 5.

2. Voir page 346. Un enclenchement direct est complet lorsqu'il comprend tous les changements de voie pris en pointe qui séparent les deux appareils ou signaux entre les positions desquels il établit une

Considérons, en effet, un enclenchement relatif à un passage donné ; l'ouverture de ce passage dépend d'un signal ou d'un changement de voie que nous désignerons par a ; soit m un appareil ou, s'il s'agit d'un enclenchement de continuité, un signal, placé sur ce passage et entrant avec des rôles opposés dans cet enclenchement et dans un autre quelconque. En intervertissant, s'il y a lieu, l'ordre des termes qui y sont contenus, on pourra écrire ces deux enclenchements de la manière suivante :

(1) (a ouvert — m droit. . . . . .)

(2) (m renversé . . . . . .)

et leur résultante sera :

(3) (a ouvert . . . . . .)

les deux positions de m étant désignées par *droit* et *renversé*. Lorsque tous les signaux et appareils compris dans (1) occupent les positions qui correspondent à cet enclenchement, le passage en a est fermé, et, si l'enclenchement est complet, cette impossibilité correspond à une incompatibilité effective entre les itinéraires sur lesquels il interdit le passage simultané ; si, les autres signaux et appareils restant dans la position qu'ils occupent, on renverse m, a pourra être ouvert ; mais m ne peut pas être renversé lorsque les autres signaux compris dans (2) occupent les positions qui correspondent à ce dernier enclenchement et, si celui-ci est complet, cette impossibilité correspond, comme dans le cas précédent, à une incompatibilité effective entre les itinéraires sur lesquels il interdit le passage

relation ; les enclenchements qui comprennent un ou plusieurs leviers auxiliaires sont complets, lorsqu'il existe des enclenchements de direction entre ces leviers et les appareils pris en pointe placés dans les conditions que nous venons d'indiquer.

simultané. Donc, quelle que soit la position de m, la sécurité exige que a ne puisse pas être ouvert lorsque les autres signaux et appareils compris avec lui dans (1) et dans (2) occupent les positions qui correspondent à ces enclenchements. C'est précisément cette impossibilité qu'exprime l'enclenchement résultant (3) ; il est, par suite, inutile de vérifier celui-ci, puisque l'incompatibilité qu'il crée est la conséquence de celles qui justifient l'existence des enclenchements composants. Le raisonnement que nous venons de faire subsiste lorsqu'il s'agit d'enclenchements *simplifiés* ; mais il cesse d'être exact lorsqu'un des enclenchements est *incomplet*, car, dans ce cas, les passages dont celui-ci interdit l'ouverture simultanée ne sont pas tous incompatibles entre eux.

Nous avons supposé dans ce qui précède, que m est placé sur un passage où se trouve également un autre appareil ou signal a compris avec lui dans un des deux enclenchements composants ; s'il n'en est pas ainsi, l'enclenchement résultant rend impossible l'ouverture simultanée de deux passages ou groupes de passages qui ne sont pas incompatibles au point de vue de la sécurité ; c'est le cas que nous avons mentionné plus haut[1].

En résumé la vérification des passages interceptés est inutile pour les enclenchements *complets* et pour les enclenchements résultants que produit leur composition. Il en est de même pour les enclenchements simplifiés. Lorsqu'il existe des enclenchements incomplets, il suffit, pour la vérification des passages interceptés, soit de se reporter au tableau des passages, tel

1. Voir n° 416, pages 357 et 358.

que nous l'avons défini, en appliquant la méthode que nous avons indiquée pour l'étude des simplifications, soit de rechercher si la formule de chacun des enclenchements considérés, ou celle de chacun des enclenchements résultants qu'il produit, est contenue dans la formule d'un passage isolé ou dans la somme des formules de plusieurs passages.

CHAPITRE XIX

ACCIDENTS DE CHEMINS DE FER

422. — Etude des causes des accidents. — Nous avons mentionné, au cours de l'exposé des différentes questions, les principaux accidents qui peuvent se produire par suite de l'inobservation des règles fondamentales de l'exploitation.

Il n'est pas inutile de revenir sur ce sujet et d'indiquer d'une manière générale la nature et les causes des accidents qui se produisent le plus fréquemment, ainsi que les moyens par lesquels on cherche à les éviter ou à les atténuer. Leur suppression absolue est malheureusement une chimère ; mais, s'il est impossible de les éviter entièrement, on peut, par des progrès successifs, arriver à en réduire de plus en plus le nombre et l'importance relative.

Il est quelquefois très difficile de déterminer les causes des accidents. Le témoignage des agents est suspect, lorsque leur responsabilité est engagée ; les défectuosités du matériel ou de la voie cessent souvent d'être apparentes après un choc qui a brisé ou faussé un certain nombre de pièces ; plusieurs causes différentes ont pu agir simultanément, et on n'arrive pas toujours à établir après coup la part d'influence à attribuer à chacune d'elles. Les conditions même dans lesquelles se fait cette étude contribuent encore à la rendre plus difficile. Dans des circonstances où la vie humaine est en jeu, et

où une simple négligence peut causer une catastrophe, la base de la sécurité est incontestablement la responsabilité des agents. Lorsqu'il se produit une collision ou un déraillement, la recherche des causes de l'accident prend presque forcément, au moins au début, la forme de la recherche de coupables. Il est impossible que l'étude purement technique n'en souffre pas. On ne juge pas les choses de la même façon lorsqu'on a pour but de donner à la société, par une condamnation, des garanties contre la négligence ou l'imprudence, ou lorsqu'on se propose seulement de chercher dans les faits des leçons pour l'avenir. La crainte de causer par une appréciation erronée la condamnation imméritée d'un collègue ou d'un subordonné oblige d'ailleurs les agents de tout ordre à une très grande réserve et entrave la recherche des causes indirectes qui est, dans certains cas, la plus instructive.

423. — Moyens généraux de prévenir les accidents. — Indépendamment des causes spéciales qui peuvent, dans chaque cas, contribuer directement ou indirectement à un accident, il y a des causes générales qui influent sur leur nombre et sur leur gravité, et qui dépendent de l'organisation du service ou de la part plus ou moins grande laissée à l'initiative et à l'attention des agents dans les mesures à prendre pour assurer la sécurité.

La plupart des accidents de trains dépendent d'une des trois circonstances suivantes : faute des agents, vice des appareils, lacune des règlements. De ces trois causes, c'est la première qui joue le rôle le plus important. On cherche à en atténuer les conséquences, soit, lorsque cela est possible, en faisant dépendre

la sécurité du concours de plusieurs agents, de telle façon qu'une faute isolée puisse être réparée en temps utile, soit en suppléant à l'action de l'homme, en cas de négligence ou d'erreur, par l'action d'appareils étudiés dans ce but. Ce dernier système, dont les appareils d'enclenchement offrent un type bien près d'être parfait, est évidemment au point de vue théorique, entièrement satisfaisant. Il séduit les personnes qui ne sont pas au courant des difficultés de son application, et il ne se produit pas d'accident grave sans que l'attention des ingénieurs des chemins de fer et quelquefois même des Pouvoirs publics soit appelée sur la nécessité de le généraliser. Son application est cependant, dans la plupart des cas, loin d'être aussi pratique et même aussi efficace qu'on serait porté à le croire. En effet, pour que ces appareils assurent la sécurité, il ne suffit pas qu'ils puissent suppléer à l'action de l'homme, en cas d'erreur ou de négligence, il faut aussi que leur non-fonctionnement intempestif ne puisse pas compromettre la sécurité. Or, cette dernière condition est, le plus souvent, incompatible avec les cas imprévus qui peuvent se présenter. C'est elle qui a empêché jusqu'ici l'emploi du block-system automatique. Il est très facile d'imaginer des appareils qui ferment une section lorsqu'un train y a pénétré, et ne la rouvrent que lorsqu'il en sort ; mais, si on les établit simplement d'après ces données, leurs indications sont faussées lorsque, par suite d'une circonstance accidentelle, deux trains ou deux portions de trains occupent à la fois la même section (détresses ou ruptures d'attelages). Dans ce cas le train ou la partie de train qui sort de la section en premier lieu ouvre le signal qui en défend l'entrée, et le second train ou la

queue du train resté en détresse se trouve ainsi sans protection. L'intervention des agents est alors nécessaire, mais si on n'a pas le moyen d'obtenir qu'elle se produise sûrement, le block-system devient une cause de danger au lieu d'être une garantie de sécurité[1]. Il en est de même en ce qui concerne les appareils destinés à produire automatiquement l'arrêt d'un train devant un signal fermé ; il est bien difficile de compter que le mécanicien, habitué à voir son train s'arrêter de lui-même en cas de danger, apportera toujours une attention suffisante pour être en mesure de suppléer aux défaillances des appareils.

Si les appareils automatiques ne permettent pas de réaliser la perfection idéale, ils n'en sont pas moins susceptibles de rendre de réels services, surtout, lorsque, au lieu de leur demander d'assurer à eux seuls la sécurité, on leur demande seulement de l'augmenter. Nous avons déjà cité les appareils d'enclenchement. Les désengageurs automatiques dont l'appareil Aubine[2] est le type, les pédales qui empêchent l'ouverture des signaux du block-system tant qu'un train n'est pas effectivement sorti de la section qu'ils protègent, sont dans le même cas. Dans tous ces appareils, l'intervention des agents n'est pas supprimée ou elle n'est supprimée que partiellement. Mais, on ne saurait trop insister sur ce point, pour assurer la sécurité de la circulation sur les chemins de fer, il ne suffit ni d'appareils spéciaux, si bien combinés qu'ils soient, ni du concours simultané de plusieurs agents dans les

1. Il existe des appareils de block-system automatique en Amérique ; mais le mode d'exploitation n'est pas le même qu'en France, et les règles de sécurité auxquelles on s'astreint sont moins rigoureuses.

2. Voir tome I page 444.

cas où un accident peut être le résultat d'une erreur ou d'une négligence. Rien ne peut suppléer à la bonne rédaction et à l'observation des règlements.

En principe les règlements doivent contenir toutes les prescriptions nécessaires pour assurer la sécurité ; mais c'est une erreur de croire que, plus ils sont complets, meilleurs ils sont. Les ingénieurs de chemins de fer doivent au contraire se défendre contre la tentation de les augmenter indéfiniment et notamment d'y ajouter, chaque fois qu'il se produit un accident ou même un incident, quelque prescription nouvelle pour préciser les fautes qui ne doivent pas être commises. *Ce qui importe*, en effet, *ce n'est pas ce qu'on met dans les règlements, c'est ce que les agents en retiennent et en appliquent.* Les distinctions plus ou moins subtiles, les recommandations qui ne touchent pas essentiellement à la sécurité ne peuvent que troubler ou rebuter ceux qu'elles sont censées devoir éclairer. Il faut des règles simples, pratiques, qui s'adaptent à tous les cas, mais dont l'observation ne dispense le personnel ni d'intelligence ni d'attention ; il faut surtout qu'elles soient toujours compatibles avec les nécessités du service, car leur application devient arbitraire du moment qu'il peut y être dérogé sans que cette dérogation constitue une faute grave. Enfin l'observation des règlements ne peut être obtenue que par la discipline. La révocation ou l'emprisonnement, auxquels les agents sont exposés en cas d'accident, n'ont qu'une influence bien faible sur l'observation journalière des prescriptions de sécurité. La certitude d'une simple réprimande, en cas de négligence, produit un effet beaucoup plus sûr que la perspective d'une punition très grave dans le cas d'une catastrophe improbable.

Les signaux qui commandent l'arrêt aux mécaniciens, jouent un rôle d'autant plus important que les appareils de sécurité sont plus multipliés, car ceux-ci sont presque toujours établis en prenant pour point de départ cette hypothèse qu'un signal d'arrêt fermé ne peut être franchi. On peut donc dire sans exagération que la sécurité de la circulation des trains repose surtout sur l'observation des signaux par les mécaniciens; elle n'est réellement assurée que si le respect des signaux est, en tout temps et dans tous les cas, considéré comme une règle absolue. A ce point de vue, les enclenchements trop complets, les consignes trop rigoureuses vont quelquefois contre leur but, en ne se prêtant pas à certaines simplifications des manœuvres ou à certains mouvements exceptionnels, car, dans ce cas, les agents peuvent être amenés à considérer les signaux comme une gêne et non comme une protection, et à se dispenser de les observer sous le prétexte qu'ils ne couvrent aucun obstacle réel. C'est pour ce motif que, même au prix d'un peu de complication dans les appareils et dans la dépense d'établissement ou dans les frais d'exploitation, il est utile de combiner les enclenchements de telle façon que tous les mouvements qui ne sont pas contraires à la sécurité soient aussi faciles que possible.

424. — Déraillements. — Les déraillements sont, de tous les accidents, ceux dont les causes sont le plus difficiles à déterminer. Lorsque le déraillement est dû à la rupture de pièces dans les véhicules ou dans la voie (rupture de bandages ou de ressorts, de rails, etc.), ces avaries se confondent souvent avec celles qui proviennent de l'accident lui-même. La recherche est

encore plus difficile lorsqu'il n'est pas possible d'attribuer le déraillement à une cause de cette nature. Pourquoi un train qui vient de faire dans des conditions normales un parcours souvent fort long saute-t-il tout à coup hors de la voie, alors qu'il n'existe sur celle-ci aucun obstacle ? Pourquoi la voie, qui a supporté précédemment le passage d'un grand nombre de trains, se déforme-t-elle sous une charge qui n'est dans la plupart des cas ni plus lourde, ni animée d'une plus grande vitesse, ni soumise à des causes de perturbation plus fortes que les précédentes ? On ne peut guère trouver l'explication plausible de ces faits que dans la coïncidence d'un point faible de la voie avec un cas particulièrement défavorable des perturbations de la machine. C'est là, une circonstance fortuite qu'il est impossible de prévoir ; il n'en résulte pas toutefois qu'il n'y ait aucun enseignement à en tirer. Les efforts que les voies ont à supporter, non plus que la résistance qu'elles peuvent y opposer, ne peuvent se calculer exactement ; il faut, pour éviter tout danger pouvoir compter sur un coefficient de sécurité aussi fort que possible. Tout déraillement auquel on ne peut attribuer de cause précise doit faire craindre que ce coefficient n'ait été insuffisant. Les principaux points sur lesquels doit porter l'examen sont : pour les machines le défaut de réglage des ressorts, les efforts de lacets anormaux et les variations de la charge des essieux qui peuvent résulter de l'augmentation de la vitesse soit en simple soit en double traction ; pour les véhicules, les mouvements de lacet qui résultent de l'insuffisance de raideur des ressorts de choc ou de traction, ou d'attelages mal faits ; pour la voie, la fatigue des attaches due au passage des trains, les variations de stabilité qui résultent

de l'état du ballast et de la plateforme, enfin la présence d'obstacles sur les rails. On ne doit pas perdre de vue que, les déraillements sont dus, la plupart du temps, non à une seule de ces causes, mais à plusieurs d'entre elles agissant simultanément. Aussi faut-il, lorsqu'on étudie les conditions de stabilité des trains, envisager simultanément le matériel roulant, la voie et la vitesse. Telle machine qui se comporte bien à une allure modérée, éprouve des mouvements désordonnés dès qu'elle dépasse une certaine vitesse. Une voie qui supporte sans se déformer le passage de machines flexibles et d'un mouvement doux peut devenir instable si on y fait circuler un matériel roulant moins parfait. Toutefois, c'est l'état de la voie qui joue le rôle principal dans les déraillements, parce qu'il se modifie à chaque instant et dépend d'une foule de conditions accessoires.

Rien n'est aussi sujet à variations, aussi difficile à apprécier que la fermeté du bourrage de laquelle dépendent le nivellement des supports de la voie sous le passage des trains et leur invariabilité dans le sens transversal. Heureusement on peut dire que, sauf dans le cas où il existe des irrégularités inadmissibles avec un bon entretien, les variations de la voie dans le plan vertical sont sans influence sur la sécurité tant qu'elles n'ont pas pour effet d'amener la rupture des rails ou celle des ressorts des machines. Il n'en est pas de même en ce qui concerne les variations transversales : une voie qui se déforme sous le passage des trains est toujours une voie dangereuse, et c'est aux mouvements désordonnés qui sont la conséquence de ces déformations qu'il faut attribuer le plus grand nombre des déraillements. Si l'entretien est fait avec un soin suffisant, les causes du ripage, c'est-à-dire du déplacement

transversal des voies, se réduisent à trois : l'instabilité du ballast, la mauvaise qualité de la plateforme, enfin l'insuffisance du tassement sous le passage des trains. L'instabilité du ballast tient presque exclusivement à la forme des éléments qui le composent. Le ballast terreux et par suite hygrométrique rend les voies cahoteuses et exige beaucoup d'entretien à cause de l'affaiblissement continuel du bourrage ; mais s'il n'est pas très mauvais et si on rétablit le profil à des intervalles suffisamment rapprochés, il n'offre pas de dangers. Au contraire les cailloux roulés, à surface lisse, donnent, quelque soin qu'on prenne, une voie toujours instable et par suite dangereuse. La mauvaise qualité de la plateforme, lorsqu'elle est argileuse, facilite également le ripage des voies. Comme nous l'avons dit précédemment, l'argile humide se mêle peu à peu au ballast ; les traverses reposent alors sur une surface savonneuse et le coefficient de frottement devient presque nul ; aussi les déformations de voie sont fréquentes dans les tranchées argileuses mal assainies. L'insuffisance du tassement du ballast en sable ou en gravier sous le passage des trains peut aussi provoquer des déraillements sur les voies parcourues par des trains à marche rapide. Quel que soit le soin apporté au bourrage, il ne fait corps d'une manière complète sous les traverses, surtout lorsqu'il est pur, que par la pression répétée des roues des machines et des wagons. Parmi les déraillements dont nous avons eu à examiner les causes, le plus grand nombre s'est produit sur des voies qui avaient été récemment renouvelées ou dont le bourrage venait d'être refait complètement d'une manière continue sur une certaine longueur. Le meilleur moyen de prévenir les accidents de ce genre

sans troubler l'exploitation consiste à modérer temporairement, sur les voies neuves ou qui viennent d'être renouvelées, la vitesse des trains pendant un ou deux mois, en interdisant aux mécaniciens de dépasser la vitesse *moyenne* inscrite au livret de marche pour les trains les plus rapides. La différence entre cette vitesse moyenne et les vitesses limites qui peuvent être atteintes normalement, sans être du même ordre que l'écart qui existe entre la stabilité d'une voie fraîchement bourrée et celle d'une voie dont le tassement est effectué, est, en général, suffisante pour éviter les déformations brusques.

Une autre cause de déraillement qu'il est bien difficile de prévenir d'une manière absolue est la rupture des rails. Les ruptures sont fréquentes avec les rails en fer, surtout lorsqu'on pratique le retournement des rails à double champignon pour user successivement les deux surfaces de roulement. Avec les rails d'acier de bonne qualité les ruptures sont beaucoup plus rares ; on a même dit autrefois qu'après la première année ils ne cassent plus. Cela n'est exact que dans les premiers temps de leur durée, surtout si l'acier contient une proportion notable de silicium ou de phosphore. L'usure et les défauts du métal n'interviennent d'ailleurs pas seuls pour causer la rupture des rails ; le mauvais état de la voie contribue dans beaucoup de cas à les rendre plus nombreuses. Lorsque les traverses cèdent sous le passage des véhicules, la portée effective entre les appuis sur lesquels repose le rail peut être doublée, triplée même dans certains cas ; le travail du métal augmente alors dans la même proportion, et, s'il est déjà fatigué par des déformations antérieures ou si le moment d'inertie a diminué par suite de l'usure, la

limite de rupture est facilement atteinte. Il est d'autant plus utile de signaler ici l'influence du défaut de stabilité de la voie, qu'il peut être au moins atténué par un entretien soigné, par des renouvellements de ballast ou par l'assainissement de la plateforme, sans qu'on ait besoin d'attendre le remplacement, toujours très coûteux, des rails et de leurs accessoires. Le plus souvent la rupture des rails n'entraîne aucun accident, les morceaux disjoints restent en place. Mais il arrive quelquefois qu'un d'eux s'écarte ou bascule. Les conséquences qui peuvent résulter d'un déraillement dans ces conditions sont d'autant plus graves qu'il n'est pas précédé, dans ce cas, comme lorsqu'il est produit par un ripage de la voie, par une série de mouvements désordonnés du train qui diminuent sa vitesse et donnent en général au mécanicien le temps de fermer ou tout au moins de saisir son régulateur.

Les obstacles qui peuvent se trouver sur les rails sont le plus souvent écartés ou brisés par les chasse-pierres des machines. Des objets résistants de hauteur trop faible pour être rencontrés par les chasse-pierres, même de simples pierres plates, si elles sont assez dures, peuvent faire sauter une roue hors des rails. Aussi convient-il de veiller à ce que les agents n'abandonnent jamais leurs outils sur la voie et que, par négligence, ils ne fassent pas glisser sur les rails en travaillant des fragments de ballast lorsqu'il est en pierre cassée.

En ce qui concerne la traction, l'exagération de la vitesse des trains est une des causes de déraillement qui sont le plus à redouter ; c'est surtout aux descentes qu'elle offre de graves dangers, car si le mécanicien a dépassé la limite en vue de laquelle le nombre des

freins a été calculé, il n'est plus maître de son train.

425. — Collisions en pleine voie. — Les collisions en pleine voie résultent presque toujours de l'inobservation des règlements. Elles sont surtout à craindre lorsqu'un train étant tombé en détresse, ou ayant un très grand retard qui oblige à intervertir l'ordre prévu par les livrets de marche, les conditions normales de la circulation sont modifiées. C'est pour ce motif que les règlements prévoient en pareil cas les mesures à prendre avec des détails minutieux et précis. Mais les collisions peuvent aussi résulter simplement d'une confusion dans l'ordre d'expédition des trains sur les lignes à simple voie, ou d'un défaut d'observation des règles relatives à l'espacement des trains. L'application du block-system est le moyen le plus efficace de les prévenir ; elle est, sous sa forme ordinaire ou sous la forme de l'emploi du bâton pilote, obligatoire sur tous les chemins de fer Anglais ; elle tend à se répandre de plus en plus en France et sur le reste du continent. Toutefois elle ne donne des garanties absolues que si la disposition des appareils et les règles suivies pour l'entrée des trains dans les sections déjà occupées rendent effectivement impossibles les collisions, même en cas d'erreur ou de négligence ; s'il en est autrement, elle peut, comme l'expérience l'a montré, ne donner qu'une sécurité plus apparente que réelle. Les appareils dont nous avons indiqué le principe dans la première partie de cet ouvrage se prêtent d'ailleurs à l'organisation du block-system dans les meilleures conditions. Il est désirable de les voir se répandre non seulement sur les lignes à double voie, mais sur les lignes à voie unique. Les préjugés de beaucoup d'ingénieurs au sujet

de la complication de leur emploi dans ce dernier cas ne sont pas fondés, et ils permettraient quelquefois, en augmentant la capacité des lignes, de retarder le moment où l'établissement d'une deuxième voie deviendrait nécessaire.

426. — Collisions dans les gares. — Les collisions dans les gares sont presque toujours dues, en dehors de l'inobservation des signaux dont nous avons déjà parlé, soit à des combinaisons intempestives des positions des signaux ou des appareils, qui dirigent un train sur un autre train ou sur des wagons en mouvement ou en stationnement, soit à la position défectueuse d'aiguilles de changements de voie. Les enclenchements les font disparaître presque entièrement ; on peut dire que, sans ce perfectionnement de l'outillage des grandes gares, le service y serait impossible ou ne serait possible avec sécurité que moyennant d'énormes dépenses de voies et de personnel.

427. — Accidents de personnes causés par les trains. — Les accidents de personnes causés par les trains sont de beaucoup les plus nombreux sur les chemins de fer. Ils sont presque toujours dus à l'imprudence des victimes ; mais les améliorations apportées soit aux aménagements des gares soit au service peuvent en diminuer la fréquence. On peut citer, notamment, les passages par dessus ou par dessous les voies, qui, dans les gares importantes, font communiquer les trottoirs entre eux. Ce système, assez usité en Angleterre et général en Allemagne pour toutes les gares de bifurcation, commence à se répandre en France.

Le nombre des blessures reçues par les agents dans

les manœuvres peut être diminué par un bon éclairage des gares la nuit, par une largeur suffisante donnée aux entrevoies, par l'emploi de supports élevés pour les fils des transmissions, enfin par la manœuvre à distance des aiguilles qui rend inutile la présence des aiguilleurs au milieu des voies. La plupart de ces accidents seraient évités, s'il existait un moyen pratique d'empêcher les agents de traverser, sans une attention suffisante, les voies devant les trains ou les vagons en manœuvre, et, lorsqu'ils ont à faire des attelages, de passer entre les tampons au moment où ceux-ci vont se rejoindre. Il est malheureusement impossible d'obtenir d'une manière complète l'exécution stricte des règlements à cet égard, et, avec le système d'attelages usité en Europe, on n'a pas encore trouvé de moyen pratique pour faire les attelages sans qu'un homme ait à s'introduire entre les tampons.

Enfin, au nombre des accidents de personnes qui se produisent le plus fréquemment, il faut compter les rencontres de voitures ou de piétons par les trains aux passages à niveau. On a admis pendant longtemps que, sauf sur les lignes où la circulation est très lente, le gardiennage des barrières était indispensable pour éviter les accidents. Les idées se sont aujourd'hui modifiées à cet égard, et, sur les lignes d'importance secondaire, on ferme seulement au moyen de barrières manœuvrées à distance ou on laisse entièrement libres un grand nombre de passages à niveau. Ce système permet de réaliser sans inconvénient sérieux des économies très importantes, dont on peut appliquer le produit à des mesures de sécurité plus utiles que le gardiennage de tous les passages à niveau ; mais pour qu'il soit réellement sans danger, il faut qu'il soit appliqué

avec discernement, seulement à la rencontre des lignes à fréquentation faible ou modérée avec des chemins d'importance secondaire, surtout des chemins d'exploitation des champs, et que les conditions de visibilité aux abords du passage soient telles que le conducteur d'une voiture ait toujours, avant de traverser la voie, le temps de s'assurer qu'il peut le faire sans risquer d'être heurté par un train. Sur les lignes importantes, et sur les lignes à circulation moyenne, à la rencontre des chemins très fréquentés ou mal placés au point de vue de la visibilité, le gardiennage est toujours une précaution presque indispensable. Ce n'est pas à dire toutefois que la présence de gardes-barrières suffise pour assurer entièrement la sécurité, car leur attention peut être en défaut. On a songé, pour prévenir les conséquences des fautes de ces agents, à protéger les passages à niveau par des signaux, de telle façon qu'un train arrivant au moment où le passage est ouvert soit arrêté avant de l'avoir atteint. On ne doit, à notre avis, recourir à cette protection que dans des cas spéciaux, et pour des passages exceptionnellement fréquentés.

CINQUIÈME PARTIE

LES CHEMINS DE FER

CONSIDÉRÉS AU POINT DE VUE FINANCIER

CHAPITRE XX

EXPLOITATION COMMERCIALE

§ 1. — PRINCIPES GÉNÉRAUX

I. — OBJET ET BASES DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

428. — Caractères de l'exploitation commerciale des chemins de fer. — On peut concevoir l'exploitation des chemins de fer à trois points de vue différents. On peut admettre que les prix de transport par chemins de fer doivent être soumis, comme ceux de transports quelconques, au régime de l'offre et de la demande et de la concurrence. On peut, tout en considérant ces transports comme une industrie, tenir compte de ce qu'ils constituent de fait un monopole au profit de celui qui possède les lignes, et faire de ce monopole l'objet

de concessions, en réglementant les tarifs à percevoir. 3) Enfin on peut considérer l'exploitation des chemins de fer comme un service public dont l'État doit assurer directement l'exécution, de même qu'il le fait pour le service des postes, pour les services fiscaux, etc.

Aujourd'hui, le premier système a vécu ; la concurrence a abouti, partout où on a essayé de l'établir, d'abord à des désastres financiers, puis à un accord entre les concurrents aux dépens du public. C'est ce qui a eu lieu notamment en Angleterre et en Amérique. La loi de l'offre et de la demande est d'ailleurs illusoire chaque fois qu'il s'agit d'un service dont le public ne peut se passer. L'Angleterre a récemment, par des lois spéciales, imposé des tarifs généraux aux Compagnies, et l'Amérique est entrée dans la même voie.

Le régime des concessions avec réglementation des tarifs, a été pendant longtemps presque général dans l'Europe continentale ; l'Allemagne et la Hongrie y ont renoncé pour adopter l'exploitation directe par l'Etat ; la Russie, la Suède, la Norwège, l'Autriche et la Belgique ne l'ont conservé qu'en partie et ont constitué des réseaux d'Etat importants. En Bavière, dans le Wurtemberg et dans le grand-duché de Bade, on a, dès le début, assimilé l'exploitation des chemins de fer aux autres services publics, et l'Etat en a toujours assuré la gestion. En France, quoiqu'il existe depuis quinze ans un réseau d'Etat, le régime normal de l'exploitation est celui des concessions ; mais les combinaisons financières auxquelles ont donné lieu ces concessions mettent presque tous les aléas de l'exploitation à la charge de l'Etat, dont le budget se trouve ainsi intéressé dans la gestion des Compagnies. D'un autre côté, à mesure que les chemins de fer ont pris

un rôle plus important dans les relations sociales et industrielles du pays, l'Etat a été amené à exercer sur les tarifs une action de plus en plus directe.

Il résulte de ce qui précède que, par exploitation commerciale des chemins de fer, il faut entendre l'application aux transports non des règles ordinaires du commerce, mais de règles spéciales auxquelles ont conduit l'expérience et la conciliation des intérêts en jeu. Ces règles sont loin d'être uniformes ; mais il existe, en fait de tarification, des principes généraux dont l'étude peut faciliter dans une large mesure l'examen des questions qui s'y rapportent.

429. — Bases d'établissement des tarifs. — Les tarifs, tels qu'ils sont actuellement, ont pour but de rémunérer à la fois les frais de construction et les frais de transport. En France, les cahiers des charges établissent une distinction entre le péage, c'est-à-dire le prix payé pour l'usage de la voie, et le prix du transport proprement dit ; cette distinction remonte à l'époque de la création des chemins de fer. On croyait, en effet à cette époque qu'ils constituaient de véritables voies publiques, susceptibles d'être utilisées non seulement par le concessionnaire de la ligne, mais par tout autre. Les exigences de la sécurité n'ont pas permis d'organiser le service dans ces conditions ; l'usage commun des rails d'une ligne par plusieurs exploitants est resté en fait subordonné à des conventions particulières, et le prix de péage consiste presque toujours simplement dans une majoration proportionnelle du prix de transport.

Le prix de revient des transports peut se diviser en deux parties : une partie indépendante de la distance

(frais de gare, délivrance des billets, enregistrement et chargement des marchandises, manœuvres dans les gares, contrôle et livraison à l'arrivée, etc.), et une partie qui dépend de la distance (frais d'entretien de la voie, frais de traction et de conduite des trains) ; mais le coût réel dépend en outre d'un grand nombre d'éléments tels que l'intensité et la nature du trafic, la disposition des gares, le profil des lignes, les parcours que le matériel fait à vide, etc... Les tentatives faites pour dégager ces divers éléments sont jusqu'ici restées impuissantes et il en sera vraisemblablement toujours ainsi. On a donc pris, dès le début, pour base de la fixation du prix des transports, seulement la distance avec addition d'une constante en rapport avec les frais de gare, la rapidité du transport et la nature des marchandises. On a aussi tenu compte indirectement de l'intensité du trafic au moyen d'abaissements de taxes, soit partiels, soit généraux.

Le prix de revient, majoré d'une fraction déterminée pour tenir compte du péage, n'intervient pas seul dans la détermination du prix des transports ; d'ordinaire on y fait entrer également la valeur des objets transportés, en classant ceux-ci par séries. Il y a pour cela deux raisons, qui sont d'abord la responsabilité qui incombe au chemin de fer, en cas de perte ou d'avarie, et ensuite une application de la loi économique en vertu de laquelle les charges qui pèsent sur un produit doivent être en rapport avec la valeur de ce produit. Rien ne s'opposerait néanmoins, en principe, à ce qu'on rendît les tarifs indépendants de la valeur de marchandises en prenant la capacité des wagons pour base des prix à percevoir. Ce serait un grand progrès au point

de vue de la simplicité, car la classification des marchandises, si complète qu'elle soit, donne lieu à beaucoup d'incertitudes, de contestations et de fraudes ; mais au point de vue économique, alors qu'il s'agit non seulement de rémunérer les frais d'exploitation, mais d'amortir le capital de construction, une pareille réforme serait plus que discutable. Le système des *tarifs à la capacité* qu'on a appelés aussi *tarifs naturels*, a néanmoins été très prôné en Allemagne ; appliqué en Alsace-Lorraine, il y a une vingtaine d'années, il s'est étendu progressivement aux chemins de fer du Sud-Ouest de l'Allemagne ; mais les tarifs qui en dérivaient ont disparu lors de l'unification des tarifs de l'empire en 1877. Toutefois le principe a subsisté en partie ; dans la tarification actuelle, il n'existe de classification que pour les marchandises expédiées par wagons complets ; pour les colis de détail la taxe est unique.

II. — CLASSIFICATION DES TARIFS.

430. — Définition. — Les cahiers des charges des concessions de chemins de fer déterminent en général, notamment en France, le tarif maximum que le concessionnaire est autorisé à percevoir pour s'indemniser de ses travaux et dépenses : c'est ce qu'on appelle le *tarif légal*, *tarif maximum*, ou *tarif du cahier des charges*. On tend de plus en plus aujourd'hui à s'écarter de ce tarif dont le nom devrait être *tarif maximum légal*.

Au point de vue des conditions d'application, on distingue deux sortes de tarifs : les *tarifs généraux* et les *tarifs spéciaux*. Ces derniers se distinguent des tarifs généraux en ce que leur application est subordonnée

à des conditions spéciales (augmentation du délai de transport, suppression de la responsabilité de la Compagnie en cas d'avarie[1], etc.) que l'expéditeur accepte en échange d'un abaissement de taxe.

Au point de vue de la forme, on peut distinguer les tarifs, en *tarifs à la distance* et en *tarifs à prix ferme*, ou *tarifs de gare à gare*.

Les tarifs à la distance se divisent eux-mêmes en *tarifs proportionnels*, dans lesquels le prix de transport (déduction faite de la constante pour frais de gare) est proportionnel à la distance, et en *tarifs différentiels* dans lesquels le prix de transport varie avec la distance, mais suivant une loi quelconque autre que celle de la proportionnalité.

431. — Tarifs proportionnels. — Les tarifs proportionnels sont établis d'après ce principe que les dépenses de toute nature afférentes aux transports sont sensiblement proportionnelles à la distance : il est aujourd'hui démontré par l'expérience que cela est inexact. Dans une certaine mesure, les dépenses kilométriques afférentes à un transport donné décroissent avec la distance parcourue. Cela résulte de la répartition des frais généraux sur une dépense plus forte, de la diminution des parcours du matériel vide, de la faculté d'obtenir un groupement plus économique des voyageurs, des marchandises et des véhicules, etc. Mais ce motif n'est pas le seul qui fasse condamner aujourd'hui les tarifs proportionnels : c'est surtout au point de vue du développement du trafic que ceux-ci sont défectueux. Dans

1. L'exonération de la responsabilité n'est admise par la jurisprudence des tribunaux que si l'avarie n'est pas due à une faute des agents du chemin de fer, ou si cette faute n'a pu être prouvée par l'expéditeur.

l'intérêt du commerce, comme dans l'intérêt de l'abaissement du prix de revient par l'augmentation du trafic, il importe de multiplier les transports et, pour cela, d'étendre les distances auxquelles ils sont possibles. La distance de transport possible est d'autant plus grande que le prix de transport est moindre par rapport à la valeur de la marchandise ; il convient donc de faire croître ce prix de moins en moins rapidement à mesure que la distance augmente.

Presque tous les tarifs des cahiers des charges français sont des tarifs proportionnels ; mais tous les tarifs généraux établis depuis quelques années sont des tarifs différentiels.

432. — Tarifs différentiels. — On peut imaginer un nombre infini de systèmes de tarifs différentiels, mais il n'y en a qu'un petit nombre qui soient mis en pratique.

L'idée la plus simple est celle d'un tarif dans lequel le prix par kilomètre s'abaisse à mesure que la distance augmente ; mais, dans ce cas, si l'abaissement est continu, il faut pour le calcul des taxes des barèmes énormes ou des formules difficiles à comprendre pour la masse du public ; si l'abaissement est discontinu, l'application du tarif présente une difficulté aux points de passage. Supposons, en effet, qu'on porte sur une ligne horizontale (fig. 455) des longueurs proportionnelles aux distances kilométriques de transport et, sur des lignes verticales, des ordonnées proportionnelles aux prix payés pour les distances correspondantes. A l'origine O des

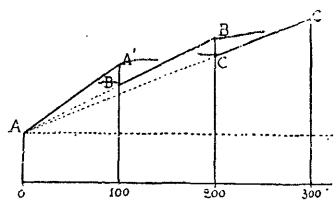


Fig. 455.

abscisses, l'ordonnée représentera la constante invariable du prix des transports. Si l'on applique un prix a par kilomètre pour les transports à moins de 100 kilomètres, un prix b, inférieur au précédent, pour les transports à des distances comprises entre 100 et 200 kilomètres, un prix c, inférieur à b, pour les transports à des distances comprises entre 200 et 300 kilomètres, etc., on pourra élever, aux points correspondant à 100, 200, 300 kilomètres, etc., des ordonnées sur lesquelles les longueurs OA + 100 a, OA + 200 b, OA + 300 c, etc., représenteront les prix à payer à ces distances ; les lignes AA', BB', CC', etc., menées du point A aux extrémités de ces ordonnées permettront d'établir le prix d'un transport à une distance quelconque, puisque ce prix sera représenté par la portion d'ordonnée élevée, à la distance kilométrique considérée, jusqu'à la rencontre de ces lignes. On voit de suite que, dans ces conditions, le prix sera plus élevé à 99 kilomètres qu'à 100, à 199 qu'à 200, etc.., ce qui est inadmissible. On corrige ce défaut par l'établissement de *paliers*, c'est-à-dire d'intervalles pour lesquels l'accroissement des prix est interrompu. Ainsi le prix a est applicable seulement jusqu'à un maximum qui correspond à 100 b ; de 100 à 200 kilomètres, b est applicable jusqu'au maximum de 200 c, etc.

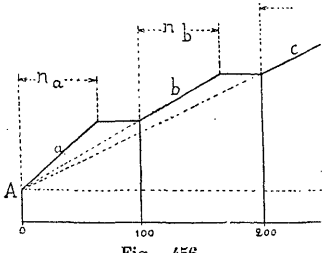


Fig. 456.

Si on désigne par n_a, $100 + n_b$, $200 + n_c$, etc.., les distances à partir desquelles l'accroissement des prix s'arrête, on a :

$$n_a \times a = 100\ b$$
$$(100 + n_b)\ b = 200\ c, \quad \text{etc.}$$

Les paliers sont les intervalles compris entre n_a kilomètres et 100 kilomètres, entre n_b kilomètres et 200 kilomètres, etc. Les prix sont représentés par une ligne brisée formée de droites d'inclinaison décroissante reliées entre elles par des éléments horizontaux.

Au lieu de placer les paliers à l'origine des lignes inclinées, on peut les placer à leur extrémité ; alors

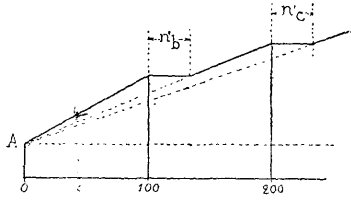


Fig. 457.

les prix croissent, par exemple, de 0 à 100 kilomètres ; à partir de 100 kilomètres, ils cessent de croître jusqu'à $100 + n'_b$ kilomètres, n'_b étant déterminé par la relation.

$$(100 + n'_b)\ b = 100\ a$$

et ainsi de suite.

Tarifs belges. — Une forme plus rationnelle et plus pratique est celle des tarifs à *bases variables*, dits *tarifs belges* parce que c'est en Belgique qu'ils ont été appliqués tout d'abord. Dans ces tarifs, le prix par kilomètre s'abaisse progressivement, mais seulement pour les fractions de la distance à compter à partir du point où commence l'abaissement. Ainsi, si on prend une base a de 0 à 100 kilomètres, une base b de 100 à 200 kilomètres, une base c de 200 à 300 kilomètres, le prix est, en appelant d la distance :

de 0 à 100 kilomètres d a
de 100 à 200 kilomètres 100 a + (d-100) b
de 200 à 300 kilomètres 100 a + 100 b + (d-200) c,
etc.

En représentant les prix par des ordonnées et les distances correspondantes par des abscisses, l'enveloppe du polygone des prix est alors une courbe convexe, et l'abaissement suit la loi de la continuité.

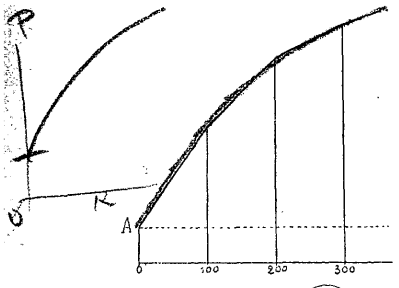


Fig. 458.

La tarification belge tend à se répandre de plus en plus ; elle est aujourd'hui adoptée d'une manière générale pour la réforme de la tarification française ; elle a servi également de point de départ à l'établissement des tarifs par zones, en Hongrie et en Autriche.

Tarifs par zones. — Pour simplifier le calcul des taxes kilométriques, on admet que les prix sont calculés, non d'après la distance exacte, mais d'après le nombre de kilomètres. Le choix du kilomètre comme unité n'a d'autre motif que notre numération métrique ; on peut évidemment aussi bien concevoir qu'on calcule les distances par chiffres ronds de deux, quatre, six, huit, dix, quinze, vingt, trente kilomètres, (etc.), et aussi que l'unité choisie varie avec la distance. Lorsqu'on opère ainsi on a des *tarifs par zones*, qui sont représentés par une succession continue des paliers entre lesquels se font des ressauts brusques.

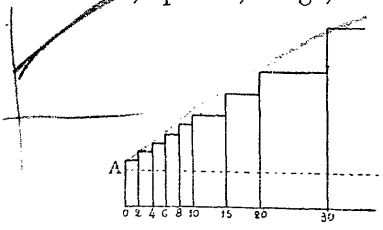


Fig. 459.

Le tarif par zones peut n'être qu'un expédient pour envelopper d'aussi près que possible une série de prix fermes déjà établis qu'on veut fondre dans une tarification uniforme. L'application à ces prix fermes de la clause des *stations non dénommées*, dont nous parlerons plus loin, y conduit naturellement. C'est ainsi que dans l'unification de ses tarifs de marchandises la Compagnie P.-L.-M., tout en adoptant la forme belge au point de vue de la décroissance, a échelonné les distances par intervalles en les comptant de kilomètre en kilomètre pour les parcours inférieurs à 112 kilomètres, de 2 en 2 kilomètres pour les parcours de 112 à 160 kilomètres, de 5 en 5 kilomètres pour les parcours de 160 à 240 kilomètres, de 10 en 10 kilomètres pour les parcours de 240 à 360 kilomètres et de 20 en 20 kilomètres pour les parcours supérieurs à 360 kilomètres. Dans les nouveaux tarifs des voyageurs des chemins de fer de l'État hongrois, les zones, à partir de la seconde, ont uniformément 10 kilomètres jusqu'à l'avant-dernière.

Les tarifs par zones, après être restés longtemps dans le domaine de la théorie, sont entrés aujourd'hui dans la pratique, et le succès éclatant de la réforme des tarifs hongrois[1], a appelé l'attention sur eux. Ils présentent incontestablement certains avantages : ils permettent de simplifier beaucoup les barèmes et la forme des billets ; en revanche, on leur reproche d'être préjudiciables à une partie du public auquel on fait payer une distance supérieure à la distance réelle et de créer des irrégularités choquantes entre des points souvent très voisins. On peut répondre au premier reproche que le préjudice causé à une partie du public est facile à

1. Voir infrà n° 449.

éviter par un abaissement général de la taxe, et alors il n'y a préjudice pour personne, il n'y a que des inégalités de bénéfice. Quant aux ressauts, leurs inconvénients dépendent des conditions d'établissement des zones par rapport au réseau.

Au lieu de prendre pour unités des distances, on peut aussi prendre le nombre de stations compris entre le point de départ et le point d'arrivée. Par exemple, la première zone peut comprendre la station qui suit immédiatement le point de départ, quelle que soit sa distance, la seconde zone la station suivante etc. ; ou bien la première zone peut comprendre les deux premières stations, la seconde, un certain nombre d'autres à la suite, etc. Ce système est appliqué sur les chemins de fer hongrois pour les relations de banlieue, c'est-à-dire entre chaque station et les deux stations suivantes ; il est appliqué également sur le chemin de fer de ceinture de Paris.

Enfin certains écrivains, notamment en Allemagne, définissent spécialement sous le nom de tarifs par zones un système qui a aussi reçu le nom de *postal* ou *tarif Penny-Porto*, et d'après lequel sur un même réseau, ou même dans un pays tout entier, il n'y a au plus que trois prix correspondant aux petites, aux moyennes et aux grandes distances. Les tarifs par zones, ainsi compris, sont encore, comme application générale, dans le domaine de la théorie ; on peut toutefois considérer le tarif unique adopté par l'État Hongrois pour les distances supérieures à 225 kilomètres comme une application partielle de ce système. On peut également citer, le tarif des *colis postaux*, qui ne comporte qu'un seul prix applicable à toute distance. Le nom de postaux donné aux colis transportés dans ces conditions ne

comporte en effet pas d'autre assimilation avec le service des postes que celle du tarif appliqué, car le transport est fait par les chemins de fer dans les mêmes conditions que celui des autres marchandises de messagerie.

433. — Prix fermes. — Comme nous l'avons indiqué, la distance est loin d'être le seul élément qui entre dans le prix de revient des transports et l'intensité du trafic, notamment, a sur ce prix une influence souvent prépondérante ; nous avons eu aussi occasion de faire ressortir l'intérêt qu'il y a, dans certains cas, et surtout pour les grandes distances, à multiplier les transports en abaissant les taxes.

En tenant compte de ces considérations, on est amené à se demander pourquoi la distance serait la seule base d'établissement des prix et, du moment qu'on ne peut arriver à dégager avec quelque précision l'influence des autres éléments, pourquoi on ne fixerait pas simplement le prix de chaque transport, non d'après une formule quelconque, mais en bloc, d'après l'ensemble des circonstances qui peuvent influer sur lui. Cette idée appliquée dans toute sa rigueur, conduirait à faire varier les taxes d'une manière constante, car le prix de revient du transport est différent selon l'époque à laquelle il est effectué. L'expérience a montré, dans les pays où le régime de la concurrence était en vigueur, que ces variations sont préjudiciables au commerce et à l'industrie ; mais, tout en proscrivant le relèvement des taxes, on peut soutenir qu'il est plus exact de les fixer en bloc pour chaque parcours que de les calculer d'après une formule basée sur la distance. Ce système est celui des *prix fermes* ou de gare à gare ; il a fait l'objet de très longues discussions.

Ses adversaires l'ont représenté comme le régime de l'arbitraire et du bon plaisir, tandis que ses défenseurs déclarent que, seul, il se prête aux exigences du commerce et de l'industrie et au développement des recettes des chemins de fer.

La discussion des arguments que l'on peut invoquer pour ou contre le système des prix fermes, au point de vue économique, ne rentre pas dans le cadre de cet ouvrage; mais il n'est pas douteux que le système des prix fermes, appliqué d'une manière générale, est une source de complications souvent presque inextricables dans l'application des taxes. D'un autre côté, il n'est pas admissible que, dans la détermination de prix qui s'appliquent à l'échange de toutes les marchandises sur toute l'étendue du territoire, il ne se présente absolument que des cas particuliers et qu'on ne puisse établir des règles générales satisfaisant d'une manière suffisante aux besoins d'une tarification publique, qui sont l'équité, la simplicité et la perception d'une somme totale suffisamment rapprochée du maximum compatible avec la prospérité publique. Si les prix fermes ne résultent pas de lois économiques ou industrielles, ils sont simplement arbitraires, et alors pourquoi ne pas leur substituer des prix établis en vertu de règles, également arbitraires sans doute, mais du moins simples et uniformes? S'il existe des lois dont dépende la fixation des prix, il vaut évidemment mieux chercher à en déduire des règles pratiques, que de faire dépendre leur application d'une sorte de jurisprudence variable avec les conditions spéciales dans lesquelles chaque tarif est établi. Entre l'application pure et simple, sans restriction et sans tempérament, d'un barème général de tarifs à la distance, et l'abandon de la fixation de

chaque prix à l'arbitraire, ou tout au moins à l'appréciation des exploitants, il y a place pour un système reposant sur des bases uniformes, faisant de la variation des distances un des éléments et non le seul élément de la taxation, tenant compte de la possibilité et de la convenance d'abaisser les prix des transports à destination de certains points tels que Paris ou les ports de mer, et comportant au besoin des prix fermes dans les cas où leur application est réellement justifiée. Ces derniers peuvent d'ailleurs eux-mêmes, dans certains cas, être soumis à des règles générales. Les tarifs par zones dans lesquels on tient compte du nombre des stations au lieu de tenir compte des distances sont de véritables prix fermes généralisés. On arrive ainsi, tout en conservant, comme règle générale, l'application de barèmes ayant pour base la distance, à faire varier les conditions d'établissement de ces barèmes selon la nature des marchandises ou la classe choisie par les voyageurs, selon le mode de chargement des wagons (détail ou wagons complets), quelquefois même selon le point de destination ou de provenance (tarifs d'importation, de transit, etc.) ; on conserve les prix fermes pour les petites distances et pour les cas particuliers. C'est le principe aujourd'hui admis, d'une manière plus ou moins complète, par tous les gouvernements qui ont procédé ou sont en train de procéder à la réforme de leurs tarifs.

III. — DÉTAILS DE L'APPLICATION DES TARIFS.

434. — Soudure des tarifs. — La *soudure* des tarifs est l'application à un parcours total de la somme des taxes résultant de parcours partiels. Si le parcours à

effectuer comprend des portions de deux ou de plusieurs réseaux, on soude naturellement les unes aux autres les taxes afférentes aux fractions de ce parcours effectuées sur chacun d'eux. Dans l'intérieur du même réseau, la soudure a pour but de faire bénéficier les parcours comprenant des sections à prix réduit des réductions faites sur ces dernières.

La soudure des tarifs intérieurs n'est pas obligatoire, mais elle tend à se généraliser. Elle peut être faite d'après des stipulations spéciales, soit en ajoutant en bloc les taxes afférentes aux différents parcours, soit en déduisant de toutes ces taxes, moins une, la part constante qui représente les frais de gare (chargement, déchargement, écritures, etc.). Cette dernière manière d'opérer est évidemment la plus rationnelle.

435. — Tarifs communs. — Tous les grands Etats de l'Europe (sauf la Prusse, où la division en réseaux est seulement administrative, et la Hongrie) sont divisés en réseaux indépendants les uns des autres : c'est un inconvénient, car en général les exploitants de ces réseaux *défendent leur trafic*, ce qui aboutit à créer dans l'intérieur même du pays des barrières artificielles opposées au commerce. Il y a toutefois des cas où il y a intérêt pour des réseaux voisins, à faire bénéficier certains transports qui leur sont communs de réductions spéciales de prix. On fait alors des *tarifs communs*. Ces tarifs peuvent résulter soit de l'application de la distance totale sans distinction de réseau (tarifs différentiels), soit de prix fermes. Le partage de la recette se fait en général au prorata de la distance parcourue sur chacun des réseaux, à moins que, comme cela arrive quelquefois, il ne soit convenu

qu'on fera *bourse commune*, c'est-à-dire que le produit des transports entre deux points déterminés sera partagé d'après une base fixe entre les réseaux contractants, quelle que soit la voie empruntée, et sauf déduction d'une fraction constante (25 à 30 pour cent en général) pour celui qui a fait effectivement le transport. On peut citer comme exemple le partage entre les Compagnies d'Orléans et de l'Ouest du trafic de Nantes, Saint-Nazaire et Angers avec Paris.

436. — Clause des stations non dénommées. — L'application sans restriction des prix fermes conduirait dans beaucoup de cas à une inégalité choquante. Ces prix sont surtout établis en vue des relations entre gares importantes ; on maintient au contraire, le plus souvent, le tarif général pour les voyageurs et les marchandises en provenance ou à destination des stations intermédiaires. Dans ces conditions, s'il n'y avait aucun correctif, le prix payé pour un parcours donné serait souvent inférieur au prix payé pour une portion seulement de ce parcours. Par exemple, s'il existe un prix ferme entre A et C, (fig. 460) ce prix pourra être égal à celui que donne l'application du tarif kilométrique pour la fraction AB de ce parcours, et, dans ce cas, tous les transports de A pour les localités situées entre B et C seront plus chers que ceux de A à C.

Pour faire disparaître cette anomalie, l'Administration, en approuvant les prix fermes, impose depuis longtemps aux Compagnies ce qu'on a appelé *la clause des stations non dénommées* ou *clause des en deçà*, en vertu de laquelle les prix réduits entre deux gares sont applicables de droit, s'il y a bénéfice pour le

public, à toutes les localités situées en deçà de l'extrémité du parcours auquel est attribué le prix ferme.

437. — Clause des au delà. — Une autre clause du même genre, mais dont l'application n'est pas encore générale, est la clause dite *des au delà*, qui a pour objet de faire bénéficier des prix fermes les localités situées au delà des parcours pour lesquels ces prix sont établis. Par exemple, s'il existe un prix ferme entre

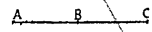


Fig. 460.

A et B, on peut, pour les transports à faire entre A et C, ajouter au prix ferme le prix résultant de l'application du tarif général de B à C, au lieu d'appliquer ce dernier tarif pour tout le parcours de A à C. Comme on le voit, la clause des au delà est simplement la soudure du tarif légal avec un prix ferme.

438. — Réversion. — Une autre clause très importante et qui tend à se généraliser, est celle de la *réversion* ; c'est le droit accordé au public de bénéficier pour l'itinéraire le plus court ou le plus rapide, des réductions de prix qu'il pourrait obtenir en empruntant un autre itinéraire. Par exemple, (fig. 461) s'il existe entre B et C un tarif réduit tel que ce tarif soudé au tarif de C à A donne un prix inférieur au prix de B à A, c'est le tarif obtenu en calculant la taxe par l'itinéraire B, C, A qui devra être appliqué au parcours BA.



Fig. 461.

L'application du principe de la réversion constitue évidemment un avantage pour le public ; il a l'inconvénient de compliquer l'application des taxes, en faisant

dépendre celles-ci non seulement des tarifs appliqués sur la ligne où se fait le transport, mais aussi des tarifs qui peuvent être appliqués sur les lignes qui se soudent à la première.

IV. — ABAISSEMENT DES TARIFS.

439. — Comment ils peuvent être réalisés. — Il n'est plus guère contesté aujourd'hui que l'abaissement des tarifs de chemins de fer ne soit le but vers lequel doit tendre une exploitation faite dans l'intérêt public. Mais comme cet abaissement entraîne à la fois une augmentation de trafic, qui est un bénéfice pour le commerce et pour l'exploitant, et une diminution des recettes sur les transports déjà acquis, qui est une perte pour celui-ci, on conçoit facilement qu'il y a un équilibre à chercher entre ces deux termes contraires.

Un premier moyen d'abaissement progressif, est l'emploi des prix fermes. Il est évident qu'avec ce système on peut abaisser les tarifs comme on le veut, et dans la mesure que l'on veut. L'emploi des prix fermes a donné lieu, en dehors des abaissements partiels réalisés sans base définie, à un certain nombre de formes de réduction d'un usage habituel. On peut citer comme exemples, en ce qui concerne les voyageurs, les billets de bains de mer, les billets d'excursion ou de trains de plaisir, les cartes d'abonnement, etc. Leur but est de multiplier les voyages par l'attrait et les facilités que donne la diminution des prix. Pour les marchandises, les prix fermes ont surtout été employés et préconisés pour attirer le trafic dans les grands centres et dans les ports de mer, pour favoriser l'exportation ou l'importation de certains produits (tarifs d'exportation et

d'importation) pour enlever le trafic de passage à une nation concurrente ou à un réseau concurrent (tarifs de transit), etc.

On a dit souvent que les prix fermes sont le seul moyen d'obtenir des abaissements de tarifs progressifs, sans secousse dangereuse pour les intérêts des concessionnaires et du Trésor, tout en réalisant une réduction importante des prix modifiés, ce qui est une condition nécessaire pour que ces abaissements aient une action prompte et efficace sur le développement du trafic. Cela n'est pas exact ; rien ne s'oppose à ce que les tarifs différentiels soient abaissés partiellement pour ne pas risquer de mettre le trouble dans l'équilibre des budgets, dans les cas où un abaissement brusque n'est pas jugé préférable. On peut modifier la forme des barèmes en inclinant davantage les lignes représentatives de la décroissance des prix, abaisser certains barèmes sans toucher aux autres, changer la classe de certaines marchandises, créer des classes intermédiaires, faire de nouveaux barèmes applicables à certaines relations telles que la banlieue, etc. Si ces abaissements sont faits avec méthode, ils ne doivent pas avoir pour effet d'accroître progressivement la complication de la tarification ; il suffit pour cela que les classes nouvelles et les barèmes nouveaux soient des échelons destinés soit à disparaître, soit à faciliter la suppression des barèmes primitifs par de nouveaux abaissements. On peut citer encore, parmi les moyens employés pour abaisser partiellement les tarifs sans recourir aux prix fermes, la réduction de prix sur les billets d'aller et retour, qui est un barème spécial à la catégorie des voyageurs qui effectuent l'aller et le retour dans des délais déterminés, les billets d'excursion à prix kilométrique

décroissant suivant une échelle fixe avec itinéraire fixé au gré des voyageurs, enfin les *carnets de chèques kilométriques*, qui comportent des réductions croissant avec le nombre de kilomètres. Ces carnets sont l'extension du système précédent à des voyages quelconques sans itinéraire fixé à l'avance, autrement dit la *vente en gros* au voyageur d'un certain nombre de kilomètres à parcourir dans l'année.

440. — Dans quelles conditions il convient d'abaisser les tarifs. — L'abaissement des tarifs peut être considéré à des points de vue différents. Au point de vue du concessionnaire la règle est évidemment celle-ci : « Il faut abaisser les tarifs dans la mesure où cet abaissement peut contribuer à l'augmentation du produit net ». Mais si on considère les chemins de fer, non plus comme une affaire industrielle, mais comme un service public, ce n'est plus l'augmentation du produit net qui est la considération dominante, c'est la prospérité du pays, et alors on peut dire que les abaissements de tarifs n'ont d'autre limite que celle qui est compatible avec l'équilibre du budget. Cette dernière formule est applicable même dans le cas où les chemins de fer sont exploités par des concessionnaires, comme cela existe en France pour la plus grande partie des réseaux. Par le jeu de la garantie d'intérêt et la clause de rachat, les intérêts financiers des Compagnies sont en effet liés intimement à ceux de l'Etat, qui peut d'ailleurs toujours trouver le moyen de donner aux exploitants des compensations équitables. Pendant longtemps, la première manière de voir a servi à peu près exclusivement de base, en France, à la tarification. L'expérience a montré, non seulement qu'elle n'était

pas suffisante pour faire rendre aux chemins de fer les services qu'on doit en attendre au point de vue de la prospérité publique, mais aussi qu'elle était souvent en opposition avec celle-ci.

441. — Abaissement au point de vue de l'augmentation du produit net. — La recherche de l'augmentation du produit net conduit à tuer les concurrences, et telle a été, pendant longtemps, la politique de certaines Compagnies. Lorsque le chemin de fer tue une entreprise concurrente en faisant les transports moins cher et mieux qu'elle, il y a évidemment bénéfice pour le public ; mais dans beaucoup de cas il suffit, pour rendre la concurrence impossible, d'accaparer par de très bas prix certaines branches de trafic nécessaires pour la faire vivre, tout en laissant subsister pour les autres branches des prix qu'elle aurait contribué à abaisser ; on peut, par exemple, dans certains cas, ôter aux entreprises de navigation les moyens de subsister en leur enlevant le fret de retour ; on peut surtout empêcher la concurrence au moyen de quelques sacrifices intelligents, en la tuant partout où elle naît de façon à ôter à ceux qui voudraient l'entreprendre tout espoir de réussir.

La considération exclusive de revenu net a conduit également les Compagnies à la création de tarifs d'importation appelés généralement *tarifs de pénétration*. Ces tarifs ont fait, depuis un certain nombre d'années, l'objet d'attaques très vives, et, on peut le dire, justifiées, en tant qu'elles ont visé le droit réclamé par les Compagnies de les établir à leur gré. Toute réduction sur le prix de transport d'une marchandise venant de l'étranger, motivée par ce fait qu'elle vient de l'étranger,

aboutit purement et simplement à la réduction des droits de douane, s'il en existe, ou, s'il n'en existe pas, à une prime à l'importation. Quelque opinion que l'on ait au sujet de la protection et du libre échange, on ne peut contester que la solution des questions de cette nature appartient au législateur seul et que, dans tous les cas, les mesures auxquelles elle donne lieu ne peuvent être annihilées ou atténuées par des voies détournées ; la question des tarifs de pénétration n'est donc pas simplement une question de tarifs, c'est aussi et surtout une question de douane. Cela est si vrai qu'en Angleterre, pays de libre échange par excellence, le Railway and canal traffic Act de 1888 a interdit non seulement aux Compagnies de chemins de fer mais aussi aux Compagnies de navigation d'établir des différences entre les prix appliqués aux marchandises étrangères et aux marchandises indigènes dans les mêmes conditions.

En France, les Compagnies de chemins de fer ont reconnu au Ministre, au moment des conventions de 1883, le droit d'initiative pour la suppression des tarifs de pénétration qui favorisaient la concurrence étrangère ; une enquête a été faite à ce sujet, et on a supprimé successivement, d'après l'avis du comité consultatif, les tarifs jugés nuisibles aux intérêts du pays. La question est ainsi résolue en principe et de la seule manière rationnelle.

Les *tarifs de transit* sont de même ordre que les tarifs de pénétration : ce sont des tarifs applicables aux marchandises qui ne font que traverser un réseau sans s'y arrêter. Au point de vue du revenu, les tarifs de transit sont profitables en attirant sur les rails du réseau des marchandises qui pourraient l'éviter ; au

point de vue de l'intérêt général, ils peuvent être nuisibles en favorisant la concurrence de l'industrie étrangère par l'abaissement du prix des matières premières qui lui sont destinées. Il n'y a, par suite, dans les questions de cette nature, que des solutions d'espèces.

442. — Abaissement des tarifs au point de vue de l'intérêt public. — Au point de vue de l'intérêt public, il faut faire entrer en ligne de compte, outre le produit net, l'accroissement de la richesse publique dû au développement des transports. Le second de ces éléments augmente évidemment à mesure que les prix diminuent ; mais l'influence de l'abaissement des tarifs sur le premier est beaucoup plus difficile à déterminer. On peut s'en rendre compte par l'épure suivante.

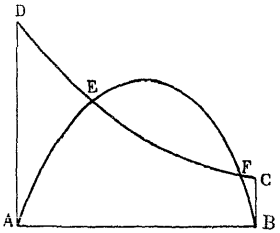


Fig. 462.

Prenons pour abscisses la taxe moyenne perçue et pour ordonnées la recette brute ; celle-ci sera le produit de la taxe moyenne pour la quantité de marchandises ou de voyageurs transportés ; elle sera nulle lorsque la taxe atteindra la valeur A B correspondant au tarif *prohibitif*, c'est-à-dire sera trop élevée pour que le transport soit possible ; elle sera nulle également lorsque l'abscisse, c'est-à-dire la taxe, sera elle-même nulle. Entre ces deux limites la courbe affecte une forme convexe. Traçons avec les mêmes abscisses la courbe des dépenses ; l'ordonnée correspondant à l'abscisse AB sera égale à la fraction de la dépense qui est indépendante du trafic ; elle ira en croissant à mesure que le

trafic diminuera, car la masse des transports augmentera évidemment en raison de cette diminution. Le produit net correspondant à chaque taxe moyenne sera donné par la différence des ordonnées ; il sera nul en E qui est le point où la taxe est seulement rémunératrice du prix de transport, et il passera par un maximum entre ce point et le point F ; de F en C, il sera négatif, c'est-à-dire que le chemin de fer ne fera pas ses frais. Tant que l'abaissement des tarifs a pour effet d'augmenter le produit net, l'intérêt de l'exploitant, concessionnaire ou Etat, est d'accord avec l'intérêt public ; lorsqu'il tend à abaisser ce produit, il y a conflit entre les deux intérêts. C'est aux pouvoirs publics à juger dans ce cas lequel doit l'emporter et, s'il s'agit d'une exploitation par un concessionnaire, de déterminer quelles compensations il convient d'accorder à celui-ci en échange du sacrifice qu'il fait. Dans tous les cas, il est imprudent de faire un abaissement de tarifs sans s'être rendu compte aussi exactement que possible de ses conséquences probables. C'est là un point très délicat, mais à l'égard duquel on peut poser quelques principes généraux.

443. — Principes généraux relatifs à l'abaissement des tarifs. — 1° Pour qu'un abaissement de tarifs produise un effet sensible sur le trafic, au moins dans une période rapprochée, il faut qu'il soit important. On conçoit, en effet, qu'un abaissement de prix de 2 à 3 pour cent, par exemple, n'aura pour effet ni de déterminer les voyageurs à augmenter le nombre et le parcours de leurs voyages, ni de déplacer les centres d'échange des marchandises ou de développer sensiblement leur consommation. C'est donc par ressauts brusques qu'il faut faire les abaissements de tarifs, si on veut

augmenter le trafic. Il n'en résulte pas, bien entendu, qu'il faut d'un seul coup baisser de 20 à 30 pour cent l'ensemble des tarifs des voyageurs ou des marchandises pour obtenir ce résultat ; cela ne serait vrai qu'avec une tarification ne comprenant qu'un barême unique.

2° L'effet de l'abaissement de la taxe est d'autant plus marqué que le prix de transport entre pour une plus forte proportion dans les raisons qui déterminent le voyage pour les voyageurs, ou dans le prix de la marchandise. Cela est facile à concevoir : un voyageur obligé, pour une affaire importante, de se rendre dans une ville déterminée, le fera quelle que soit la taxe perçue, pourvu qu'elle ne soit pas prohibitive ; un paysan ira au marché en chemin de fer si cela lui coûte quelques sous, il n'ira pas ou bien il ira à pied s'il faut payer cher ; un père de famille conduira ses enfants à la campagne si le prix du voyage est peu élevé pour son budget, sinon il leur cherchera une autre distraction. Il en est de même, et plus encore, pour les marchandises. Ainsi, pour la pierre, le bois à brûler, la chaux destinée à l'amendement des terres, le prix de transport entre presque toujours dans la valeur pour la fraction la plus importante ; en réduisant le prix de transport d'un tiers, on réduira souvent le prix de la marchandise d'un quart ou d'un cinquième, tandis que pour des étoffes ou des fourrures, le prix du transport n'a qu'une influence insignifiante sur le prix total. En outre, la consommation des objets chers par eux-mêmes est limitée ; celle des objets de peu de valeur ne l'est généralement pas.

On peut tirer de ce principe plusieurs conséquences. Pour les voyageurs, on peut en conclure que c'est aux courtes et aux grandes distances qu'il convient surtout

d'abaisser les prix. Aux courtes distances, parce que pour ces voyages le temps a peu d'importance, et que, si le voyageur arrive également à ne pas tenir compte du prix, les motifs qu'il a de voyager se multiplieront à l'infini. Aux grandes distances, parce que le prix du voyage est, dans un grand nombre de cas, l'obstacle principal à sa réalisation. Pour les marchandises, on peut conclure du même principe que, dans le système différentiel, les prix doivent décroître beaucoup plus rapidement pour les marchandises de peu de valeur que pour les marchandises chères.

3° L'effet des abaissements de tarifs se fait sentir d'une manière très différente selon qu'ils s'appliquent aux voyageurs, et plus généralement à la grande vitesse, ou aux marchandises. Dans le premier cas, tout abaissement suffisamment important, réalisé avec opportunité, entraîne une augmentation immédiate du trafic ; des exemples éclatants ont montré que cette augmentation suffit souvent, et au delà, pour compenser, au point de vue des recettes, les conséquences de la diminution des taxes. Pour la petite vitesse au contraire l'effet immédiat des abaissements de tarifs est peu sensible ; l'augmentation de trafic qui en est la conséquence ne se produit que lentement. Cette différence s'explique facilement. La multiplication des déplacements et l'allongement des parcours effectués n'exigent, avec nos mœurs actuelles, aucun changement important dans les conditions de l'existence ; ils dépendent donc presque exclusivement du supplément de dépense qu'ils entraînent. Pour les marchandises expédiées en grande vitesse également, l'augmentation de la rapidité du transport correspond à un bénéfice direct qu'on se décide souvent à payer aussitôt qu'il

n'est pas trop cher. Pour la petite vitesse, les conditions sont très différentes. Le prix du transport par chemin de fer n'est qu'un des éléments du prix de revient des marchandises ; à un abaissement du premier, quelle que soit son importance, ne correspond, dans la plupart des cas, qu'un abaissement relativement beaucoup moindre du second. D'un autre côté, la consommation des marchandises n'augmente pas brusquement par le seul fait de la diminution de leur prix. Pour les matières premières, son accroissement correspond à un développement industriel qui entraîne l'emploi de capitaux plus importants, d'une main-d'œuvre plus abondante etc. ; pour les produits fabriqués, il exige le développement ou le déplacement des relations commerciales.

De la loi que nous venons d'énoncer on peut conclure que les abaissements généraux de tarifs sont d'une réalisation plus difficile pour la petite que pour la grande vitesse, puisque, à moins qu'ils n'aient pour seul effet de déplacer des courants de transport, ils doivent correspondre nécessairement à une dépression momentanée des recettes ; il est en général plus sage de procéder par abaissements partiels.

4° Dans des mémoires remarquables qui font encore autorité malgré l'époque reculée à laquelle ils remontent, Dupuit a formulé cette loi : l'accroissement de la consommation est d'autant plus considérable pour une même réduction de prix, que le tarif antérieur était moins élevé. En effet, plus le prix diminue, plus profondes sont les couches de consommateurs auxquelles le voyage ou la marchandise est accessible.

Cette loi est vérifiée par les faits. Pour les voyageurs, quoique, en France, une des principales préoccupations

des Compagnies ait été pendant longtemps d'éviter les déclassements, c'est-à-dire d'empêcher les voyageurs d'une classe de descendre à la suivante, le trafic de la 3e classe n'a pas cessé de se développer plus rapidement que celui des deux autres. Ainsi tandis que, en 1853, la proportion des voyageurs de 1re classe était de 11 pour cent, celle des voyageurs de 2e classe de 41 pour cent, et celle des voyageurs de 3e classe de 48 pour cent, les mêmes proportions étaient en 1883 de 8, 33 et 59 pour cent, et en 1891 de 6,2, 19,9 et 73,9 pour cent. La réforme des tarifs, dont nous parlerons plus loin[1], et qui a porté surtout sur la 3e classe, a, comme on devait s'y attendre, précipité ce mouvement ; de 1891 à 1893 le nombre des voyageurs a augmenté de 32 pour cent pour la 3e classe, tandis qu'il n'augmentait que de 13,8 pour cent pour la 2e classe et de 3 pour cent pour la 1re[2] ; les proportions par rapport au total sont par suite devenues 5 17,8 et 77,2 pour cent. En Angleterre, où on s'est attaché, depuis plus de trente ans, à développer le trafic de 3e classe, il s'est élevé de 56 pour cent du mouvement total en 1861 à 88,5 en 1891, tandis que la proportion de la 2e classe descendait de 31 à 7,8 pour cent et celle de la 1re de 13 à 3,7 pour cent.

Pour les marchandises, la loi de Dupuit, est également confirmée par les faits : l'étude des accroissements progressifs du trafic des marchandises de diverses natures, à mesure de l'abaissement des tarifs, en fournit la démonstration.

1. Voir *infrà*, nos 445 et 446.

2. Dans cette comparaison, ne sont pas comprises les lignes de banlieue de la Compagnie de l'Ouest, sur la plupart desquelles les 2e et 3e classes sont réunies en une seule.

Comme toutes les lois économiques d'ailleurs, la loi de Dupuit n'est pas absolue. Pour les objets dont la consommation est limitée, elle est évidemment inapplicable. Ceux-ci sont peu nombreux, mais il existe un très grand nombre d'objets dont la consommation ne peut s'accroître que lentement, et, pour certains d'entre eux, l'abaissement des prix est même sans influence sur le temps nécessaire à cet accroissement.

5° On peut dire que l'utilité relative des abaissements de tarifs augmente sur un réseau à mesure que des lignes moins importantes viennent s'ajouter aux lignes primitives. Ces dernières relient en effet des centres importants qui peuvent fournir en abondance des voyageurs appartenant aux classes aisées et des marchandises de prix. Sur les lignes secondaires, au contraire, ce sont les paysans et les ouvriers qui forment la presque totalité des voyageurs et les objets de peu de valeur qui fournissent le trafic des marchandises. Lorsqu'on parcourt la plupart des lignes qui ont été ouvertes à la circulation depuis dix ou quinze ans, on ne trouve guère en première classe que des agents du chemin de fer ; il y a quelques voyageurs payants en seconde, mais presque tout le trafic est fourni par les troisièmes ; tandis que, sur les grandes lignes, on a des trains entiers de voyageurs de première classe, et, même dans les trains où existent les trois classes, le nombre des voyageurs de première et surtout de seconde est encore relativement important.

Il en est de même pour les marchandises. Sur les lignes peu importantes on ne voit guère circuler que des engrais, des produits agricoles, des matériaux de construction, des objets de consommation à bas prix, toutes marchandises qui ne supportent pas des tarifs

élevés, mais dont l'abaissement des prix peut étendre presque à l'infini les échanges.

Une seconde considération, à l'appui du même principe, est l'*utilisation des trains et du chemin de fer* lui-même. Sur une ligne à très faible trafic les trains ne circulent presque jamais à pleine charge : toute augmentation de trafic qui a pour effet de remplir les voitures et d'ajouter aux trains des marchandises dans la limite où la machine peut les remorquer, est un bénéfice net à quelque prix qu'elle soit acquise. Si l'augmentation du trafic est assez intense pour motiver la création de nouveaux trains, elle peut encore, même avec des prix peu élevés, produire une économie par la répartition, sur une recette plus forte, des frais d'entretien de la voie, du service des gares, etc., qui restent à peu près constants jusqu'à une certaine limite d'importance de trafic.

6° On a admis pendant longtemps que, dans les abaissements de taxes, il fallait s'efforcer d'appeler de nouveaux produits sans compromettre les anciens ; c'est-à-dire éviter de faire porter les réductions de prix sur les transports existants. Cette théorie était en partie la justification du système des prix fermes, qui permet d'offrir aux transports nouveaux des avantages de prix sans en faire bénéficier les transports anciens ; elle est certainement inexacte, non seulement au point de vue de l'équité, dont il faut tenir le plus grand compte quand il s'agit de services publics, mais au point de vue même des recettes. Elle s'appuie en effet sur l'argument suivant : faire bénéficier un transport existant d'une réduction de prix, c'est faire cadeau au voyageur ou à l'expéditeur d'une partie du prix qu'il payait antérieurement et qu'il aurait continué à

payer sans cette réduction ; c'est donc une charge imposée, dans l'intérêt de particuliers, au public qui, d'une façon ou d'une autre, supporte toujours les charges des chemins de fer. On peut répondre à cela d'abord que, si on généralise l'abaissement des taxes sans distinction entre les transports existants et les transports à créer, le bénéfice de cette réduction n'est pas limité à une catégorie spéciale de voyageurs ou d'expéditeurs, car aujourd'hui tout le monde voyage et tout le monde consomme, sous toutes les formes, des produits transportés. En second lieu, il est inexact de dire qu'en réduisant le prix d'un transport on fait simplement cadeau de la différence au voyageur ou au transporteur, sans en tirer de compensation ; car la réduction des prix des voyages ou des transports entraîne invariablement celui qui en bénéficie à augmenter le nombre de ses voyages et à multiplier ses transports ; on a même plus de probabilité de bénéfice en opérant de cette façon, car souvent les réductions de prix restreintes aux relations nouvelles ont pour effet de diminuer, sans compensation, par la concurrence, les relations anciennes.

Les principes que nous venons d'exposer peuvent guider dans la recherche des abaissements de taxes à réaliser, mais ne peuvent sans danger être appliqués brutalement. Dans les questions de tarifs, plus que dans aucune autre, on n'est dans le vrai qu'en s'abstenant soigneusement de partis pris et de formules toutes faites, et en se reportant toujours, avant d'appliquer un principe, aux bases sur lesquelles il est fondé.

Enfin, indépendamment des questions de fait, il y a la question d'opportunité. On ne peut pas agir de la même manière dans les périodes de crise et dans les

périodes de prospérité ; dans les premières, les abaissements de taxes à réaliser doivent avoir pour objectif la défense du trafic, car une dépression de produit net des chemins de fer a pour effet d'aggraver la situation en augmentant les charges du budget ; dans les périodes de prospérité, il faut envisager l'avenir en même temps que le présent, et on peut affronter sans crainte une dépression momentanée des recettes, si elle doit avoir pour conséquence le développement du commerce et de l'industrie.

444. — Causes autres que les abaissements de tarifs qui influent sur le développement du trafic. — Les tarifs n'influent pas seuls sur le développement du trafic ; les facilités accordées aux voyageurs et aux expéditeurs, et notamment l'organisation du service des trains, exercent également sur lui une influence capitale.

On a quelquefois opposé les améliorations du service des trains aux abaissements de tarifs, en disant qu'une bonne organisation du service des trains peut produire des augmentations de trafic égales et même supérieures à un abaissement des tarifs. Ainsi présenté, l'argument est un peu une vérité de La Palisse. La première condition pour avoir du trafic, est de faire un service convenable. Il est évident, par exemple, que si, entre deux localités assez rapprochées situées sur des lignes différentes il n'existe pas de correspondance de trains permettant de faire le voyage aller et retour en un jour, on développera beaucoup plus les relations en créant ces correspondances qu'en délivrant des billets d'aller et retour à prix réduit ; de même, s'il existe dans une localité un marché périodique, il faut se préoccuper d'amener les voyageurs et les denrées à l'heure

du marché avant de leur offrir des réductions de prix. Mais quand on parle d'augmenter le trafic au moyen d'abaissements de taxes, il faut admettre qu'on a d'abord réalisé dans le service toutes les améliorations qui peuvent contribuer à cette augmentation sans accroître outre mesure les frais d'exploitation ; on l'oublie quelquefois, et c'est évidemment une faute grave.

Ce qui n'est pas évident *a priori*, c'est que les abaissements de tarifs exigent souvent, pour produire leur effet utile, des améliorations corrélatives du service des trains, quelquefois même de véritables sacrifices de ce côté. Il ne s'agit pas seulement de la multiplication du nombre des trains nécessaires pour faire face aux transports, mais aussi d'améliorations à réaliser pour qu'aux avantages du prix se joignent d'autres avantages, notamment au point de vue de la rapidité de transport, du confort pour les voyageurs, et de la facilité d'expédition et de livraison pour les marchandises. Dans ce cas, il y a réciprocité entre les effets des deux ordres d'amélioration : le bas prix est nécessaire pour permettre d'augmenter le nombre des voyageurs et de répartir sur une plus forte recette brute l'augmentation des frais résultant des améliorations du service ; et les améliorations sont nécessaires pour que le public soit amené à profiter largement des bas prix. Ainsi, sur les lignes de banlieue aux abords des grandes villes, les abaissements de taxes doivent, pour produire leur effet, être accompagnés d'une augmentation du nombre des trains, lorsque ceux-ci ne sont pas répartis de telle façon que les voyageurs les aient pour ainsi dire à chaque instant à leur disposition. En Angleterre, les actes de concession ont imposé aux Compagnies des trains d'ouvriers aux abords de Londres, à

1 penny pour toute distance. Les Compagnies, après avoir d'abord appliqué à regret cette mesure, ont constaté qu'elles pouvaient y trouver bénéfice ; elles en ont alors largement étendu l'application et, grâce aux facilités que les ouvriers ont trouvées pour prendre les trains à prix réduits, cette taxe minime est devenue une source de produits importants. Pour les voyages à grande distance les Compagnies anglaises ont également développé dans une très forte proportion les effets des tarifs réduits pour la 3e classe, en faisant profiter celle-ci de la vitesse. On a constaté les mêmes effets sur le réseau de l'Etat français où, dès sa création, on a introduit dans les express des voitures de 3e classe ; enfin, les trains spéciaux à prix réduits (trains de plaisir, trains de pélerins, etc.) fournissent la preuve la plus claire des effets avantageux de la combinaison des bas prix avec la facilité des voyages.

Pour les marchandises, des nécessités de même ordre se produisent. Les Compagnies ont créé des tarifs réduits pour amener à Paris les denrées de toute nature ; ces tarifs n'ont produit leurs effets que parce qu'on a donné aux marchandises auxquelles ils s'appliquaient le moyen d'arriver à Paris assez rapidement pour éviter en route les avaries provenant d'un trop long séjour dans les wagons, et ensuite parce qu'on a organisé les trains de manière à faire arriver le poisson, les fruits, les légumes etc. à l'heure des transactions à la halle. Lorsqu'une Compagnie crée des tarifs réduits pour attirer dans un port de mer les marchandises de l'étranger, elle organise en même temps le service des voies du port et ses réserves de matériel roulant, de manière à permettre le prompt déchargement des navires. On pourrait multiplier ces exemples, mais ils suffisent à

montrer que, pour attirer le trafic, même lorsque la question de bas prix est manifestement en jeu, il ne suffit pas toujours d'abaisser les tarifs.

§ 2. — TARIFS DES VOYAGEURS.

I. — FRANCE.

445. — Compagnies. — Jusqu'en 1892 les tarifs généraux des Compagnies étaient restés à peu près conformes au tarif du cahier des charges, qui est de 0 fr. 10 pour la première classe, 0 fr. 075 pour la deuxième et 0 fr. 055 pour la troisième; mais ces chiffres ne représentaient pas la totalité des prix perçus. Les transports en grande vitesse ont en effet été frappés, par la loi du 1er juillet 1855, d'un impôt du dixième avec double décime, soit 12 pour cent; l'impôt de guerre, qui s'ajoutait au précédent en vertu de la loi du 16 septembre 1871, s'élevait au dixième du prix précédemment perçu, soit 112 pour cent du tarif; l'augmentation totale du prix de ces deux impôts s'élevait donc à 23 fr. 2 pour cent, soit près du quart. Sous des formes diverses (billets d'aller et retour, cartes d'abonnement, billets d'excursion, réduction de 50 pour cent accordée aux indigents, aux élèves d'écoles spéciales, aux instituteurs, etc., réduction de 75 pour cent accordée aux militaires) les Compagnies avaient progressivement établi un grand nombre de tarifs réduits, qui avaient abaissé en 1889 la taxe moyenne perçue de 0,0591 en 1855 à 0,045 en 1889; mais ces réductions étaient considérées comme insuffisantes. Aussi la suppression de l'impôt de guerre de 1871 était-elle

depuis longtemps, décidée en principe. Par les Conventions de 1883, les Compagnies s'étaient engagées, dans le cas où elle serait réalisée, à réduire les taxes applicables aux voyageurs à plein tarif de 10 pour cent pour la deuxième classe et de 20 pour cent pour la troisième classe, ou suivant toute autre formule équivalente, arrêtée d'un commun accord entre les parties contractantes. Cette réforme a été réalisée le 1er avril 1892 ; elle a été étendue aux billets d'aller et retour, pour lesquels les Compagnies ont consenti des réductions de 25 pour cent pour la première classe et de 20 pour cent pour la seconde, et aux billets à demi-tarif qui ont été abaissés à moitié du nouveau tarif. Par suite de ces mesures, les prix perçus sur le tarif plein ont été abaissés dans la proportion suivante :

pour la 1re classe 0,112 au lieu de 0,1232
pour la 2e classe 0,0756 au lieu de 0,0924
pour la 3e classe 0,04928 au lieu de 0,0678

Pour les billets d'aller et retour les prix sont :

pour la 1re classe 0,168,
pour la 2e classe 0,121,
pour la 3e classe . . . . . 0,0788 ;

par suite de ces réductions, le tarif moyen perçu s'est abaissé en 1893 à 0,039.

Cette réforme a produit les résultats qu'on en attendait : le nombre des voyageurs, sur l'ensemble des six réseaux des Compagnies, qui avait été de 221 millions en 1891, s'est élevé à 279 millions en 1893 ; l'augmentation est donc de 26 pour cent. Les recettes brutes, impôt non compris, ont augmenté de 3,8 pour cent ; on peut affirmer, dans ces conditions, qu'elles n'ont pas subi de dépression sensible, même en tenant compte de l'augmentation normale qui aurait pu se

produire avec le maintien des anciens tarifs. Le succès de la réforme a donc été complet. L'abaissement des tarifs qu'elle a produit n'a d'ailleurs pas atteint la limite compatible avec les clauses des contrats existant entre l'Etat et les Compagnies, car celles-ci ont pris, par les Conventions de 1883, l'engagement de faire, sur les taxes perçues par elles, de nouvelles réductions équivalentes à celles que ferait l'Etat sur l'impôt de la grande vitesse, dans le cas où il déciderait de supprimer celui-ci en tout ou en partie.

En regard des réductions de taxes dont nous venons d'exposer les bases, il faut placer les augmentations, parfaitement légitimes d'ailleurs, correspondant à l'usage des places de luxe. L'usage de ces places va en se développant de plus en plus. Après avoir introduit dans les trains express et rapides des coupés, puis des coupés-lits-toilettes, puis des sleeping-cars et des wagons restaurants de la Compagnie internationale des wagons-lits, les Compagnies ont créé dans certaines directions des *trains de luxe* qui sont d'un très bon revenu. Il est utile de remarquer que, pour les places de luxe, le rapport du tarif perçu au poids mort transporté est très inférieur au même rapport pour les places ordinaires. Les Compagnies trouvent néanmoins avantage à développer l'usage de ces places. Cet exemple, comme celui des trains d'ouvriers anglais, montre que le prix réel de transport de l'unité de trafic n'est souvent qu'un élément secondaire de la détermination des tarifs.

La vitesse qui se paie en Allemagne, en Belgique, en Autriche-Hongrie, en Hollande, ne se paie pas directement en France ; mais elle se paie indirectement pour la plupart des grandes lignes par l'exclusion des voyageurs de 2e et de 3e classe des trains les plus

rapides. Les inconvénients de ce système, qui rend les voyages à grande distance pénibles à cause de leur durée, ont été sensiblement atténués par la création de trains directs qui doublent les express et les rapides et marchent à des vitesses assez grandes, ou par l'admission de la 2e classe dans les express ; néanmoins on peut regretter que les voyageurs de 3e classe ne puissent, d'une manière générale, bénéficier de la vitesse des trains express, sans payer un supplément qui est de 80 pour cent du prix de la place en 3e classe, lorsque ces trains ne renferment que des wagons de 1re classe, et qui dépasse encore 45 pour cent, lorsque ces trains renferment des voyageurs de 2e classe.

Les tarifs de voyageurs en France comprennent la gratuité des bagages à raison de 30 kilogs par place.

446. — Réseau de l'Etat. — Le réseau de l'Etat, constitué en 1878, a été formé à cette époque des réseaux d'un certain nombre de Compagnies secondaires qui n'avaient pu continuer leur exploitation faute de ressources, et que l'Etat avait dû racheter. Une des premières préoccupations de son administration a été l'unification des tarifs : on a adopté pour cette unification des barèmes de la forme belge. Indépendamment d'une réduction très importante du prix des billets simples, l'Administration des chemins de fer de l'Etat a pris une initiative hardie en ce qui concerne les billets d'aller et retour ; elle a fixé à 40 pour cent la réduction à laquelle ils donnaient droit, et les a étendus à toutes les relations de gare à gare indistinctement. Au début, le taux de 40 pour cent ne s'appliquait qu'aux distances inférieures à 50 kilomètres ; au delà, il était réduit à 25 pour cent ; mais moins d'un an après, en

1881, le résultat de la première réforme a paru assez avantageux pour faire supprimer cette restriction.

Les résultats de la réforme opérée sur le réseau de l'Etat ont été éclatants. Pour une réduction du prix kilométrique égale en moyenne à 20 pour cent environ, le nombre des voyageurs rapporté à la distance entière a augmenté en trois ans de *cinquante-deux pour cent*; une partie de cet accroissement était due à l'extension normale du trafic, mais d'après les résultats obtenus sur les autres réseaux, celle-ci n'avait pas dépassé 20 pour cent. La réforme était d'autant plus heureuse qu'une grande partie du trafic nouveau n'a occasionné que très peu de frais, car elle a eu seulement pour effet d'augmenter l'utilisation des trains, et la recette kilométrique du trafic des voyageurs a pu être portée de 3.885 francs en 1879 à 4.694 francs en 1883, quoique le nombre de kilomètres de trains ait été bien loin d'augmenter dans la même proportion.

La tarification du réseau de l'Etat n'est malheureusement pas restée aussi simple qu'elle l'était au début. L'application d'une clause de la convention de 1883 avec la Compagnie d'Orléans, relative au partage du trafic de certaines lignes, a entraîné des modifications qui rendent le calcul des taxes beaucoup plus compliqué.

Les tarifs en vigueur sur le réseau de l'Etat étant inférieurs à ceux des Compagnies, on a dû se demander, au moment de la suppression de l'impôt de 1871, s'il convenait de leur faire subir une réduction analogue à celle qu'avaient consentie les Compagnies, ou s'il ne vaudrait pas mieux se contenter d'y apporter les modifications nécessaires pour obtenir l'unification des tarifs applicables aux voyageurs sur tout le réseau français. La première solution a prévalu ; il n'aurait

été possible d'obtenir l'unification des tarifs qu'en relevant un certain nombre de ceux qui étaient en vigueur, et cette mesure a paru inadmissible. On a jugé d'ailleurs que la réduction faite il y a plus de dix ans avait produit ses effets, et qu'il était utile d'étudier, en vue de nouveaux abaissements à demander plus tard aux Compagnies, l'effet d'une diminution progressive des prix.

La nouvelle réduction a entraîné une refonte des barèmes primitifs et la modification de la taxe des billets d'aller et retour. Un de ses caractères intéressants est l'abaissement relativement important du prix des 1re et 2e classes aux grandes distances ; cette mesure est justifiée par la composition des trains du réseau de l'État sur lequel les express renferment tous des voitures de 3e classe ; dans ces conditions, la différence de prix d'une classe à l'autre ne correspond plus qu'à la différence de confort, et, comme d'ailleurs les voitures de 3e classe sont bonnes, l'écart des prix doit être peu élevé pour que le public n'abandonne pas les deux premières classes.

Le prix moyen perçu, qui était déjà en 1891 seulement de 0 fr. 0349 par voyageur et par kilomètre, s'est abaissé à 0 fr. 0336 en 1893.

Les résultats de la réforme ont été très satisfaisants : le nombre des voyageurs s'est élevé de 8.991.328 en 1891 à 10.372.801, soit une augmentation de 15 pour cent. La recette, impôt déduit, a augmenté en même temps de 6,5 pour cent.

II. — PAYS ÉTRANGERS.

147. — Intérêt de l'étude des tarifs à l'étranger. — L'étude de la tarification serait insuffisante si elle se

bornait à la France. Non seulement, en effet, les relations commerciales sont trop étendues aujourd'hui et la concurrence entre les divers pays est trop active pour qu'il soit possible de ne pas tenir compte de ce qui se fait autour de nous, mais encore les réformes effectuées à l'étranger ont une grande influence sur celles qui se sont faites et qui se font en France. Nous résumerons donc l'étude de la tarification des principaux pays de l'Europe, en suivant l'ordre des réformes qui ont été réalisées.

Les tarifs dont nous allons parler ne comprennent pas en général le transport des bagages ; la gratuité n'existe pour ceux-ci qu'en Angleterre, en Allemagne, en Russie et en France.

448. — **Belgique**. — Le pays qui a marché le premier, ou tout au moins un des premiers, dans la voie des réductions des taxes des voyageurs sous forme de mesure générale, est la Belgique. L'Administration du réseau de l'État belge a substitué, en 1866, au tarif proportionnel, un tarif différentiel conçu d'après des règles qui ont reçu par la suite le nom de *forme belge*. Les réductions qui résultaient de ces tarifs allaient en croissant avec la distance à partir de 35 kilomètres et, à 200 kilomètres, elles atteignaient près de 60 pour cent. L'effet de la réforme fut immédiat au point de vue du développement du trafic, et le nombre des voyageurs à plus de 35 kilomètres, les seuls qui bénéficiaient des réductions, fut augmenté de 25 pour cent environ. Au point de vue financier le résultat fut mauvais ; c'est à tort qu'on l'a qualifié de désastreux, mais il n'est pas douteux qu'il y ait eu une perte de recette assez forte. En 1871, eut lieu une nouvelle réforme ; les prix des

voyages à moins de 35 kilomètres furent baissés de 12 pour cent en moyenne, tandis que les prix à des distances supérieures subirent des augmentations croissant avec la distance, qui les rapprochèrent sensiblement des prix antérieurs à 1866 ; on établit en même temps des billets d'aller et retour avec 20 pour cent de diminution, et la taxe spéciale afférente aux trains express, qui avait été abaissée à 20 pour cent, fut relevée à 25 pour cent. L'effet de cette réforme fut très heureux au point de vue du développement du trafic et de l'augmentation du produit brut. Sur la recette nette, il paraît y avoir eu un déficit ; mais le pays y a incontestablement gagné.

Si on analyse les causes de l'échec de la réforme de 1866 et du succès de celle de 1871, on voit facilement quel était le vice de la première ; elle favorisait surtout la 2e classe, et les voyages à longue distance qui, en Belgique, sont en réalité des voyages à distance moyenne de 35 à 200 kilomètres. Or, à ces distances, et surtout pour les voyageurs de seconde classe, c'est-à-dire de la classe moyenne, le prix du chemin de fer n'est pas la raison déterminante du voyage. Ce n'est pas à dire qu'un abaissement des taxes, même dans ces conditions, n'eût pu produire de bons résultats ; mais il aurait fallu y apporter une mesure que la réforme de 1866 a dépassée de beaucoup. Au contraire, dans un pays peu étendu et à population très dense, une réduction du prix des places aux petites distances, appliquée à toutes les classes, devait nécessairement développer dans une large mesure le mouvement des voyageurs.

449. — Hongrie. — La Hongrie a fait en 1889 sur son réseau d'Etat une réforme de ses tarifs de voyageurs

qui a eu un grand retentissement, tant à cause de sa hardiesse apparente qu'à cause du succès dont elle a été couronnée. Il est donc intéressant de donner quelques détails à ce sujet.

Jusqu'en 1888, la Hongrie était le pays de l'Europe où on voyageait le moins ; la recette des voyageurs n'y atteignait pas le cinquième de la recette totale, d'ailleurs assez peu élevée (16.000 fr. par kilomètre), alors qu'en général elle est presque de la moitié. L'abaissement des tarifs présentait un intérêt à la fois économique et politique : un intérêt économique au point de vue du développement des relations commerciales et industrielles ; un intérêt politique au point de vue de la fusion des races nombreuses entre lesquelles le territoire est réparti.

Le programme de la réforme a été le suivant :

1° Adopter un tarif par zones ;

2° Faciliter d'une manière exceptionnelle les relations à très courte et à très longue distance ;

3° Abaisser partout les prix dans une forte proportion.

Voici comment ce programme a été réalisé.

Le tarif a été divisé en deux parties : tarif à toute distance et tarif de banlieue. La tarif à toute distance comprend deux catégories de prix, pour les trains ordinaires et pour les trains express, ces derniers supérieurs aux premiers de 20 pour cent pour la première et la troisième classe et de 25 pour cent pour la seconde. Peu de temps après la mise en vigueur de la réforme (1er juin 1890), on a dû supprimer la 3e classe dans les trains express, parce qu'en raison du faible supplément exigé pour leur usage, il y avait encombrement. Cette mesure paraît avoir été motivée surtout

par l'insuffisance du matériel, qui s'est trouvé n'être plus en proportion avec le trafic développé par la réforme des tarifs. On a conservé un tarif spécial de Budapesth à 32 gares, pour maintenir des prix fermes très bas établis antérieurement. Tous les autres tarifs spéciaux, y compris les tarifs d'abonnements, ont été supprimés.

Tarif à toute distance. — Le tarif à toute distance comprend 14 zones : la première a 25 kilomètres de rayon, les dix suivantes ont 15 kilomètres, la 12e et la 13e ont 25 kilomètres ; la 14e s'étend jusqu'aux limites du territoire. Les zones se comptent à partir du point de départ ; mais il y a toujours coupure à Budapesth et à Agram quand on passe par ces villes. On a d'ailleurs corrigé quelques anomalies résultant de la division adoptée, en changeant de zone certaines stations ; comme les distances ne sont pas indiquées sur les barèmes, le public, qui y trouve d'ailleurs bénéfice, ne s'en aperçoit pas.

Jusqu'à 225 kilomètres, le tarif est à peu près identique au tarif actuel de l'Etat belge, sauf la substitution de paliers successifs à la ligne inclinée qui représente les prix en Belgique ; à partir de 225 kilomètres le prix est constant.

La réduction sur les anciens tarifs généraux est de 35 à 50 pour cent, la réduction moyenne sur les anciens tarifs perçus est de 20 pour cent.

Le maintien d'un prix constant au delà de 225 kilomètres est une application partielle du principe du tarif postal, dont nous avons parlé précédemment. Il parait à la fois une témérité et une anomalie ; en fait, il n'en est rien, quoique la réduction au delà de 225 kilomètres atteigne 77 pour cent à 500 kilomètres et

85 pour cent à la limite du territoire. Il n'y avait presque pas de voyageurs à plus de 225 kilomètres et pas du tout au delà de 500 kilomètres ; dans ces conditions, si forte que soit la réduction des tarifs, elle doit nécessairement aboutir à une augmentation de recettes ; en outre, la coupure à Budapesth et à Agram rend illusoires les abaissements excessifs correspondant aux très grandes distances, car en raison de l'organisation du service des trains, les voyageurs à très grand parcours passent presque nécessairement par ces deux villes. La grande étendue donnée à la dernière zone a été motivée par une raison politique. Il y a un intérêt majeur, au point de vue de la fusion des races à faciliter autant que possible les relations entre les différents centres et à réduire les obtacles que la distance apporte à ces relations. C'est à ce point de vue spécial qu'on s'était placé dans l'étude de la réforme. On avait pris pour point de départ un maximum de 4 florins (environ 10 fr. 50) comme représentant la plus forte taxe qu'on pût imposer aux petits commerçants pour les voyages nécessités par leurs relations d'affaires, et aux paysans pour leurs migrations annuelles au moment des récoltes ; on avait en effet en vue les déplacements des populations montagnardes du Nord et de l'Est, auxquelles on voulait permettre, dans l'intérêt de la prospérité du pays, de descendre dans les fertiles vallées de la Theiss et du Danube pour s'y livrer aux travaux agricoles. Le prix de 4 florins est en effet celui des billets de 3ᵉ classe pour la 14ᵉ zone (la dernière).

Tarif de banlieue. — Le tarif de banlieue a constitué une innovation importante au point de vue de la forme comme au point de vue du fond. D'abord, il s'applique non seulement à la banlieue des grandes

villes, mais à toutes les relations à courte distance ; ensuite, les prix sont calculés par nombre de stations et non par distance. Il y a deux zones : la première zone comprend la première station et la halte qui la suit immédiatement, s'il y en a une ; la deuxième zone s'étend jusqu'à la seconde station ou à la halte qui la suit.

Les billets de banlieue ne donnent droit qu'au transport par les trains de voyageurs ordinaires. Les prix sont très bas, 30, 15 et 10 kreutzers selon la classe, (soit 0 fr. 72, 0 fr. 36 et 0 fr. 24) pour la première zone et 40, 22 et 15 kreutzers, (soit 0 fr. 96, 0 fr. 53 et 0 fr. 36) pour la deuxième zone. Etant donnée la distance moyenne des stations (9 k.) cela fait pour la première zone environ 0 fr. 08, 0 fr. 04 et 0 fr. 026, et pour la deuxième zone 0 fr. 05, 0 fr. 03 et 0 fr. 02 par kilomètre.

La réduction sur les anciens tarifs a été de 55 et de 68 pour cent. Le motif qui a déterminé cette énorme réduction a été analogue à celui qui existait pour les très grandes distances. En Hongrie les relations à très courte distance existaient à peine : alors que le parcours moyen d'un voyageur est de 30 à 35 kilomètres en France, en Allemagne et en Autriche, il était de 61 kilomètres en Hongrie.

Comme on peut le voir par l'exposé qui précède, l'ensemble de la tarification répond, non à une idée préconçue ou à un système théorique, mais à l'ensemble des conditions qui ont paru les plus favorables à la prospérité du pays. Les tarifs de banlieue sont des tarifs à prix fermes généralisés, c'est-à-dire rendus applicables aux relations d'une station quelconque avec toutes celles qui se trouvent dans sa banlieue telle que nous l'avons définie plus haut ; les tarifs aux distances supérieures sont des tarifs par zones proprement dits

jusqu'à 225 kilomètres ; enfin au delà de 225 kilomètres, le tarif est postal, c'est-à-dire que la taxe est invariable quelle que soit la distance.

Conséquences de la réforme des tarifs. — Les conséquences de la réforme des tarifs ont été immédiates et éclatantes.

La réforme a été effectuée le 1er août 1889 ; l'augmentation du trafic total des voyageurs pendant les cinq derniers mois de la même année a été de 125 pour cent par rapport aux cinq derniers mois de 1888 ; en 1890 l'augmentation par rapport aux résultats de 1888 a été de 190 pour cent ; en 1892 elle a atteint 216 pour cent[1]. Le nombre des voyageurs de banlieue, presque insignifiant avant la réforme, s'est élevé à 2.800.000 pendant les cinq derniers mois de 1889 ; il a dépassé 18 millions en 1893. Ces chiffres, qui sont extraits des statistiques de la direction des chemins de fer de l'Etat hongrois, doivent, il est vrai, subir une légère réduction, pour tenir compte de la coupure dont nous avons parlé à Budapest et à Agram et de la suppression des billets d'aller et retour, par suite de laquelle on compte aujourd'hui deux voyages pour certains déplacements, alors qu'on n'en comptait qu'un autrefois ; mais, en raison des écarts énormes que nous venons d'indiquer, l'influence de ces corrections est presque négligeable.

La recette brute de 1892 a dépassé de 39 pour cent la recette brute de 1888. La direction des chemins de fer hongrois évalue à la moitié de cette somme le bénéfice réalisé ; ses calculs ont été contestés, mais il ne paraît

1. Le nombre des voyageurs a été de 9.056.500 en 1888 et de 26.623.700 en 1893 ; l'augmentation de la longueur du réseau dans l'intervalle de ces deux années n'a été que de 11 0/0.

pas douteux que, même au point de vue financier, la réforme a été avantageuse. Fait digne de remarque, les résultats ont été aussi éclatants sur les chemins de fer d'intérêt local auxquels la réforme a été appliquée. D'une manière générale d'ailleurs, c'est aux faibles distances que la réforme a produit la plus forte augmentation de la circulation. Elle a aussi eu pour conséquence, comme on devait s'y attendre, un accroissement très important du trafic aux grandes distances ; toutefois une partie de ce trafic a été, non pas créé, mais enlevé à d'autres réseaux, et, s'il y a eu bénéfice pour l'exploitant, l'avantage au point de vue de la prospérité de pays est contestable.

En résumé, la réforme des tarifs a été faite avec une intelligence remarquable des besoins du pays, et après une étude approfondie de la répartition du trafic et des principes qui régissent l'application rationnelle des taxes ; elle a abouti à une véritable révolution économique. Les Compagnies de chemins de fer qui existent encore en Hongrie ont suivi, avec un succès plus ou moins grand, l'exemple du réseau de l'Etat ; ce qu'elles ont fait n'offre pas d'intérêt, d'une part parce qu'elles se sont contentées de copier ou d'imiter la formule du réseau de l'Etat, et de l'autre parce que ces Compagnies étaient déjà, au moment de la réforme, condamnées à disparaître par suite de rachats successifs.

Comme complément de la réforme des tarifs de Hongrie, il y a lieu de signaler les simplifications appliquées à la délivrance des billets et au service des bagages. Les billets, en raison de leur forme simple, peuvent être délivrés non seulement dans les gares, mais dans les bureaux de tabac et dans les hôtels ; il n'y a pas de franchise pour les bagages, mais la taxe se paie par

fractions indivisibles de 50 kilogrammes, ce qui permet en général de ne pas peser les colis.

450. — **Autriche**. — L'exemple de la Hongrie a amené l'Autriche à réformer les tarifs de son réseau d'Etat, qui comprend aujourd'hui une grande partie des lignes de l'empire. Quoique plus important qu'en Hongrie, le mouvement des voyageurs était relativement faible ; la recette qu'il produisait ne dépassait pas le quart de la recette totale. Le tarif adopté en 1889 est désigné sous le nom de Kreutzer-Zonen-tarif (Tarif par zone au Kreutzer). Ce tarif est proportionnel et calculé sur le pied de 1 kreutzer par kilomètre pour la 3e classe, 2 kreutzer pour la 2e classe, et 3 kreutzer pour la 1re classe, avec majoration de 50 pour cent pour les trains express ; mais la taxe, au lieu d'être appliquée par kilomètre, est appliquée par zones qui comprennent les cinq premières 10 kilomètres chacune, la sixième et la septième 15, la huitième 20, la neuvième, la dixième, la onzième et la douzième 25, enfin les suivantes 50. Le prix est calculé, pour chaque zone, d'après le nombre de kilomètres correspondant au parcours qui la contient tout entière. La franchise des bagages a été supprimée ; ils sont taxés uniformément à 0 kreutzer 2 par kilomètre et par 10 kilogrammes.

La réforme des tarifs autrichiens avait pour but à la fois d'abaisser les taxes et de les simplifier en supprimant tous les tarifs spéciaux. La réduction des prix a été en somme à peu près équivalente à celle qu'a produite la réduction des tarifs de Hongrie, mais elle s'est effectuée dans des conditions différentes. En effet, tandis qu'en Hongrie les taxes ont surtout été abaissées pour les petites et les grandes distances, la réduction en

Autriche a été appliquée à peu près uniformément à tous les parcours ; il n'a pas paru utile de favoriser spécialement le trafic de banlieue, déjà très développé, et les motifs qui avaient conduit le gouvernement Hongrois à faciliter d'une manière exceptionnelle les voyages à long parcours n'existaient pas ou ont été jugés moins impérieux en Autriche. La circulation s'est accrue à peu près proportionnellement à toutes les distances. Le résultat n'en a pas moins été excellent au point de vue économique. D'après les résultats fournis par des statistiques, le nombre des voyageurs a augmenté de 43 pour cent dans l'année qui a suivi la réforme (du 16 juin 1889 au 10 juillet 1890) ; il avait presque doublé à la fin de 1893, c'est-à-dire en moins de cinq ans, quoique la longueur du réseau ne se soit accrue que d'un sixième. Ces chiffres, toutefois, doivent être réduits dans une certaine mesure, car ils correspondent au nombre de billets délivrés qui a augmenté dans une proportion plus forte que celui des voyageurs. La suppression des billets d'aller et retour a, comme en Hongrie, doublé le nombre des billets relatifs à un certain nombre de déplacements sans augmenter le nombre réel des voyages ; en outre, l'adoption d'une seule unité comme base de prix permet l'emploi des billets de 3e classe comme monnaie des billets de 1re et de 2e classe, et les chefs des petites stations usent fréquemment de cette facilité. Quoi qu'il en soit, les recettes se sont maintenues dès la première année sans abaissement et ont repris ensuite une marche ascendante. Il est probable, d'après les résultats des années précédentes, que, si les anciens tarifs avaient été maintenus, les recettes auraient néanmoins suivi également une marche

ascendante ; d'un autre côté, les dépenses de l'exploitation ont augmenté par suite de l'accroissement du trafic auquel il a fallu faire face. Le bénéfice économique paraît donc avoir été acheté au prix d'un certain sacrifice financier ; mais l'importance de celui-ci est certainement faible eu égard au résultat obtenu.

451. — Roumanie. — Comme les précédentes, la réforme des tarifs de Roumanie a eu pour but de développer les relations entre les différentes parties du pays. Jusqu'au 1er mars 1890, les tarifs étaient les suivants :

1re classe	0 fr. 12	par kilomètre.
2e classe	0 fr. 09	—
3e classe	0 fr. 06	—

Ces prix étaient majorés de 20 pour cent pour les voyageurs en trains express.

La réforme a été réalisée en deux périodes : le 1er mars 1890, on a fait une première réduction sur les prix à grande distance ; les taxes ont été maintenues jusqu'à une distance équivalente au parcours moyen des voyageurs de 1888 pour chaque classe, c'est-à-dire jusqu'à 120 kilomètres pour la première classe, jusqu'à 80 kilomètres pour la deuxième, et jusqu'à 60 kilomètres pour la troisième ; elles ont été abaissées, pour les parcours supplémentaires, proportionnellement à l'augmentation des distances, de manière à arriver pour la 1re classe au prix de 30 francs (0 fr. 06 par kilomètre) à 500 kilomètres, pour la 2e classe au prix de 18 francs (0 fr. 045 par kilomètre) à 400 kilomètres, et pour la 3e classe au prix de 9 francs (0 fr. 03 par kilomètre) à 300 kilomètres ; au delà de ces distances, le tarif est proportionnel et calculé

sur les bases que nous venons d'indiquer (0 fr. 06, 0 fr. 045 et 0 fr. 03 par kilomètre).

Le 1er mai 1891, la réforme a été complétée par la réduction des prix à petite distance ; on a adopté la règle inverse de celle que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire qu'on a appliqué les prix kilométriques de 0 fr. 06, de 0 fr. 045 et de 0 fr. 03, déjà admis pour les grandes distances, aux parcours de 0 à 10 kilomètres ; on les a fait croître ensuite régulièrement de manière a obtenir, aux distances de 250 kilomètres pour la 1re classe, de 200 kilomètres pour la 2e, et de 160 kilomètres pour la 3e, les prix existant précédemment. La tarification comporte donc l'application de prix réduits aux petites et aux grandes distances, l'augmentation de ces prix, avec la forme belge jusqu'à 250 kilomètres pour la 1re classe, 200 kilomètres pour la 2e classe et 150 kilomètres pour la 3e classe, puis leur diminution avec la même forme jusqu'à 500, 400 et 300 kilomètres ; enfin au delà de ces limites, l'application d'un tarif proportionnel à base constante. Les prix maximum sont de 0 fr. 0789 par kilomètre à 250 kilomètres pour la 1re classe, de 0 fr. 0565 par kilomètre à 200 kilomètres pour la 2e classe et de 0 fr. 0376 à 150 kilomètres pour la 3e classe.

Les résultats ont été les suivants. Le nombre des voyageurs a passé de 2.354.000 en 1889 à 2.907.000 en 1890, à 4.333.000 en 1891 et à 5.365.000 en 1892 ; l'augmentation du trafic obtenue a donc été de 128 pour cent en trois ans. La recette kilométrique a passé en même temps de 4876 fr. 00 à 6175 fr. 00, soit environ 27 pour cent d'augmentation. Au point de vue financier, il y a certainement eu bénéfice, car, étant donnée

l'importance relativement faible du trafic, l'augmentation des recettes a dû largement suffire pour couvrir les frais supplémentaires qu'a entraînés son accroissement.

452. — Hollande. — La Hollande qui a réformé récemment ses tarifs, a adopté un système analogue au système hongrois. Il y a sept zones : les 3 premières de 50 kilomètres chacune, les 3 suivantes de 30 kilomètres, enfin la dernière sans limite. On ne peut toutefois considérer la forme adoptée comme une application du tarif postal en ce qui concerne la dernière zone, car, en raison du peu d'étendue du territoire, les voyages à des distances supérieures à 240 kilomètres n'existent pour ainsi dire pas.

453. — Allemagne. — L'Allemagne n'a pas encore unifié ses tarifs, qui sont assez compliqués. Leur réforme, qui est à l'étude depuis plusieurs années, paraît ajournée en ce moment par suite de difficultés budgétaires. Toutefois, on a inauguré le 1er octobre 1891 un tarif par zones entre Berlin et un certain nombre de localités de la banlieue. Il y a 3 zones, dont les longueurs sont de 7 k. 5 pour chacune des deux premières et 5 kilomètres pour la troisième. Au delà, et jusqu'à la limite d'application du tarif, qui est de 48 kilomètres, la taxe est proportionnelle pour les kilomètres effectués en sus des 20 premiers. Ce tarif n'est applicable qu'à la 2e et à la 3e classes ; il n'y a pas de franchise de bagages ; pour chaque colis on paie le prix d'un billet de 3e classe. Nous ne connaissons pas les résultats donnés jusqu'ici par l'application de ce tarif.

454. — Angleterre. — Les tarifs en vigueur en Angleterre sont très variés; ils n'ont pas jusqu'ici subi de réforme analogue à celles qui ont été réalisées dans les principaux Etats de l'Europe continentale; toutefois leur étude donne lieu à diverses remarques intéressantes.

Toutes les concessions données depuis 1844 imposent à la Compagnie concessionnaire l'obligation de mettre en circulation chaque jour, sauf le Dimanche, un train au moins dans chaque sens, parcourant, à des heures fixées par le Board of trade sur la proposition du concessionnaire, toute la longueur de la ligne à une vitesse d'au moins 48 kilomètres à l'heure, et desservant toutes les stations avec un tarif maximum de de 1 penny par mille soit 0 fr. 065 par kilomètre. Ces trains sont désignés habituellement sous le nom de *trains parlementaires*.

Nous avons déjà signalé les trains à 1 penny par voyage pour des parcours de 3 à 18 kilomètres aux abords de Londres, ce qui fait varier le prix du kilomètre de 0 fr. 03 environ à 0 fr. 005. Comme nous l'avons dit, les Compagnies ont trouvé intérêt à développer ce trafic et, en 1882, le nombre des voyageurs transportés par ces trains s'élevait à 26.000 par jour, soit environ 10 millions par an.

Enfin il convient de signaler spécialement le développement du trafic de la 3ᵉ classe. Le nombre des voyageurs de cette classe s'est élevé de 1860 à 1890, de 56 à 88, 5 pour cent du nombre total, et la recette s'est élevée de 36 à 79 pour cent de la recette totale ; ce sont donc, dans le pays par excellence de la richesse et du confortable, les voyageurs de 3ᵉ classe qui fournissent, de beaucoup, la plus grosse part de la

recette kilométrique des chemins de fer, et c'est grâce à eux que celle-ci va en croissant d'une manière continue, car les recettes des deux premières classes sont en diminution constante. Cela tient aux avantages faits à ces voyageurs, notamment au point de vue de la vitesse. Le résultat probable de ce développement sera la suppression de la 2e classe; elle est d'ailleurs déjà opérée sur le Midland Railway.

En Angleterre, comme nous l'avons dit, il n'y a pas de surtaxe pour les express.

§ 3. — TARIFS DE MARCHANDISES.

I. — TARIFS DE GRANDE VITESSE.

455. — Définition. — Les transports de marchandises se divisent en deux catégories : les transports en grande vitesse et les transports en petite vitesse. Les premiers sont effectués à la vitesse des trains de voyageurs, avec obligation pour l'Administration du chemin de fer de faire partir les marchandises aussitôt après leur remise et de les livrer dès leur arrivée. Les seconds comportent des délais d'expédition, de transport et de livraison assez longs, de telle façon que tout trajet exige plusieurs jours.

456. — France. — Les transports en grande vitesse comprennent, d'une part, ce qu'on appelle la *messagerie* c'est-à-dire les petits colis de toute sorte, et d'autre part les denrées (légumes, fruits, poissons, viande abattue), etc., par expédition de 50 kilogrammes au moins, ainsi que les voitures, les cercueils et les animaux.

Les tarifs généraux applicables à la messagerie et

aux marchandises en grande vitesse, qui ont été en vigueur jusqu'en 1892, équivalaient à peu près au prix d'une place de troisième classe par 100 kilogs. Les prix des denrées et des animaux faisaient, sur presque tous les réseaux, l'objet de nombreux tarifs spéciaux. Les transports des marchandises en grande vitesse étaient frappés du même impôt que les transports de voyageurs, 0.232 par franc. En tenant compte de cet impôt, les prix de la grande vitesse étaient très élevés ; il en résultait pour le commerce une gêne considérable en même temps que pour les Administrations de chemins de fer une perte de recettes certaine.

La réforme des tarifs des voyageurs effectuée le 1er avril 1892 a été étendue aux transports de marchandises en grande vitesse ; mais, pour celles-ci, l'impôt a été supprimé en entier. En considération de cette suppression, les Compagnies et le réseau de l'Etat ont modifié leurs tarifs de la manière suivante : pour les denrées on applique une fois et demie le prix de la 1re série (la plus élevée) des marchandises en petite vitesse, soit un prix décroissant avec la distance, avec 0 fr. 24 par tonne et par kilomètre pour base initiale ; pour les transports de marchandises de plus de 50 kilogrammes on applique deux fois le même prix ; enfin pour les transports de toute nature au-dessous de 50 kilogrammes la tarification est décroissante avec la forme belge.

La réduction qui résulte de l'application des nouveaux prix ne peut se chiffrer en raison de la variété des tarifs ; mais elle est très importante et aura une influence considérable. Le montant des recettes des marchandises de la grande vitesse réprésente actuellement plus du quart de la recette des voyageurs et des

bagages ; il n'est pas douteux que ce trafic augmentera dans une très forte proportion, car, pour un grand nombre de marchandises, la rapidité des transports joue un rôle important dans les relations commerciales. Ce mouvement a d'ailleurs commencé à se produire ; malgré l'abaissement de taxes réalisé, les recettes des marchandises en grande vitesse de 1893 sont supérieures d'environ 13 0/0 à celles de 1892.

On doit rattacher aux tarifs de grande vitesse le tarif des colis postaux, dont le transport prend une importance de plus en plus grande. Les colis postaux sont expédiés nominalement par les soins de l'Administration des postes et télégraphes ; en fait, celle-ci s'est substitué pour ce service, en vertu d'une convention spéciale, les six grandes Compagnies et l'Administration des chemins de fer de l'Etat. Jusqu'en 1892 la taxe était unique et comportait un prix de 0 fr. 60, avec addition de 0 fr. 25 pour le port à domicile, pour tout colis dont le poids ne dépassait pas 3 kilogrammes. Le 1er juillet 1892, on a étendu la faculté d'expédition sous la forme postale aux colis pesant jusqu'à 5 kilogs ; la taxe primitive a été maintenue pour les colis dont le poids ne dépasse pas trois kilogs ; elle a été portée à 0 fr. 80, avec la même majoration de 0 fr. 25 pour le port à domicile, pour les colis pesant de 3 à 5 kilogs.

457. — Étranger. — L'étude des tarifs de marchandises en grande vitesse à l'étranger ne nous paraît pas offrir de particularités intéressantes ; nous ne nous y arrêterons donc pas.

II. — TARIFS DE PETITE VITESSE.

458. — France. — Les marchandises en petite

vitesse sont soumises à deux catégories de tarifs appelés tarifs généraux et tarifs spéciaux. Jusqu'en 1880, il n'existait en France pour cette tarification aucune règle appliquée d'une manière générale. Presque toutes les expéditions de marchandises étaient faites en vertu de prix fermes et une seule Compagnie, celle de l'Est, indiquait au public dans le recueil Chaix les bases des calculs de ses taxes. Il en résultait un véritable chaos qui donnait lieu, avec raison, de la part du commerce et de l'industrie, aux plaintes les plus vives. Le Ministère des Travaux publics poursuit depuis 15 ans la réforme de cet état de choses. Voici où en est cette réforme à l'heure actuelle.

Tarifs généraux. — La première chose à faire pour à mettre de l'ordre dans la classification était d'uniformiser la sérification en attribuant à chaque marchandise la même dénomination et le même numéro. Une sérification générale a été adoptée en 1879 par le Ministre sur la proposition des Compagnies ; elle est basée, autant que possible, sur la valeur et sur le poids des marchandises ; nous disons autant que possible, parce qu'il a fallu tenir compte des sérifications en usage sur les divers réseaux pour éviter de trop grands écarts avec celles-ci [1].

La sérification nouvelle fut appliquée en 1880 sur le réseau de l'État qui la prit pour base de ses tarifs généraux de marchandises ; son adoption fut combinée avec un abaissement notable des taxes qui avait un double but. Lorsqu'on se trouve en présence de tarifs différents établis sans méthode, comme c'était

1. La révision de la sérification de 1879 est en ce moment à l'étude ; elle a surtout pour objet d'y introduire les marchandises qui, faute d'y être inscrites explicitement, ne sont taxées que par assimilation.

le cas pour le réseau de l'État formé des réseaux des diverses Compagnies qui l'avaient précédé, il n'est possible d'arriver à l'unité, sans léser le public, que par des abaissements de prix ; d'autre part, l'Administration des chemins de fer de l'État était convaincue que ces abaissements, tout en favorisant le commerce et l'industrie, auraient pour effet de développer le trafic, et c'est en effet ce qui s'est produit. Les barèmes des marchandises à petite vitesse du réseau de l'État, comme ceux des voyageurs, sont de la forme belge.

Au moment de la signature des conventions de 1883, le Ministre des Travaux publics a fait prendre aux Compagnies l'engagement de substituer à leurs tarifs généraux en vigueur des tarifs généraux de la forme belge, applicables pour chacune d'elles à tout son réseau. Ces tarifs, qui ont pour point de départ la sérification de 1879, ont été approuvés successivement pour les diverses Compagnies ; il convient de signaler à leur sujet les particularités suivantes :

1° Le barème de la Compagnie P.-L.-M. est, comme nous l'avons déjà dit, un tarif par zones. Il a été adopté pour éviter des abaissements de prix qui ont paru irréalisables à la Compagnie ; mais l'existence de ces zones n'a été admise que provisoirement et sous la réserve qu'elles disparaîtraient ultérieurement. Le succès des tarifs par zones appliqués au service des voyageurs dans plusieurs pays étrangers a modifié les idées depuis que les barèmes de la Compagnie P.-L.-M. ont été adoptés, et il est possible que cette forme provisoire devienne définitive.

2° Il existe sur les Compagnies du Nord et du P.-L.-M., pour un certain nombre de relations, des *distances d'application* inférieures aux distances réelles

qui existaient sur les anciens tarifs et qu'on a maintenues pour éviter des relèvements de prix.

Les nouveau tarifs généraux des Compagnies diffèrent de l'une à l'autre : l'unité de tarification dans tout le pays n'existe donc pas. Pour la réaliser, il faudrait faire des relèvements de taxes inadmissibles, ou des abaissements importants sur certains réseaux. Jusqu'ici les Compagnies se sont refusées à réaliser ces abaissements, de crainte de compromettre leurs recettes ; il est possible que les résultats de l'abaissement du tarif des voyageurs modifient leur manière de voir ; mais, comme nous l'avons dit précédemment, on ne doit pas attendre d'une réforme de cette nature un développement brusque du trafic des marchandises, en petite vitesse comme celui qui s'est produit dans beaucoup de cas pour les voyageurs et pour les marchandises en grande vitesse.

Tarifs spéciaux. — La réforme des tarifs aurait été presque illusoire, si elle n'avait été appliquée qu'aux tarifs généraux ; près des quatre cinquièmes de la recette brute de la petite vitesse provenait en effet, avant la réforme, de l'application de tarifs spéciaux. Ces tarifs comportent, comme conditions de leur application, d'une manière générale, la prolongation des délais de transport et une atténuation de la responsabilité de la Compagnie en cas de perte ou d'avarie, et dans beaucoup de cas la condition de l'expédition par wagons complets ou avec un minimum de tonnage, et celle du chargement et du déchargement par l'expéditeur.

On a beaucoup discuté sur les tarifs spéciaux. Certaines conditions, comme la taxation spéciale des envois par wagons complets et la diminution du prix en cas

de chargement ou de déchargement par l'expéditeur, ne sont guère discutables ; la prolongation des délais de transport et l'atténuation de la responsabilité de la Compagnie consentie par l'expéditeur en échange d'une réduction de prix, n'ont en somme rien de contraire à l'intérêt public : il vaut sans doute mieux réduire les prix sans condition, lorsque cela est possible, mais il vaut mieux aussi les réduire avec des conditions que de ne pas les réduire du tout. Or, il est certain que la prolongation des délais de transport diminue les frais d'exploitation dans beaucoup de cas, et que l'atténuation de la responsabilité de la Compagnie diminue ses risques ; cette atténuation n'est d'ailleurs que limitée, la Compagnie étant toujours responsable en cas de faute prouvée. L'Administration n'a donc pas recherché la suppression des tarifs spéciaux dans la réforme qu'elle a poursuivie, mais elle s'est attachée à la réduction du nombre des prix fermes, qui naturellement faisaient tous l'objet de tarifs spéciaux, en donnant à ces derniers la forme de barèmes kilométriques applicables à toutes les relations. Elle s'est attachée en outre à faire réduire autant que possible l'allongement des délais que les Compagnies se réservent en compensation de l'abaissement des taxes.

Les tarifs spéciaux du réseau de l'Etat, adoptés en 1880, comportaient soit des déclassements, soit l'application de barèmes spéciaux kilométriques, à base décroissante, au nombre de *trois seulement* ; il n'existait de prix fermes que très exceptionnellement et dans des cas tout à fait particuliers. Les règles relatives au partage du trafic avec les Compagnies voisines, appliquées en exécution des conventions de 1883, ont fait disparaître en partie la simplicité de cette tarification.

La Compagnie de l'Est, la première des Compagnies qui ait effectué la réforme de ses tarifs, a adopté les mêmes principes que le réseau de l'Etat. Elle a procédé soit par des déclassements, soit par l'application de barèmes spéciaux du système belge. Il existe encore des prix fermes, qu'on a dû maintenir pour éviter le relèvement des taxes correspondantes ou bien un abaissement jugé excessif des barèmes dans lesquels il aurait fallu les intercaler; mais ce sont des exceptions.

La Compagnie du Nord a effectué sa réforme dans les mêmes conditions que la Compagnie de l'Est ; le nombre des prix fermes est moindre, sauf en ce qui concerne les houilles et cokes et le tarif spécial des ports de mer. La classification est, à très peu près, la même que celle de l'Est.

La réforme a été relativement facile pour ces deux Compagnies dont les tarifs spéciaux avaient été généralement calculés sur la base des prix kilométriques réduits ; il n'en a pas été de même pour les autres réseaux. La réforme des tarifs de la Compagnie P.-L.-M. a entraîné, à côté d'abaissements importants, des relèvements très sérieux qui ont provoqué des plaintes très vives, et obligé la Compagnie à modifier presque immédiatement une partie de ses nouveaux prix. A la suite de ces plaintes, les Compagnies qui n'avaient pas encore présenté leurs projets de tarification nouvelle (Orléans, Ouest et Midi) ont cru devoir s'interdire tout relèvement important. Comme, d'autre part, elles n'ont pas voulu consentir à des abaissements notables, il en résulte que la réforme est seulement ébauchée : les prix fermes supprimés sont surtout ceux qui, en réalité, n'étaient pas appliqués.

On peut juger, par cet exposé, à quelles difficultés

finit par aboutir l'absence de principes dans la tarification ; toutefois, on peut toujours arriver à supprimer progressivement les prix fermes non justifiés, par des abaissements de taxes rationnels, et c'est dans ce sens que l'Administration poursuit aujourd'hui la continuation de la réforme.

459. — Allemagne. — Le système allemand est un intermédiaire entre le système de tarification à *la valeur*, et le système *naturel* dont nous avons déjà parlé. Pour les expéditions de détail, il n'existe qu'une classe. Pour les expéditions par wagons complets, il existe une classe générale A pour les expéditions d'au moins 5.000 kilogs et une classe générale B pour les expéditions d'au moins 10.000 kilogs.

Réduit à ces classes générales, le tarif est un tarif *naturel ;* mais on en a atténué la rigueur par la création de quatre tarifs spéciaux. Les tarifs spéciaux I, II et III afférents aux chargements d'au moins 10.000 kilogs s'appliquent, en suivant une progression décroissante, aux marchandises les plus usuelles pour lesquelles le tarif général serait trop onéreux. On a cherché à faire entrer dans le tarif I les céréales et les objets fabriqués, dans le tarif II les objets ébauchés, dans le tarif III les produits bruts et les marchandises de faible valeur. Pour les chargements entre 5.000 et 10.000 kilogs on applique un quatrième tarif spécial appelé le tarif A^2 aux marchandises qui, chargées par 10.000 kilogs au moins, bénéficient des tarifs I et II ; on applique le tarif II aux marchandises qui, chargées par 10.000 kilogs au moins bénéficient du tarif III. Les transports des marchandises comprises dans les classes générales et ceux de certaines

marchandises auxquelles sont applicables les tarifs spéciaux, mais qui sont particulièrement désignées comme craignant la mouille, sont seuls faits en wagons couverts. Pour les autres marchandises, l'emploi des wagons couverts donne lieu à une surtaxe.

Cette tarification, qui repose presque entièrement sur les expéditions par wagons complets, ramènerait les prix, pour un grand nombre d'industries, au tarif unique de détail qui est relativement élevé, sans l'intermédiaire des *groupeurs*. Les groupeurs ont pour industrie unique de réunir, dans chaque centre, les colis des divers expéditeurs, pour en faire des chargements pouvant bénéficier des tarifs généraux ou spéciaux par wagons complets. On a beaucoup discuté au sujet du groupage. En France, les Compagnies et l'Administration des Chemins de fer de l'Etat s'efforcent de l'empêcher et n'admettent que l'expéditeur lui-même au bénéfice du tarif par wagon complet; c'est même seulement en vertu d'une tolérance qu'on admet dans une même expédition, des marchandises de natures différentes à bénéficier du tarif par wagon complet. A l'appui de ce système on invoque le bénéfice prélevé par les groupeurs aux dépens du public, le monopole dont ils jouissent par suite de l'entente qui s'établit entre eux, l'inégalité entre les grands centres, recherchés par les groupeurs, et les petites localités où le groupage est rare ou impossible; enfin, on fait observer que tous les services que les groupeurs rendent au public peuvent lui être rendus par les Administrations de chemins de fer. Ces motifs ont certainement un grand poids, mais on ne doit pas oublier, d'un autre côté, que le rôle des Administrations publiques ou des concessionnaires qui leur sont substitués

doit, autant que possible, être limité à l'exécution des services publics proprement dits. Il est évident que l'Etat seul peut entretenir, directement ou par l'intermédiaire de concessionnaires, les voies des chemins de fer et, au moins dans l'état actuel des règles de l'exploitation, y faire circuler des trains affectés au service du public ; mais, de ce qu'il peut faire ce que font les groupeurs, il ne résulte nullement qu'il doive en accaparer le monopole. Il est d'ailleurs facile de réduire le bénéfice de ces intermédiaires en ne laissant pas, entre le tarif par wagon complet et les tarifs de détail, une marge suffisante pour que le public ait intérêt à se servir d'eux s'ils prélèvent un prix trop élevé sur l'économie réalisée. Enfin il est bien certain que les groupeurs, opérant pour leur propre compte, effectuent le groupement dans de meilleures conditions et, par suite, procurent une meilleure utilisation du matériel roulant que les agents des Compagnies ou d'une Administration chargés de services multiples et pour lesquels cette préoccupation ne peut être qu'accessoire.

460. — Autriche-Hongrie. — Le régime de l'Exploitation en Autriche a été pendant longtemps le régime de l'offre et de la demande. Les cahiers des charges autorisaient les Compagnies à fixer les prix *suivant les circonstances*, sous réserve de la publicité des tarifs. Il en est résulté non seulement une extrême variété de tarifs, mais l'usage de tarifs particuliers ou tarifs de faveur concédés à des industriels ou à des commerçants. Cet usage des traités de faveur n'est pas abrogé complètement, mais les Compagnies sont aujourd'hui tenues d'en publier les conditions et de faire bénéficier les expéditeurs qui en font la demande des

bonifications accordées à d'autres. Quant aux tarifs, leur simplification poursuivie depuis longtemps, a abouti à la création d'un tarif dit de *réforme*, qui se rapproche de la tarification allemande, mais accorde moins de facilités au groupage. Il y a deux classes générales pour les expéditions partielles, et un grand nombre de tarifs exceptionnels ; le groupage n'est autorisé que pour les marchandises similaires et il est renfermé dans d'étroites limites. Les barèmes sont du système belge.

Encouragé par le succès de l'abaissement des tarifs des voyageurs en 1889, le gouvernement Autrichien a abaissé à leur tour en 1890 ses tarifs des marchandises. Cette nouvelle réforme a consisté seulement dans des déclassements en faveur de certaines marchandises par chargements de 5000 et de 10.000 kilogs, et dans une réduction des bases de certains tarifs ; en fait, elle a produit un abaissement général qu'on peut évaluer à 10 pour cent en moyenne. La première année a donné une diminution de recette, qui a déterminé le gouvernement à opérer un relèvement partiel, de manière à rapprocher les nouveaux prix des anciens. Ce relèvement, que le Conseil d'administration des chemins de fer de l'État avait combattu, a été à notre avis, une faute ; on doit être prudent dans les réformes de tarifs et de ne les entreprendre qu'après mûre réflexion, mais quand elles sont faites, il faut leur laisser produire leurs effets sous peine de léser gravement les intérêts du commerce et de l'industrie. Or, ce n'est pas en un an qu'un abaissement général de tarifs de petite vitesse peut produire des effets importants au point de vue des recettes. On s'expose donc, en opérant comme on l'a fait en Autriche, à tous les inconvénients

de l'instabilité des tarifs, sans avoir la possibilité de recueillir les avantages de la réforme tentée.

Les chemins de fer hongrois, qui avaient adopté le système à la capacité y ont renoncé pour adopter la tarification autrichienne avec des barêmes différents.

L'Union des chemins de fer allemands, dont fait partie l'Autriche-Hongrie, fait de grands efforts pour faire adopter à cette dernière la classification allemande.

461. — Belgique. — La Belgique avait, au début, adopté un système d'exploitation qui réduisait le service du chemin de fer à l'entretien de la voie et du matériel et à la traction. L'État se bornait à louer ses wagons, laissant aux expéditeurs et aux destinataires le soin de faire la manutention, et n'avait pas de tarif pour le détail. Ce système n'a pas tardé à disparaître. La classification actuelle, établie de 1860 à 1864, est une tarification à *la valeur* comportant quatre classes de marchandises, mais avec un minimum de poids de 400 kilogs par expédition et avec restriction du bénéfice du prix des classes autres que la première aux expéditions par 5.000 et 10.000 kilogs ; elle favorise donc l'industrie du groupage. Les barêmes sont de la forme appelée belge précisément parce que c'est la tarification belge qui en a inauguré l'emploi. Quoique les prix soient très bas, il existe un très grand nombre de tarifs spéciaux réduits pour favoriser l'exportation et l'importation.

Le chemin de fer central Belge, qui est exploité par une Compagnie, a une tarification différente, mais établie d'après les mêmes principes.

Les chemins de fer secondaires, qui sont l'équivalent

de nos chemins de fer d'intérêt local, ont une tarification très simple qui comprend seulement une classe pour les expéditions de détail, une classe pour les expéditions par les wagons couverts et deux classes pour les expéditions par wagons découverts ; c'est, en somme, une tarification à la capacité.

462. — Italie. — Les chemins de fer italiens sont répartis, depuis 1889, entre trois Compagnies qui appliquent, en vertu de leur concession, un même tarif général ; c'est un tarif proportionnel avec classification à la valeur ; il existe un grand nombre de tarifs spéciaux du système belge et dont beaucoup sont communs aux trois réseaux ou à deux d'entre eux.

463. — Angleterre. — L'Angleterre a été pendant longtemps, le pays de l'exploitation libre des chemins de fer ; les Compagnies y jouissaient d'une liberté presque illimitée. Malgré les idées des Anglais sur l'initiative privée, le souci de la prospérité du pays l'a emporté sur la répugnance des pouvoirs publics à réglementer une industrie quelconque. Par une loi du 10 août 1888 (Railway and canal Traffic Act) les Compagnies ont été astreintes à présenter une classification pour les marchandises et à proposer des maxima pour les taxes et frais accessoires à percevoir ; ces propositions ont été publiées, et, après une enquête approfondie, le Parlement a approuvé les nouveaux tarifs de marchandises. Ces tarifs comportent une classification à la valeur, et des barèmes par zones (de 0 à 20 km., de 21 à 50 km., de 51 à 100 km. et au-delà de 100 km.) ; le taux des frais accessoires est fixé uniformément pour toutes les Compagnies. La loi de 1888 interdit les tarifs

de pénétration et les tarifs de faveur ; elle rend obligatoire la clause des stations non dénommées et la publication de tous les tarifs, enfin elle donne à une commission spéciale des pouvoirs très étendus en matière de tarifs et notamment la facilité « d'exiger des Compagnies, dans l'intérêt du public, les facilités de trafic qu'elle jugera raisonnable ».

CHAPITRE XXI

DÉPENSES DE CONSTRUCTION

DES

CHEMINS DE FER

§ 1. — CONSTRUCTION PROPREMENT DITE.

464. — Bases d'établissement des prix. — Lorsqu'on fait des comparaisons entre les prix de revient kilométriques des différentes lignes, qui sont pour la plupart relevés dans des statistiques, on est exposé à commettre des erreurs graves parce que indépendamment des éléments de variation que nous indiquerons plus loin, il existe des différences souvent très importantes dans la manière dont les comptes ont été établis.

On considère quelquefois comme synonymes les expressions de dépenses de construction et dépenses de premier établissement ; or, les dépenses de premier établissement comprennent, lorsque les travaux sont exécutés par des Compagnies, l'intérêt du capital engagé jusqu'au jour de l'ouverture de la ligne, c'est-à-dire une augmentation de 15 à 20 pour cent ; dans les travaux exécutés par l'Etat au contraire, l'intérêt du capital n'entre jamais en ligne de compte. On comprend aussi fréquemment dans les dépenses de premier établissement le matériel roulant, le mobilier des gares, l'outillage, etc. On y ajoute même quelquefois

la différence entre les dépenses et les recettes d'exploitation de la ligne pendant un certain nombre d'années. En revanche les subventions en argent ou en travaux fournies par l'Etat, le département ou les communes ne figurent en général que *pour mémoire*, ou ne figurent pas du tout dans les comptes de premier établissement des Compagnies. Il ne faut donc pas confondre *capital de premier établissement*, avec *dépenses de construction*.

Il faut encore, s'il s'agit de lignes ouvertes à l'exploitation depuis un certain temps, faire une distinction entre les dépenses de construction proprement dites et les travaux de parachèvements exécutés postérieurement ; ces derniers peuvent, il est vrai, être considérés comme des dépenses de construction qui ont été simplement ajournées et que l'on exécute à mesure que le besoin s'en fait sentir ; mais, sur les lignes dont le trafic va en croissant ou dont les conditions d'exploitation viennent à changer, ils prennent souvent une grande importance et, dans les comparaisons que l'on peut faire, on s'expose à des erreurs graves si on relève simplement sur les statistiques les chiffres de dépense sans tenir compte des éléments qu'ils renferment. Enfin le prix kilométrique de construction peut être modifié dans une proportion considérable par les dépenses à faire dans les gares d'attache pour recevoir les lignes. Il y a là un point assez important sur lequel il n'est pas inutile de donner quelques explications.

Presque toutes les lignes d'intérêt général que l'on a construites depuis vingt ans, ou qui restent à construire, sont, à leurs deux extrémités, ou tout au moins à l'une d'elles, rattachées à des lignes déjà exploitées et viennent alors aboutir à des gares ou stations déjà existantes. Les dépenses à faire pour mettre ces gares

ou ces stations en état de recevoir les nouvelles lignes sont en général à la charge de celles-ci ; mais elles peuvent varier dans une énorme proportion selon que les gares à agrandir se trouvent dans des conditions plus ou monis favorables, et leur influence sur le prix kilométrique varie également selon la longueur sur laquelle ces dépenses se répartissent. Les exemples suivants permettent de s'en rendre compte.

La ligne de Clisson à Cholet aboutit à deux gares construites il y a vingt-cinq ans environ avec des proportions très larges ; pour les transformer en gares de bifurcation, il a suffi de dépenses relativement peu importantes et qui ont majoré seulement de quelques milliers de francs le prix kilométrique de la ligne. Au contraire la construction de la ligne de Blois à Pont de Braye a rendu nécessaire l'agrandissement de trois gares existantes, celles de Blois et de Pont de Braye situées à ses extrémités, et celle de Vendôme qu'elle traverse sur son parcours. La gare de Blois est située sur un terrain accidenté, elle était à peine suffisante pour le service de la ligne de Paris à Bordeaux lorsque les deux lignes de Pont de Braye et de Romorantin sont venues se souder à celle-ci ; il a fallu la reconstruire en entier. A Pont de Braye, il n'y avait qu'une station sans importance de la ligne de Chateau du Loir à Saint-Calais ; pour la transformer en bifurcation, on a dû y créer de toutes pièces une gare complète. La gare de Vendôme était très vaste ; il a suffi d'y faire quelques installations complémentaires. Aussi, tandis que la part des dépenses d'agrandissement de la gare de Blois afférente à la ligne de Pont de Braye s'élève à 1.250.000 francs et que l'agrandissement de la gare de Pont de Braye a coûté 320.000 francs, la dépense

faite à Vendôme n'est que de 187.000 francs. L'ensemble de ces travaux dépasse 1.750.000 francs et grève le compte de construction de la ligne de près de 26.000 francs par kilomètre.

Il faut donc tout d'abord, quand on raisonne sur le prix de revient des lignes de chemins de fer, connaître les bases qui ont servi à leur établissement, et inversement, quand on doit établir des prévisions de dépenses, savoir s'il s'agit d'évaluer seulement les frais de construction proprement dits ou l'ensemble des charges incombant au premier établissement ; en agissant autrement, on s'expose à commettre des erreurs énormes.

465. — Causes qui influent sur les dépenses de construction. — Analysons maintenant les causes qui peuvent influer sur le prix de revient des lignes, en tenant compte seulement de la construction proprement dite.

Il y a d'abord le programme qui sert de base à leur exécution. On a souvent, dans les discussions suscitées par les concessions de chemins de fer, opposé des lignes qui avaient coûté 100.000 francs et même moins par kilomètre, à des lignes qui avaient coûté de 250.000 francs à 300.000 francs ; ces sortes de comparaisons n'ont pas plus de sens que celle que l'on pourrait faire entre les grands omnibus de Paris et les carioles décorées du même nom qui desservent de petites localités, ou bien entre les routes construites en vue d'une circulation importante et les chemins ruraux qu'on trace dans la campagne pour permettre la rentrée des récoltes. On peut avoir parfaitement raison de construire un

chemin de fer à 100.000 francs le kilomètre au lieu d'un chemin de fer à 250.000 francs ; mais c'est une question du choix de l'outil qu'on veut se procurer, et non de comparaison du prix de revient du même outil. En laissant de côté ces comparaisons sans portée réelle, le programme adopté pour l'exécution exerce néanmoins une influence très importante sur le prix de la construction.

D'abord il faut distinguer les lignes à deux voies des lignes à une voie : ici le rapport des dépenses dans l'un et l'autre cas peut être fixé d'une manière assez précise. Les dépenses d'infrastructure, pour deux voies, coûtent à peu près les quatre tiers des dépenses pour une seule voie, les dépenses de superstructure coûtent simplement le prix d'une voie en plus, soit, en moyenne, de 30.000 à 35.000 francs par kilomètre.

Le minimum adopté pour les déclivités et pour les rayons exerce une influence d'autant plus grande sur les dépenses que les conditions topographiques de la région traversée sont plus difficiles ; en pays plat, il n'y a presque aucun intérêt à augmenter les déclivités, au moins à partir de dix millimètres ; dans les terrains accidentés, une augmentation de quelques millimètres permet de réaliser des économies très importantes sur la longueur du tracé, la profondeur des tranchées, la hauteur des remblais et des viaducs, etc. Enfin en pays de montagnes, le choix des déclivités peut entraîner des différences énormes dans les dépenses de construction. Il en est de même en ce qui concerne les rayons des courbes ; nous avons fait ressortir, à propos de la construction[1], l'importance des économies aux-

1. Tome I, page 50.

quelles peut conduire, dans certains cas, leur réduction lorsqu'elle est appliquée avec discernement.

Enfin il y a la part plus ou moins grande faite à l'avenir dans les travaux exécutés, en ce qui concerne notamment la consolidation des tranchées, l'importance donnée aux installations des gares, etc. Il ne faut pas s'exagérer l'influence de ce dernier élément, sur le prix de revient kilométrique ; on doit néanmoins y regarder de très près lorsqu'il s'agit de ces sortes de dépenses, parce que, comme nous l'avons montré, on peut très facilement se faire illusion sur leur utilité. Une fois qu'un travail d'utilité publique est décidé, et que les ressources nécessaires pour le payer existent, ce qui importe surtout, ce n'est pas de dépenser un peu moins ou un peu plus, c'est d'employer utilement les fonds dont on dispose.

En dehors du programme d'exécution, un certain nombre d'éléments influent également sur les dépenses de construction.

Il y a d'abord la topographie du pays dans lequel doit être établie la ligne. Son influence est capitale, même en admettant que, comme on le fait presque toujours, les limites de déclivités et de rayons soient fixées en tenant compte du relief du terrain. Dans les Alpes, dans les Pyrénées, dans les Cévennes, des lignes, équivalentes comme importance à celles qui coûtent en pays plat de 100.000 francs à 150.000 francs, et en pays moyennement accidenté de 200 à 250.000 francs, arrivent à coûter de 400.000 francs à 500.000 francs et même davantage.

Vient ensuite l'importance des localités à desservir et du trafic sur lequel on peut compter. Elle influe non seulement sur la grandeur des gares, mais aussi sur

celle des installations nécessaires au service de la traction.

Il y a un troisième élément dont il faut tenir grand compte dans certains cas : c'est le prix d'acquisition exceptionnel des terrains aux abords des grandes villes et dans certaines régions. Il ne dépend pas seulement de la valeur effective des propriétés ; il peut être majoré dans une proportion exagérée par les décisions des jurys d'expropriation. Les terrains ont coûté plus de 100.000 francs par kilomètre sur les lignes de Givors à la Voulte et de Marseille à Aix, et 292.000 francs sur la ligne du Var à la frontière d'Italie. En Corse la partialité du jury a été telle qu'elle a failli rendre irréalisable la construction des lignes projetées.

Enfin les dépenses de construction dépendent de l'habileté et de l'esprit d'économie apportés à l'étude des tracés, à la rédaction des projets et à la conduite des travaux, c'est-à-dire du coefficient personnel des ingénieurs.

466. — Prix moyens de construction. — 1° *Lignes d'intérêt général.* — Examinons maintenant le détail du prix des dépenses de construction. Dans le cours qu'il professait à l'Ecole des Ponts et Chaussées, M. Sevène établissait comme il suit le prix des dépenses d'infrastructure, c'est-à-dire de construction de la plateforme.

DÉSIGNATION des ARTICLES	CHEMINS de DIFFICULTÉ ORDINAIRE		CHEMINS FACILES	
	A DEUX VOIES	A VOIE UNIQUE	A DEUX VOIES	A VOIE UNIQUE
	fr.	fr.	fr.	fr.
1° Frais généraux.	10.000	9.500	8.500	8.000
2° Terrains.	18.000	16.000	18.000	16.000
3° Terrassements.	60.000	48.000	40.000	30.000
4° Ouvrages d'art.	40.000	30.000	25.000	19.000
5° Clôtures	2.400	2.400	2.400	2.400
Total	130.400	105.900	93.900	75.400
Soit en nombres ronds. .	130.000	105.000	95.000	75.000

Quoique les lignes qui ont servi de base aux calculs de M. Sevène aient été construites il y a déjà longtemps, et que les conditions d'établissement des chemins de fer aient subi depuis cette époque des changements importants, ces moyennes peuvent être considérées comme étant encore exactes. Si on suit aujourd'hui de plus près le terrain dans les tracés, si on traite les ouvrages avec moins de luxe, la difficulté moyenne de construction a augmenté, parce que les vallées que l'on suit sont généralement moins larges, qu'on s'astreint davantage à se rapprocher des localités, enfin que les distances des stations entre elles sont moindres ; ce dernier élément a une importance assez grande, non seulement en raison des dépenses d'établissement de la plateforme qu'elles entraînent, mais en raison des sujétions qui résultent de l'obligation de placer les stations en palier.

Les chiffres que nous venons de donner ne s'appliquent pas aux lignes difficiles qu'on multiplie aujourd'hui dans les pays de montagne, et pour lesquelles les prix de construction varient selon les obstacles rencontrés ; il y a, comme nous l'avons dit précédemment, des lignes à voie unique qui coûtent plus de 500.000 francs par kilomètre.

M. Sevène évaluait à 70.000 francs par kilomètre les dépenses de superstructure d'une ligne à voie unique. Malgré l'augmentation du nombre des stations par rapport à la longueur, ces dépenses sont actuellement moins élevées : la diminution tient à peu près exclusivement à l'abaissement du prix du matériel de voie, car, si on construit maintenant beaucoup plus simplement, on applique en général des types de voie et d'appareils plus robustes et on apporte aux dispositions des stations, notamment en ce qui concerne les voies accessoires, des améliorations qui sont très avantageuses pour l'exploitation, mais qui entraînent une certaine dépense. On peut aujourd'hui évaluer les dépenses de superstructure entre 50.000 francs et 60.000 francs en moyenne, non compris les gares exceptionnelles.

Pour les lignes à deux voies il faut, comme nous l'avons dit plus haut, ajouter le prix d'une voie, soit par kilomètre de 30.000 à 35.000 francs.

Le prix des lignes d'intérêt général ordinaires peut donc s'évaluer comme il suit :

	LIGNES de DIFFICULTÉ ORDINAIRE		LIGNES FACILES	
	A DEUX VOIES	A VOIE UNIQUE	A DEUX VOIES	A VOIE UNIQUE
	fr.	fr.	fr.	fr.
Infrastructure.	130.000	105.000	95.000	75.000
Superstructure.	90.000	55.000	80.000	50.000
Total.	220.000	160.000	175.000	125.000

Ces chiffres sont, bien entendu, des moyennes, au-dessous desquelles on peut descendre dans beaucoup de cas, surtout lorsqu'il s'agit de lignes de très faible importance sur lesquelles les installations des gares peuvent être réduites au minimum. Toutefois il est prudent de n'admettre les évaluations inférieures qu'avec beaucoup de circonspection et après s'être assuré que les économies prévues ne sont pas réalisables seulement sur le papier.

2° *Lignes d'intérêt local.* — Les lignes d'intérêt local sont le plus souvent tracées de manière à éviter les obstacles dont la traversée est coûteuse, tels que les cours d'eau de quelque importance, et à épouser à peu près exactement le relief du terrain; elles sont construites en vue d'un faible trafic et d'une vitesse réduite. Leur prix d'établissement, lorsqu'elles sont à voie normale, peut s'abaisser de manière à ne pas dépasser de 70.000 francs à 100.000 francs par kilomètre, soit de 40.000 francs à 60.000 francs pour la plateforme et de 30.000 francs à 45.000 francs pour la superstructure. On adopte aujourd'hui, pour certaines lignes d'intérêt général très peu importantes, un

programme d'exécution qui se rapproche de celui qui est admis pour les lignes d'intérêt local, et qui permet de les établir dans des conditions de prix peu différentes de celles que nous venons d'indiquer pour ces dernières.

L'économie qui résulte de l'emploi de la voie étroite provient surtout de la flexibilité du tracé qu'elle permet d'obtenir ; elle dépend donc des facilités qu'elle donne pour suivre le relief du terrain, et par conséquent des conditions topographiques ; elle est à peu près insignifiante en pays plat, et peut devenir très importante en pays de montagne.

3° *Tramways.* — Pour les tramways la dépense de l'infrastructure est réduite au minimum par la facilité d'emprunter le sol des routes et d'éviter ainsi, avec une partie des acquisitions de terrains et des terrassements, la construction de presque tous les ouvrages d'art ; la superstructure est également très peu coûteuse, parce qu'on emploie une voie très légère et que les installations des stations sont tout à fait rudimentaires ou même supprimées. On peut, d'après les exemples existants, évaluer le prix du kilomètre entre 30.000 francs et 40.000 francs, soit de 15.000 à 20.000 francs pour l'infrastructure et autant pour la superstructure.

§ 2. — VALEUR DU MATÉRIEL ROULANT NÉCESSAIRE A L'EXPLOITATION.

467. — Ligne à voie normale. — La valeur du matériel roulant nécessaire à l'exploitation d'un réseau représente en moyenne de 60 à 70 francs par kilomètre et par 1.000 unités de trafic rapportées à la distance

entière, en prenant pour unité de trafic un voyageur ou une tonne de marchandises ; mais elle ne peut descendre au-dessous du minimum qui correspond au service le plus réduit. En admettant, comme on le fait généralement, que le nombre des trains est de trois par jour, que chaque train comprend seulement trois voitures et que le nombre de wagons et de fourgons est le double du nombre des voitures, on obtient un parcours moyen annuel de 2290 kilomètres pour les machines, de 6570 kilomètres pour les voitures et de 13150 kilomètres pour les wagons et fourgons ; ces chiffres correspondent à environ une machine pour 15 kilomètres, une voiture pour 6 kilomètres et un wagon ou fourgon pour 3 kilomètres de ligne. La dépense correspondante est d'environ 8000 francs ; il est prudent, dans les évaluations, de la porter à 10.000 francs, car les bases qui ont servi au calcul que nous venons de donner sont excessivement réduites, et les prix du matériel roulant sont assez variables. On peut réduire la dépense en employant du matériel plus léger, et par suite moins coûteux, et notamment des machines moins fortes ; mais l'économie n'existe que si ce matériel peut être réparti sur une longueur suffisante pour supprimer les inconvénients de la spécialisation. Pour les lignes isolées, dont le matériel propre doit suffire à tous les besoins, le nombre des machines, des voitures et des wagons à compter par kilomètre doit être majoré dans une proportion d'autant plus forte que la longueur de la ligne est moindre ; il faut, avec un matériel spécialisé, un minimum de trois machines attachées à chaque dépôt, car, si une seule suffit pour faire le service, il en faut une seconde toujours prête à remplacer celle-ci en cas d'avarie, et une troisième est nécessaire

pour remplacer les deux premières, chaque fois qu'une réparation oblige l'une d'elles à rentrer à l'atelier ; la longueur de la ligne doit donc être d'au moins 45 kilomètres pour que la proportion d'une machine par 15 kilomètres ne soit pas dépassée ; mais, lorsqu'on se rapproche de cette longueur, le service est à peu près impossible en navette, si on ne renonce pas à le faire économiquement c'est-à-dire à faible vitesse et sans trains de nuit ; il faut alors au moins une machine de plus. Pour les voitures on doit majorer la composition normale du matériel nécessaire pour les jours de fêtes et de foires, du déficit résultant des réparations à faire, etc. ; enfin pour les wagons, on peut être amené à dépasser le chiffre normal dans une proportion beaucoup plus forte, si le trafic n'est pas régulier.

468. — **Lignes à voie étroite**. — Pour les lignes à voie étroite, les évaluations de quantités qui précèdent subsistent, mais la valeur du matériel est moindre ; on ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité en admettant une diminution d'un tiers sur les prix du matériel ; mais, pour ces lignes, les inconvénients de la spécialisation existent toujours plus ou moins, et il en résulte une augmentation de la quantité de véhicules nécessaire. Pour les tramways et pour les lignes qui peuvent leur être assimilées, on peut se contenter d'un matériel moins robuste et moins confortable, parce que les vitesses sont faibles, et qu'en raison de la brièveté des parcours le public est peu exigeant ; la dépense du matériel roulant peut alors, malgré sa spécialisation, descendre jusqu'à 6500 francs par kilomètre.

CHAPITRE XXII

DÉPENSES D'EXPLOITATION

DES

CHEMINS DE FER

469. — Influence du mode d'établissement des comptes. — Pour les dépenses d'exploitation, comme pour les dépenses de construction, les chiffres n'ont aucune signification précise si on ne sait pas d'après quelles bases ils ont été établis. Il n'y a guère de doute au sujet des éléments à faire entrer dans le compte d'exploitation ; on y comprend les dépenses de toute nature qui n'ont pas pour effet d'augmenter le capital de premier établissement, à l'exception des services d'intérêt et d'amortissement de ce capital. Mais si, au lieu de considérer l'ensemble d'un réseau, on considère séparément chaque ligne, il faut tenir compte du mode de ventilation adopté pour les dépenses *à répartir*, c'est-à-dire pour celles dont les comptes sont tenus en bloc pour tout le réseau ou par groupes de lignes. Les dépenses à répartir comprennent non seulement les frais généraux de toute nature, mais les dépenses relatives à l'entretien du matériel roulant, à la traction, à la conduite des trains, à l'entretien et à l'exploitation des gares de bifurcation ; elles forment une fraction importante, souvent même la plus importante de la dépense totale ; or les bases de la répartition ne

sont jamais rigoureusement exactes et elles sont souvent arbitraires ; ainsi on peut répartir les frais généraux proportionnellement au trafic, à l'ensemble des dépenses, ou à la longueur kilométrique ; on peut répartir les frais de traction et de conduite des trains proportionnellement au nombre de kilomètres parcourus par les trains, ou au trafic ; on peut répartir les dépenses des gares de bifurcation proportionnellement au trafic local ou au trafic général des branches qui y aboutissent, au nombre de trains, au nombre de véhicules, ou tout simplement par portions égales entre ces diverses branches. Rien n'est plus facile, sur un réseau où existent à la fois des lignes importantes et des lignes à faible trafic, que de grever ou de dégrever ces dernières dans une forte proportion ; il suffit pour cela de choisir convenablement les bases de répartition. Aussi est-il nécessaire, pour les dépenses d'exploitation comme pour les dépenses de construction, de rechercher de quelle manière les comptes ont été établis avant d'en tirer des conclusions. D'un autre côté, à moins qu'il ne s'agisse d'un réseau tout entier ou d'un groupe important de lignes, on ne peut pas se rendre un compte exact du prix de revient de l'exploitation d'après les résultats d'une seule année, car les grosses réparations de la voie et du matériel roulant peuvent, à certaines époques, majorer les dépenses annuelles dans une proportion énorme.

470. — Formules usuelles. — Le chiffre des dépenses d'exploitation ne signifie rien en lui-même ; pour pouvoir en tirer une conclusion, il faut le comparer à l'importance du trafic. Cette comparaison se fait le plus souvent en prenant pour base le montant des

recettes et on appelle *coefficient d'exploitation* d'une ligne ou d'un réseau le rapport des dépenses aux recettes.

Au point de vue purement industriel, il est logique, dans l'appréciation des bénéfices, de tenir compte de ce que les commerçants appellent *le chiffre d'affaires*, et de traduire en argent l'importance du trafic ; mais le prix de revient réel est indépendant des tarifs appliqués, et ne saurait, par suite, être proportionnel à la recette. La seule véritable mesure du prix de revient de l'exploitation c'est le prix de transport de l'unité de trafic à un kilomètre. Il y a deux sortes d'unités de trafic, selon que l'on considère le trafic des voyageurs ou le trafic des marchandises ; mais on admet généralement, et cela paraît peu éloigné de la vérité, que le transport d'un voyageur équivaut, comme dépense, au prix du transport d'une tonne de marchandises en petite vitesse. On assimile en outre les accessoires de la grande et de la petite vitesse aux unités de trafic, en comptant les recettes correspondantes pour autant de fois un voyageur ou une tonne que ces recettes contiennent de fois le tarif moyen perçu soit par voyageur soit par tonne de marchandises.

Si on appelle :

D la dépense totale d'exploitation.

R la recette totale.

L la longueur de la ligne ou du réseau considéré.

N le nombre d'unités de trafic transportées.

l le parcours moyen de ces unités.

t le tarif moyen (par kilomètre).

d_k la dépense kilométrique d'exploitation soit $\frac{D}{L}$.

n_k le nombre d'unités de trafic rapporté à la longueur entière de la ligne, soit $\frac{Nl}{L}$.

p_k le prix de revient du transport de l'unité de trafic à un kilomètre.

r_k la recette moyenne par kilomètre, soit $\frac{R}{L}$.

C le coefficient d'exploitation.

On aura :

$$\text{ou } p_k = \frac{d_k}{n_k} \quad N.l.p_k = D = d_k L.$$

$$C = \frac{D}{R} = \frac{d_k}{r_k}.$$

et comme : $r_k = n_k t$

$$C = \frac{d_k}{n_k t}.$$

ou $C = \frac{p_k}{t}$ soit $p_k = C.t.$

Le prix de revient de l'unité de trafic est donc égal à la dépense kilométrique divisée par le nombre d'unités de trafic rapportées à la longueur de la ligne. Il est égal au coefficient d'exploitation multiplié par le tarif moyen perçu.

Ces formules sont utiles pour permettre de transformer les résultats de l'exploitation et les rendre comparables.

471. — Causes qui font varier les dépenses d'exploitation. — *Importance du trafic.* — Les dépenses kilométriques d'exploitation varient avec l'importance du trafic. La loi de cette variation n'est pas constante ; nous verrons plus loin qu'elle dépend d'un certain nombre d'éléments, notamment des déclivités ; elle se

modifie en outre avec les progrès apportés aux méthodes d'exploitation.

En étudiant les résultats de l'exploitation de l'année 1883 sur les sept grands réseaux Français, M. Ricour a trouvé que les dépenses par kilomètre des diverses lignes pouvaient s'exprimer d'une manière très approchée par l'expression

$$p_k = \frac{6.125^f}{n_k} + 0{,}0215$$

$$\text{soit } d_k = 6125^f + 0{,}0215\, n_k.$$

M. Noblemaire a donné des formules presque identiques :

$$p^k = \frac{6.000^f}{n_k} + 0{,}022.$$

$$\text{ou } d_k = 6000^f + 0{,}022 n_k.$$

Si on veut, comme on le fait le plus souvent, rapporter ces formules à la recette, il faut multiplier n_k par le tarif moyen appliqué. En opérant de cette façon, MM. Ricour et Noblemaire ont trouvé :

$$\text{le premier : } d_k = 6125^f + 0{,}39\, r_k.$$

$$\text{et le second : } d_k = 6000^f + 0{,}40\, r_k.$$

ce qui correspond à un tarif moyen de 0 fr. 055.

M. Alfred Picard est arrivé de son côté à la formule :

$$d_k = 4500^f + 0{,}40\, r_k$$

c'est-à-dire à 1.500 francs de moins par kilomètre ; mais il reconnaît qu'elle donne des chiffres un peu trop faibles pour les lignes qui ne sont pas très productives.

Les résultats auxquels se rapportent ces formules sont antérieurs à la crise qui a sévi sur les chemins de fer depuis 1883, et qui a amené des réformes sérieuses dans l'exploitation des lignes à faible trafic. Ces réformes ont eu pour conséquences des économies importantes ; les résultats de l'année 1891 peuvent être représentés assez exactement par la formule :

$$d_k = 4000^f + 0{,}022\, n_k.$$

Si on rapproche cette formule de celle de M. Noblemaire, on voit qu'elle en diffère seulement par la valeur du terme constant qui est réduit d'un tiers ; c'est en effet sur les dépenses indépendantes de l'importance de trafic qu'ont porté surtout les réformes réalisées. Sur les autres dépenses, il a été également réalisé des économies, mais elles sont compensées à peu près entièrement par les dépenses supplémentaires qu'ont entraînées l'accroissement de la vitesse des trains, l'augmentation du poids mort du matériel à voyageurs, le développement des appareils de sécurité, la multiplication des gares de bifurcation et par suite des opérations de triage, etc.

On peut obtenir le prix de revient kilométrique de 1891 rapporté à la recette en remplaçant dans la formule précédente n_k par $\frac{r_k}{t}$. Le tarif moyen appliqué pendant cette année peut être évalué à 0 fr. 0495 ; on a donc :

$$p_k = 4000^f + 0{,}45r.$$

La comparaison de cette formule avec la formule correspondante de M. Noblemaire montre à quelles erreurs on s'expose en prenant pour terme de comparaison avec les dépenses les recettes au lieu des unités de trafic. En effet, en tenant compte seulement des premières on trouverait que la dépense d'exploitation a augmenté sur les lignes qui font plus de 40.000 francs de recette par kilomètre, tandis qu'à égalité de trafic elle a baissé. La différence des résultats auxquels conduit la comparaison, selon qu'on prend pour base les unités de trafic ou les recettes, provient de la

diminution de la taxe moyenne qui s'est abaissée de 0 fr. 055 à 0 fr. 0495[1].

Les chiffres que nous venons de donner se rapportent aux lignes d'intérêt général ; pour les lignes d'intérêt local et notamment pour les tramways dont l'exploitation est très simplifiée, les dépenses kilométriques sont beaucoup moindres. En étudiant les résultats de l'année 1883 pour les lignes d'intérêt local, M. R. Tavernier a trouvé la formule :

$$d_k = 1989^f + 0{,}0374 n_k.$$

On a réussi depuis 1883 à diminuer encore le chiffre des dépenses, puisque, sur les lignes exploitées d'après le type des lignes de la Sarthe, on arrive à réduire les dépenses d'exploitation à moins de 2.500 francs par kilomètre avec un trafic qui n'est pas négligeable. Néanmoins on ne peut compter, sur les lignes de cette nature, abaisser le prix de l'unité de trafic au-dessous de 0 fr. 03 à 0 fr. 04.

Mode d'exploitation. — Autrefois, sur les grands réseaux, il n'y avait qu'une seule formule d'exploitation. Cette formule était naturellement appropriée aux besoins des lignes importantes et était, par suite, onéreuse pour les autres. Aujourd'hui on a renoncé à la formule unique : la suppression des facteurs dans les petites stations, l'emploi des femmes comme chefs

1. On trouverait des anomalies plus fortes en comparant les années 1892 et 1893 avec celles qui ont précédé la réforme des tarifs de la grande vitesse, car l'augmentation des dépenses d'exploitation qu'a entraînée cette réforme a été loin d'être proportionnelle à l'augmentation de trafic. Nous avons arrêté à 1891 l'étude sommaire que nous avons faite, parce que les résultats de 1892 se rapportent à une année de transformation, et que ceux de 1893 ne sont pas encore publiés.

de halte et même comme chefs de station, la substitution de trains légers aux trains ordinaires, la suppression du gardiennage des passages à niveau peu fréquentés, la suppression des clôtures, la simplification de certaines parties des règlements tendent à se généraliser sur les lignes à faible trafic des grands réseaux ; c'est surtout à l'adoption de ces mesures qu'il faut attribuer les économies réalisées depuis dix ans sur les lignes peu importantes. Il existe toutefois encore une tendance à spécialiser le mode d'exploitation et à séparer les lignes en deux catégories : les lignes à grand trafic et les lignes à faible trafic. C'est, à notre avis, une erreur. Entre les lignes les plus importantes et celles qui font la plus petite recette, il existe une série ininterrompue de lignes d'importance intermédiaire ; la plupart des mesures que nous venons d'énumérer ne sont pas d'ailleurs d'une nature telle qu'elles exigent pour être réalisées, la limitation du nombre des trains ou une réglementation spéciale. En classant les lignes en deux catégories distinctes, auxquelles correspondent des systèmes d'exploitation différents, on renonce pour certaines d'entre elles à des économies que leur importance n'exclut pas, et on rend très difficiles les améliorations de service que comporte l'extension du trafic, lorsqu'il approche de la limite qui sépare les deux catégories.

Ce que nous venons de dire ne concerne pas les tramways, ni les chemins de fer d'intérêt local construits en vue d'un trafic restreint et qui ne sont pas rattachés à de grands réseaux. L'exploitation des uns et des autres comporte des simplifications qui résultent surtout de la brièveté du parcours et de la diminution des exigences du public.

Déclivités. — Nous avons montré précédemment[1] l'influence des déclivités sur la charge des trains ; elles ont naturellement pour conséquence d'augmenter d'autant plus les frais d'exploitation qu'elles sont elles-mêmes plus fortes. Toutefois cette augmentation est loin d'être aussi importante qu'il semblerait au premier abord ; elle dépend d'un grand nombre d'éléments qu'on néglige trop souvent dans les calculs de prévisions auxquels elle donne lieu. Comme cette question a une grande importance au point de vue des tracés, nous la traiterons avec quelque développement.

Si on ne tient pas compte de l'usure des rails et des bandages sous l'action des freins, qui ne représente aujourd'hui, grâce à l'emploi de l'acier, qu'une dépense kilométrique annuelle très faible, les déclivités n'influent que sur les dépenses relatives à la traction et au personnel des chefs de trains et conducteurs. Or celles-ci ne représentent pas plus du quart des frais d'exploitation des lignes à faible déclivité ; en admettant qu'elles croissent en raison inverse de la charge des trains, et en prenant pour cette charge les chiffres que nous avons donnés à la page 27 du tome I, on trouve que, à trafic égal, les dépenses d'exploitation d'une ligne à rampes maximum de 5 millimètres devraient, pour des déclivités plus fortes, être majorées de :

20	pour 100 pour un maximum de	10	millimètres
30	—	15	—
50	—	20	—
80	—	25	—
130	—	30	—

1. Voir tome I, page 24.

Les chiffres que nous venons de donner, quoique très inférieurs à ceux qui ont été souvent employés pour comparer les différents profils, sont encore dans la plupart des cas fort au-dessus de la réalité. Nous avons en effet admis que tous les trains sont des trains de marchandises à pleine charge remorqués par des machines de même force, et que la consommation de charbon est la même dans tous les cas ; or ni l'une ni l'autre de ces hypothèses n'est entièrement exacte. On ne fait pas moins de 6 trains par jour sur une ligne ; tant que la charge de ces trains n'atteint pas sa limite, leur nombre peut rester constant. C'est le cas d'un grand nombre de lignes à faibles trafic. Même sur les lignes où le trafic est assez important pour motiver une augmentation du nombre des trains de voyageurs, ceux-ci ne circulent généralement pas à pleine charge lorsque le profil est facile ; la limite de leur charge dépend d'ailleurs non seulement des déclivités, mais de la vitesse, et on l'augmente en effet en diminuant celle-ci pendant les montées. Pour les trains de marchandises, on emploie sur les lignes à fortes rampes des machines à 4 essieux couplés qui remorquent, sans augmentation des frais de personnel, des charges plus fortes que les machines ordinaires.

L'augmentation de la consommation de charbon due aux rampes est indépendante des déclivités ; elle ne dépend que de la hauteur franchie, puisqu'elle est sensiblement proportionnelle au travail dû à la gravité ; il faut tenir compte non seulement du travail absorbé à la montée, mais aussi de celui qui est restitué à la descente. Si celui-ci était restitué en entier il y aurait compensation, car la différence du tonnage brut qui circule dans les deux sens est généralement

négligeable ; cette compensation se produit en effet lorsque les pentes sont faibles ou lorsqu'elles ont peu de longueur, de telle façon qu'on puisse laisser descendre les trains sous l'influence de la gravité sans faire usage des freins ou de la contre-vapeur. On peut abandonner à eux-mêmes, sans que leur vitesse normale soit sensiblement dépassée, les trains de voyageurs sur les pentes qui ne dépassent pas 8 millimètres, et les trains de marchandises, sur les pentes qui ne dépassent pas 5 millimètres. Lorsqu'on est obligé de faire usage de la contre-vapeur ou des freins, une partie du travail dû à la gravité est perdue à la descente ; mais on utilise toujours celle qui correspond aux pentes que nous venons d'indiquer pour entretenir la vitesse normale du train. Par conséquent, si on néglige la différence de rendement, d'ailleurs peu importante, qui correspond aux variations de la détente, l'augmentation de la dépense de charbon due aux déclivités correspond seulement à une inclinaison virtuelle égale à l'inclinaison réelle diminuée de 8 millimètres pour les trains de voyageurs et de 5 millimètres pour les trains de marchandises ; encore faut-il tenir compte du travail supplémentaire qui peut être utilisé à la descente sous forme d'accélération pour restituer sa vitesse au train, s'il a ralenti avant d'aborder la pente, ou pour lui donner de l'élan ; on peut utiliser ainsi en sus de la pente qui correspond au maintien du mouvement du train une différence de niveau de 8 mètres pour les trains de voyageurs et de 5 mètres pour les trains de marchandises.

L'analyse que nous venons de faire[1] montre combien

1. Nous avons puisé les éléments de cette discussion et de celle qui suit

la dépense supplémentaire de frais d'exploitation peut varier sur des lignes de même déclivité, non seulement avec le trafic, mais avec le profil en long. Lorsque les rampes sont courtes, coupées de paliers suffisants et disposées alternativement dans les deux sens, comme cela arrive sur les lignes qui traversent des pays moyennement accidentés et réunissent des points placés à des altitudes peu différentes, elles peuvent n'avoir qu'une influence presque négligeable sur l'ensemble des dépenses d'exploitation, surtout si le nombre des trains est peu considérable. Sur les lignes de montagne, qui relient des points placés à des altitudes très différentes, ou sur celles qui franchissent des points élevés au moyen de rampes de grandes longueurs, la traction est d'autant plus coûteuse que les déclivités sont plus fortes ; néanmoins, grâce à l'emploi de machines puissantes et à la réduction des vitesses, la dépense est loin d'atteindre les chiffres qui résulteraient de la seule considération des charges maximum des trains.

Tracé en plan. — Le tracé en plan n'a d'influence sur les dépenses d'exploitation qu'en raison de l'usure des rails et des bandages et du supplément de résistance et de la limitation des vitesses qu'entraînent les courbes de petits rayons. Sauf dans le cas où le trafic est très important et où les rayons inférieurs à 300 mètres sont très nombreux, l'augmentation kilométrique de dépense due aux courbes est insignifiante.

Arrêts. — On ne tient généralement pas compte des arrêts des trains dans les dépenses d'exploitation ;

au sujet des arrêts de trains dans un travail encore inédit de M. Desdouits, Ingénieur-en-chef-adjoint de la traction aux chemins de fer de l'Etat.

ils ne sont pourtant pas négligeables. Tout arrêt produit une perte de force vive qu'il faut récupérer pour restituer au train sa vitesse normale ; le travail ainsi perdu équivaut à la montée d'une rampe de 10 millimètres sur une longueur de 500 mètres environ pour les trains de marchandises, et sur une longueur de 1500 à 2000 mètres pour les trains de voyageurs [1]. L'économie que réalise le mécanicien en fermant le régulateur de sa machine un peu avant l'arrêt compense une partie de cette perte. On peut admettre en nombre rond que tout arrêt en palier équivaut, comme dépense de travail et par suite de charbon, au parcours d'un kilomètre en palier. Si on se reporte à ce que nous avons dit précédemment au sujet des déclivités, il est facile de reconnaître que la dépense correspondant aux arrêts peut, surtout sur les lignes à faible trafic, dépasser de beaucoup celle qui correspond aux déclivités.

Causes diverses. — Le prix du charbon représente une partie des dépenses d'exploitation d'autant plus importante que le trafic est plus intense. Les variations peuvent atteindre et dépasser 50 pour cent d'un réseau à l'autre, selon l'éloignement des centres miniers.

Les parcours moyens des voyageurs et des marchandises influent également sur les prix de l'exploitation, car, comme nous l'avons indiqué précédemment, le prix de transport décroît, au moins jusqu'à une certaine limite, à mesure que la distance augmente.

Enfin la nature et le sens du trafic sont encore des causes de variation du prix de revient des transports.

1. Voir tome I, page 304.

Les marchandises qui se chargent et s'expédient par wagons complets entraînent des frais de gares moindres et une meilleure utilisation du poids mort que les marchandises de détail. Le sens du trafic n'exerce d'influence que sur la dépense des trains et sur l'utilisation du matériel ; il a une importance réelle sur les lignes de montagnes, lorsque la plus forte partie du trafic circule seulement à la montée.

472. — Répartition des dépenses d'exploitation. — En moyenne, les dépenses d'exploitation se répartissent à raison de 30 pour cent pour le service des gares et trains, 30 pour cent pour le service de la traction, 20 à 25 pour cent pour l'entretien et la surveillance de la voie et des bâtiments, et de 10 à 20 pour cent pour les dépenses diverses, frais généraux, etc. Ces chiffres ne sont que des moyennes d'autant moins rigoureuses que la répartition des attributions entre les différents services n'est pas la même sur tous les réseaux. C'est pour le service de la voie que les variations sont les plus fortes, d'une ligne ou d'une année à l'autre, à cause des renouvellements de matériel et de ballast qui entraînent une dépense exceptionnelle. La dépense rapportée au kilomètre de train varie de 2 francs à 3 francs. Le prix de la tonne brute de train (poids mort compris) est de 0 fr. 012 à 0 fr. 016.

CHAPITRE XXIII

RÉGIME DES CONCESSIONS DE CHEMINS DE FER

§ 1. — BASE DES CONTRATS DE CONCESSIONS.

473. — Régime financier. — A moins qu'il ne s'agisse de lignes très productives, qui ne sont plus à établir dans aucun pays de l'Europe depuis bien longtemps, ou de lignes industrielles de faible longueur, l'exploitation des chemins de fer ne donne pas de produits suffisants pour rémunérer directement le capital de construction. L'exemple des deux pays exceptionnellement riches où les chemins de fer ont été abandonnés à l'industrie privée, le démontre d'une manière péremptoire. En Angleterre, le capital-actions, qui forme les trois quarts du capital consacré à l'établissement des chemins de fer, n'a reçu en 1888 qu'une rémunération moyenne de 4 pour cent et plus de 1.250 millions n'ont reçu aucun dividende. En Amérique, l'intérêt moyen du capital-actions n'atteint pas actuellement 1,70 pour cent, et la rémunération du capital total (actions et obligations) ne dépasse pas 3 pour cent. Les faillites de Compagnies sont incessantes. De 1871 à 1892, c'est-à-dire en 17 ans, 526 réseaux de chemins de fer, représentant 3122 millions de dollars (15 milliards 610 millions) de capital, ont été vendus par

autorité de justice. Le réseau de l'Atlantic and Pacific Company, (528 kilomètres) qui avait coûté 183 millions de francs a été vendu deux millions et demi. Dans l'année 1892 seule, 36 lignes, ayant ensemble une longueur de 16.907 kilomètres et représentant un capital de 357 millions de dollars (1788 millions de francs), ont été mises en liquidation en dehors des ventes par autorité de justice faites dans la même année ; les désastres de l'année 1893 ont été encore plus graves. Si donc on veut, comme on l'a fait de tout temps en France, soustraire les chemins de fer concédés à l'influence d'une spéculation basée surtout sur *l'exploitation des actionnaires*, il faut que l'Etat, ou le département s'il s'agit de lignes d'intérêt local, supporte une partie des charges de la construction et même de l'exploitation, au moins jusqu'à ce que le trafic ait pu se développer de manière à donner un produit rémunérateur. En laissant de côté certains moyens qui ne sont pas en rapport avec nos mœurs publiques en France, comme la souscription par l'Etat d'actions ou d'obligations, ce concours est donné sous la forme soit de subventions en travaux ou en argent, soit de garantie de revenu. Les avantages et les inconvénients de l'un ou de l'autre système dépendent des conditions dans lesquelles ils sont appliqués, de la valeur des lignes, enfin de la solvabilité des concessionnaires ; c'est donc par l'application qui en a été faite qu'il convient de les étudier, et cet examen rentrera dans celui du régime des diverses concessions.

494. — Régime technique et commercial. — Le régime des concessions comporte, outre la partie financière, une partie technique et commerciale. Du

moment, en effet, que l'Etat concède le monopole d'un service public rétribué, il doit s'assurer que ce service est fait dans des conditions satisfaisantes et que la rémunération exigée du public n'est pas exagérée. La construction, l'exploitation, la perception des taxes et l'exécution des transports font l'objet de prescriptions détaillées des cahiers des charges. Les obligations imposées aux concessionnaires au sujet de la construction comprennent les règles à observer pour la rédaction des projets et l'exécution des travaux, en ce qui concerne non seulement le chemin de fer lui-même, mais les voies publiques et les cours d'eau rencontrés et les propriétés particulières traversées par la ligne. Les obligations relatives à l'exploitation concernent l'entretien des voies et du matériel, les dispositions des voitures et wagons, l'approbation par l'Administration des règlements de service et d'exploitation, enfin le contrôle de l'Etat. Les obligations relatives à la perception des taxes et à l'exécution des transports comprennent la fixation des tarifs maximum de grande et de petite vitesse, différentes conditions d'application de ces tarifs, l'interdiction des taxes et des tours de faveur, la fixation des délais de transport et les prescriptions relatives au factage et au camionnage. Les cahiers des charges renferment, en outre, des stipulations spéciales relatives au transport des militaires, des lettres et dépêches et des prisonniers, à la pose des lignes télégraphiques et à l'établissement d'embranchements particuliers.

485. — Expiration des concessions. — Rachat. — En Angleterre, les concessions de chemins de fer sont accordées à perpétuité ; il en est généralement de même

aux Etats-Unis. En France, la durée des concessions est limitée ; elle a été fixée à 99 ans pour la plupart des Compagnies d'intérêt général et notamment pour les six grandes Compagnies : elle prendra fin, pour celles-ci, entre 1950 et 1960. Pour les chemins de fer d'intérêt local elle varie de 30 à 99 ans. A l'expiration de la concession, l'Etat ou, s'il s'agit d'un chemin de fer d'intérêt local, le département, doit, non seulement reprendre les droits dont il s'est dessaisi temporairement en faveur du concessionnaire, mais entrer en possession des lignes elles-mêmes, quels que soient les capitaux qui aient servi à la construction.

L'Etat ou le département n'est pas lié en France pour toute la durée de la concession ; on a prévu le cas où l'intérêt public exigerait qu'il reprit possession des chemins de fer qu'elle comprend, soit pour les concéder à nouveau avec des conditions différentes, soit pour en assurer lui-même l'exploitation, et les cahiers des charges lui réservent la faculté de racheter la concession à des conditions déterminées. Toutefois, le rachat n'était exigible d'après les cahiers des charges des grandes Compagnies qu'après l'expiration d'un certain délai jugé nécessaire pour permettre à l'entreprise d'arriver à un régime normal d'exploitation ; ce délai, fixé à quinze ans, est depuis longtemps expiré.

476. — Droits de l'Etat sur les chemins de fer concédés. — En concédant la construction et l'exploitation des chemins de fer, l'Etat se substitue un particulier pour l'exécution d'un service public, mais il n'est pas déchargé de la responsabilité qui lui incombe au point de vue de l'intérêt général. Il est donc tenu

d'obliger les concessionnaires, non seulement à construire et à exploiter, mais aussi à procurer au public tous les avantages que celui-ci doit normalement retirer de l'existence de ces voies de communication. Dès l'origine, les traités de concession ont renfermé, en France, des stipulations relatives au contrôle et à la surveillance de l'Etat et lui ont réservé le droit de retirer la concession en cas d'inobservation du contrat ; ces clauses sont inscrites dans le cahier des charges de la concession du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, accordée en 1826 à Seguin. La déchéance est une mesure extrême à laquelle on ne peut recourir que dans des cas exceptionnels, par exemple lorsque le concessionnaire se refuse à exécuter, en tout ou en partie, les lignes qui lui sont concédées, lorsque la sécurité de l'exploitation périclite entre ses mains ou qu'il n'est manifestement plus en état de remplir les obligations résultant de son traité ; mais elle ne peut être une sanction pratique de l'exécution des conditions secondaires du cahier des charges. Or, une partie de ces conditions concernent des intérêts d'ordre public, tels que la conservation des routes, chemins et cours d'eau rencontrés par les chemins de fer, la sécurité de la circulation, la perception des taxes, etc. ; elles ne peuvent être assimilées aux stipulations de contrats entre particuliers, qui sont soumises à l'interprétation des tribunaux et dont l'exécution n'a presque toujours pour sanction, en cas de différend entre les parties, que des dommages-intérêts. L'Etat doit intervenir directement pour obliger le concessionnaireà exécuter, non seulement les règlements de police applicables à l'ensemble des chemins de fer, mais les conditions de son cahier des charges qui touchent à l'intérêt public.

Ce droit est consacré nettement par la *loi du 15 juillet 1845 sur la police des chemins de fer* et par l'*Ordonnance du 15 novembre 1846 sur la police, la sûreté et l'exploitation des chemins de fer*; il avait été contesté devant les Chambres, dans la discussion à laquelle a donné lieu la loi de 1845, mais le gouvernement a défendu et fait prévaloir le principe du contrôle et de l'autorité de l'Etat.

Les règles posées en France, dès 1845, avec une perspicacité qu'on ne saurait trop faire ressortir, sont aujourd'hui admises même en Angleterre et aux Etats-Unis où les chemins de fer ont été considérés pendant longtemps comme des entreprises purement industrielles. En Angleterre, le *Boad of Trade* (Ministère du Commerce) est chargé de veiller à la police et à la sécurité de l'exploitation. Ces attributions ont été pendant longtemps la seule forme du contrôle exercé sur les Compagnies; mais en 1873 le Parlement a institué une *commission des chemins de fer* investie d'attributions à la fois judiciaires et administratives. et qui est chargée d'exercer une surveillance sur l'exploitation commerciale ; en 1888 il est intervenu directement dans l'établissement des tarifs ainsi que nous l'avons indiqué précédemment[1]. Cette intervention était d'ailleurs prévue en termes exprès par les lois de concession, qui réservent au Parlement le droit de modifier ultérieurement les conditions imposées aux concessionnaires par des actes d'un caractère général, et, en particulier, de réviser les tarifs maximum.

Aux Etats-Unis, la liberté absolue de l'exploitation des chemins de fer a entraîné des abus si graves, notamment au point de vue de la sécurité et au point de

1. Voir ci-dessus, page 463.

vue des tarifs, qu'un certain nombre d'Etats ont cru devoir la réglementer et que le gouvernement fédéral lui-même a fini par s'en attribuer le contrôle. *L'Interstate commerce Law* (loi sur le commerce entre les Etats) en date du 4 février 1887, a édicté, au point de vue commercial, des prescriptions d'ordre public applicables à toute la Confédération (interdiction des tarifs de faveur, publicité des tarifs spéciaux, application de la règle connue en France sous le nom de clause des stations non dénommées, interdiction des coalitions entre les Compagnies pour le partage du trafic, etc.). Le soin de veiller à l'exécution de cette loi a été confié à une commission de cinq membres, nommés par le Président de la confédération, et dont le pouvoir embrasse tout le territoire des Etats-Unis (*Interstate commerce commission*). Contrairement à ce qui a eu lieu en Angleterre, la réglementation commerciale a précédé la réglementation technique. Cette dernière s'est imposée également et la loi du 2 mars 1893, qui rend obligatoire l'emploi des freins continus et des attelages automatiques sur tous les chemins de fer de la confédération, a établi le principe de l'intervention du gouvernement fédéral au point de vue de la sécurité.

Indépendamment du contrôle afférent à l'exécution du service public dont sont chargés les concessionnaires des chemins de fer, l'Etat doit exercer, en France, une surveillance sur leur gestion financière, en raison de la nature spéciale des contrats qui le lient avec eux. Nous verrons en effet plus loin que, pour tous les réseaux d'intérêt général et pour la plupart des réseaux d'intérêt local, son concours à la construction des lignes a été donné sous forme de garantie d'intérêt, et

que, pour une partie d'entre eux, le remboursement des avances faites sous cette forme est loin d'être certain. Dans ces conditions, c'est l'Etat qui supporte, en fait, au moins provisoirement, les conséquences de la gestion financière des Compagnies, et il en résulte pour lui le droit et le devoir d'intervenir dans cette gestion, de façon à restreindre les dépenses dans la mesure du possible, si le concessionnaire ne prend pas de lui-même les mesures nécessaires à cet effet.

Ce que nous venons de dire pour l'Etat s'applique aux départements pour les chemins de fer d'intérêt local et même aux communes pour les concessions de chemins de fer urbains; les uns et les autres sont, dans ce cas, comme l'Etat auquel ils sont substitués, les représentants de l'intérêt public.

§ 2. — CONCESSIONS ACCORDÉES AUX GRANDES COMPAGNIES.

477. — Traités de concession. — Les six grandes compagnies qui, avec l'administration des chemins de fer de l'Etat, se partagent le réseau d'intérêt général français presque entier, n'ont pas été constituées au moment de la création de ce réseau ; leur existence résulte d'une série de transformations qui n'ont plus aujourd'hui qu'un intérêt historique. Les traités qui les lient à l'Etat ont également subi des modifications nombreuses avant d'aboutir aux conventions de 1883, qui sont la base actuelle de leur régime financier. Ces conventions renferment des stipulations différentes selon les compagnies ; il nous paraît inutile de les analyser en détail. Nous nous contenterons d'indiquer les principes qui leur ont servi de base, de manière à faire

ressortir les règles générales qui régissent aujourd'hui les rapports entre l'Etat et les Compagnies.

478. — Construction des lignes nouvelles. — La construction des lignes nouvelles est à la charge de l'Etat ; les Compagnies y contribuent pour une somme fixe (en général 25.000 francs par kilomètre, plus la fourniture de l'outillage et du matériel roulant). L'Etat fournit donc une subvention *en travaux*. Les travaux sont exécutés, en vertu d'accords spéciaux, soit par les Compagnies (Réseaux du P. L. M., du Nord, de l'Est et de l'Ouest) soit par l'Etat pour l'infrastructure et par la Compagnie pour la superstructure (Midi et Orléans). Dans le premier cas, les travaux ne sont exécutés par la Compagnie qu'après approbation des projets par l'Administration ; dans le second cas, ils ne sont exécutés qu'après avoir été soumis à la Compagnie, qui présente ses observations, et approuvés ensuite par le Ministre des travaux publics.

Les dépenses de construction sont payées au moyen de fonds avancés par les Compagnies qui se les procurent par des émissions d'obligations ; l'intérêt et l'amortissement de la part des dépenses qui ne doit pas rester à leur charge sont remboursés chaque année par l'Etat.

479. — Travaux complémentaires. — Avec quelque soin qu'aient été étudiés à l'avance les besoins de l'exploitation, il arrive toujours un moment où les travaux exécutés pour la construction d'un chemin de fer deviennent insuffisants ; l'extension du trafic, l'augmentation de la vitesse et de la charge des trains, des mouvements imprévus dans les terrains traversés, etc.,

exigent des *travaux complémentaires* qui s'ajoutent au capital de premier établissement et qui, sur les lignes dont le trafic a pris un grand développement, peuvent arriver jusqu'à le doubler et au delà. Ces travaux sont à la charge de la Compagnie ; ils ne peuvent être exécutés qu'en vertu de projets approuvés par le Ministre des Travaux publics, et le montant des sommes affectées à leur exécution est couvert par l'émission d'obligations.

480. — Lignes exploitées. — Les Compagnies assurent le service des lignes exploitées et y exécutent les travaux complémentaires reconnus nécessaires après approbation des projets par le Ministre. Dans le cas où le produit net est insuffisant pour payer l'intérêt et l'amortissement des obligations et pour assurer aux actionnaires un dividende minimum fixé à forfait d'après celui qui leur paraissait acquis au moment de la signature des conventions, l'Etat fait l'avance de la différence ; il doit être remboursé de ces avances sur le produit net des exercices ultérieurs, avant que le dividende puisse être augmenté. En un mot, l'Etat garantit aux obligataires l'intérêt et l'amortissement de leurs obligations et aux actionnaires un dividende minimum. La forme de ces garanties varie un peu ; pour les Compagnies d'Orléans, du Midi, de l'Est et de l'Ouest, la garantie s'applique à tout le réseau ; pour les Compagnies du Nord et du P. L. M., elle ne s'applique qu'aux dépenses de construction du nouveau réseau ; mais cette distinction n'a pas d'importance pratique, l'intérêt et l'amortissement des dépenses de construction des lignes de l'ancien réseau du Nord et du P. L. M. étant couverts et bien au delà par leur produit net. Dans le cas

où le produit net est suffisant pour donner aux actionnaires une augmentation de dividende, après prélèvement des sommes nécessaires pour couvrir toutes les charges, cette augmentation ne leur est acquise en entier que jusqu'à une certaine somme : au delà, l'excédent doit être partagé avec l'Etat dans la proportion de deux tiers pour l'Etat et un tiers pour la Compagnie.

481. — Sanction des obligations des Compagnies. — On voit qu'en somme, d'après cette organisation, l'Etat et la Compagnie sont deux associés qui ont fourni chacun une partie du capital nécessaire pour la construction des lignes et dont l'un, la Compagnie, se charge d'assurer l'exécution des services tandis que l'autre, l'Etat, garantit l'intérêt et l'amortissement des capitaux engagés par son associé. Dans ces conditions, la Compagnie ne court aucun risque ; l'Etat au contraire en courrait beaucoup, s'il devait s'en rapporter exclusivement à l'intérêt que son associé peut avoir à faire prospérer l'affaire ; car, sur six Compagnies, il y en a quatre pour lesquelles il n'est pas certain que le dividende puisse être augmenté avant l'expiration de la garantie, et, en tout cas, l'espoir de cette augmentation est lointain. Mais le droit de rachat, que les cahiers des charges réservent à l'Etat, lui permet de stimuler le zèle de son associé et, en tout cas, de parer aux conséquences de sa mauvaise administration ; il peut, à une époque quelconque, éliminer la Compagnie en lui payant une indemnité calculée sur le pied du revenu des actions au moment du rachat. Si la Compagnie administre sans sagesse, si elle ne donne pas au public les satisfactions jugées nécessaires, enfin si elle

se retranche derrière la lettre de son contrat pour obtenir des avantages ou maintenir des errements contraires à l'intérêt de l'Etat, celui-ci peut reprendre pour son compte l'exploitation des lignes ou les confier à une autre compagnie en vertu d'un contrat nouveau et différent.

§ 3. — CONCESSIONS ACCORDÉES A DES COMPAGNIES SECONDAIRES.

482. — Importance de la question. — Les concessions accordées à des Compagnies secondaires sont très nombreuses surtout en ce qui concerne les chemins de fer d'intérêt local et leur régime est très variable ; mais l'étude des principes qui leur ont successivement servi de base offre un grand intérêt. Le nombre des entreprises de chemins de fer secondaires et de tramways va en effet toujours en croissant, et les conditions à remplir pour garantir à la fois le bon emploi des fonds fournis par l'Etat et les départements, les intérêts du public et la possibilité d'un bénéfice légitime pour le concessionnaire sont difficiles à concilier dans les contrats.

483. — Subventions. — Le régime primitif des concessions faites à des Compagnies secondaires est celui des subventions en capital dont le principe a servi de base à la loi du 21 juin 1865 sur les chemins d'intérêt local. Il a favorisé la fondation de sociétés dont le seul but, ou tout au moins le but principal, était la spéculation financière. Grâce à la subvention, on obtenait du public, alors très peu au courant du rendement réel des chemins de fer, des souscriptions importantes en

actions et surtout en obligations ; on prélevait un gros bénéfice sur l'émission des titres et un autre sur la construction, qui était souvent donnée à forfait à un entrepreneur dont les intérêts étaient liés à ceux des concessionnaires. La construction achevée, il restait une société anonyme, substituée au concessionnaire, qui n'avait plus pour actif que le revenu des lignes, insuffisant quelquefois pour couvrir les dépenses annuelles normales et toujours pour parer aux dépenses de quelque importance qui devaient se présenter à un moment donné, telles que la réfection du matériel. Certains concessionnaires avaient même élargi leurs opérations, en prélevant sur la Société qu'ils constituaient aussitôt après avoir obtenu la concession une partie ou même la totalité de la subvention sous forme de parts de fondateurs.

Le gaspillage du capital n'a pas été le seul écueil des sociétés fondées en exécution de la loi de 1865. Une partie d'entre elles avaient essayé, en soudant des concessions obtenues dans différents départements, de créer une concurrence aux grandes Compagnies, et la plupart de celles-ci avaient, par réciprocité, posé en principe la guerre aux Compagnies secondaires, qu'il leur était bien facile de tuer.

484. — Garanties d'intérêt. — Les abus auxquels avait donné lieu le régime des subventions en argent l'ont fait abandonner ; mais comme les chemins de fer restant à concéder ne pouvaient être construits sans le concours financier de l'Etat et des départements, on a cherché une autre forme pour ce concours ; et la loi du 11 juin 1880 a posé le principe de l'application aux Compagnies secondaires des garanties d'intérêt.

L'article 13 de cette loi spécifie que l'Etat contribue aux dépenses : 1° pour une somme fixe de 500 francs par kilomètre exploité ; 2° pour le quart de la somme nécessaire pour élever la recette annuelle, impôts déduits, au chiffre de 10.000 francs par kilomètre pour les lignes à voie normale, et de 8.000 francs par kilomètre pour les lignes à voie étroite. Cette subvention ne peut du reste, en aucun cas, élever la recette brute kilométrique au-dessus de 10.500 francs pour la voie normale et de 8.500 francs pour la voie étroite, ni attribuer au capital du premier établissement plus de 5 pour cent d'intérêt par an.

On a prévu dans la loi des mesures destinées à empêcher, autant que possible, le retour, sous une autre forme, des abus auxquels avait donné lieu la loi de 1865. Le tracé des chemins de fer, le mode et les conditions de leur construction, enfin les traités d'exploitation, ne peuvent être arrêtés qu'après examen du Conseil général des Ponts et Chaussées et du Conseil d'Etat ; le montant des obligations ne peut être supérieur à celui du capital-actions et aucune émission d'obligations ne peut avoir lieu avant que les 4/5 du capital-actions aient été versés et employés utilement.

La loi de 1880 est incontestablement un progrès sur la loi de 1865 ; toutefois, dans la pratique, son application a donné lieu à de graves inconvénients. Avec les grandes Compagnies on a pu fixer, comme taux de la garantie d'intérêts, le taux même de l'émission des obligations, qui a lieu à mesure des besoins, au cours du jour. Il y a dans le public assez de titres en circulation pour que le cours moyen ne dépende à peu près que des conditions générales du marché financier. Pour de petites Compagnies, et surtout pour des Compagnies

nouvelles, il n'en est pas ainsi ; le taux d'émission peut varier dans une très large mesure au gré des banquiers chargés de placer les obligations. On se trouve donc amené à spécifier un taux fixe pour la garantie ; or ce taux ne peut être inférieur à celui auquel le concessionnaire peut espérer se procurer des capitaux, et, avec la baisse progressive du revenu des fonds publics, il est à peu près certain d'arriver à réaliser un joli bénéfice sur les émissions successives d'obligations. Aussi a-t-on dit que, dans ces conditions, l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local était en réalité l'exploitation de la garantie d'intérêts. Toutefois, il faut remarquer qu'il s'agit ici d'un bénéfice parfaitement légitime, ce qui n'est pas le cas des parts de fondateurs que s'allouaient certains concessionnaires sous le régime de la loi de 1865. En émettant directement des emprunts, au lieu de recourir à la garantie d'intérêts, l'Etat ou les départements auraient pu, il est vrai, dans la plupart des cas, se procurer à meilleur compte les capitaux nécessaires à la construction, mais lorsqu'on emprunte par intermédiaires, il faut bien laisser à ceux-ci un bénéfice pour les rémunérer.

La garantie d'intérêts offre d'autres dangers. Quelles que soient les précautions prises pour assurer son fonctionnement, elle a toujours pour objet de constituer un capital destiné à la construction. Il y a pour les sociétés financières la tentation de réaliser sur ce capital des bénéfices plus ou moins importants. Sans doute, il n'y a qu'avantage à faire des économies dans le sens propre du mot, mais, indépendamment des malfaçons grossières, beaucoup d'économies de construction constituent simplement des aggravations des charges de l'exploitation. On a souvent mis en cause

les ingénieurs des Ponts et Chaussées à ce sujet et on leur a reproché d'avoir laissé construire dans des conditions défectueuses des lignes dont ils avaient à contrôler la construction. Ce reproche est immérité, car, pour que leur surveillance pût s'exercer efficacement, il lui aurait fallu une sanction qui manquait. Il est entendu, et avec raison, que les lignes de cette nature doivent être construites très économiquement ; la question est de savoir où finit l'économie sage. Or, l'avis des ingénieurs du contrôle à ce sujet n'est pas du tout suffisant pour leur créer une arme vis-à-vis du concessionnaire ; il faut qu'ils puissent s'appuyer sur des stipulations précises du contrat ; ces stipulations n'existaient pas et ne pouvaient pas exister avec le régime du forfait pur et simple, qui laisse au concessionnaire une liberté presque absolue pour la rédaction et l'exécution des projets.

Enfin, la garantie d'intérêts n'est le plus souvent, lorsqu'il s'agit de chemins de fer d'intérêt local ou de tramways, qu'un moyen de déguiser des emprunts. On se leurre de l'espoir qu'elle ne tardera pas à cesser de fonctionner, et que l'entreprise sera en mesure de couvrir au moins une partie de son capital au moyen des produits de l'exploitation ; or, l'expérience montre aujourd'hui que la plupart du temps il n'y faut pas compter et que, dans tous les cas, le meilleur moyen de couvrir une partie des dépenses au moyen des revenus de l'exploitation, c'est de rédiger le contrat de manière à faire reposer à peu près exclusivement l'intérêt du concessionnaire sur les bénéfices de cette exploitation.

Ces inconvénients ne sont plus discutés aujourd'hui, et on tend de plus en plus, dans les concessions nouvelles,

à supprimer les forfaits et à réduire au minimum le capital garanti. La loi de 1880, dont la réforme est d'ailleurs probable à bref délai, ne s'oppose pas à ces combinaisons ; elle stipule que le concours de l'Etat sera donné sous la forme de garantie d'intérêts, mais elle ne spécifie pas que les départements feront de même, ni que la garantie de l'Etat sera payée directement au concessionnaire. Les départements peuvent, comme on l'a fait pour la première fois dans la Sarthe, exécuter directement tout ou partie de la construction, sans l'intervention du concessionnaire ; ils peuvent spécifier dans les contrats que les travaux seront confiés à celui-ci, mais qu'il devra se conformer, pour leur exécution, à des projets de détail approuvés et que le règlement en sera fait d'après une série de prix arrêtée à l'avance ; ils peuvent enfin payer immédiatement les dépenses ainsi faites au lieu d'en garantir l'intérêt et l'amortissement. Toutefois on reconnaît la nécessité d'exiger du concessionnaire l'apport d'un capital suffisant pour constituer une sorte de cautionnement, en prévision du cas où il exploiterait de telle façon que sa responsabilité pécuniaire pût être engagée ; on est conduit, le plus souvent, à donner à ce capital le bénéfice de la garantie d'intérêts, mais celle-ci est alors limitée à une somme relativement modique.

485. — Barèmes d'exploitation. — La difficulté contre laquelle on s'est heurté dans presque tous les traités de concession est d'intéresser les concessionnaires à bien exploiter. On se trouve en effet en présence d'une situation délicate. Pour assurer le service de lignes qui, au moins pendant beaucoup d'années, ne sont susceptibles de fournir qu'une très faible recette

kilométrique, on ne peut trouver des concessionnaires sérieux qu'en leur donnant un bénéfice, ou tout au moins une garantie contre les pertes. D'un autre côté, si le concessionnaire ne court aucun risque de perte ni sur la construction ni sur l'exploitation, il est bien juste que la plus grande partie des bénéfices soit pour l'Etat et le département qui ont fait la dépense du premier établissement, directement ou sous forme de garantie d'intérêts, et qui subissent les risques des pertes sur l'exploitation. C'est en partant de ce principe qu'ont été fixées les formules des premières concessions de chemins de fer d'intérêt local qui comportaient d'une part la garantie d'une recette minimum (de 3.000 à 3.500 francs en général) et, d'autre part, pour le calcul de la part des recettes attribuée au concessionnaire, l'application d'une formule de la forme a + br, dans laquelle a est un coefficient fixe variant de 1800 francs à 2.500 francs, b est une fraction comprise entre 1/4 et 1/3 et r représente la recette. Pour certaines lignes algériennes on avait appliqué d'une manière différente le même principe en établissant une échelle de coefficients d'exploitation, d'ailleurs très bas, variables avec la recette. Quelle que soit la forme adoptée, du moment que le concessionnaire peut trouver un bénéfice sur le minimum de frais d'exploitation qui lui est garanti et que la plus grande partie de la majoration des recettes lui échappe, il a intérêt à ne pas développer le trafic. Il est bien vrai, et c'est surtout là-dessus que l'on compte, qu'une augmentation de trafic obtenue en complétant des voitures à voyageurs en partie vides et en ajoutant quelques wagons à des trains trop peu chargés ne coûte rien ou presque rien ; mais si on remplit les trains, on risque d'être conduit, dans un délai rapproché, à

l'obligation d'en augmenter le nombre, et cela coûte plus que la part réservée au concessionnaire sur l'augmentation des recettes, lorsqu'elle ne dépasse pas un tiers. Or, il est toujours facile de ralentir l'augmentation des recettes ; il suffit de se refuser à tout abaissement du tarif maximum, d'aller le moins vite possible et de ne faire que le nombre de trains minimum prescrit par le cahier des charges.

Pour éviter ces inconvénients, il faut supprimer le minimum garanti, ou tout au moins l'abaisser au taux du montant réel minimum des frais d'exploitation, et assurer au contraire au concessionnaire un grand bénéfice sur l'augmentation des recettes. On peut abaisser le minimum garanti sans risquer de tomber sur un concessionnaire qui cherche ses bénéfices dans la fraude, si on admet que les dépenses d'exploitation seront proportionnées au produit à percevoir, qui est la mesure du service rendu. En appliquant les méthodes d'exploitation simplifiée dont nous avons parlé : suppression des chefs de gare, exploitation en navette ou à croisement invariables, trains légers, etc., on peut arriver à réduire les dépenses d'exploitation à un chiffre de 2.000 francs à 2.500 francs par kilomètre. Mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est qu'une pareille exploitation n'a aucune élasticité et que, par conséquent, toute augmentation de trafic est coûteuse : il faut donc réserver au concessionnaire une part importante des bénéfices, les trois quarts au moins. Pour les dernières concessions données dans la Sarthe la formule adoptée est

$$750 + 3/4\ R$$

Il y a même aujourd'hui une tendance à aller jusqu'à la suppression complète du partage ; le projet de

loi présenté aux Chambres le 21 février 1894, pour remplacer la loi de 1880, est rédigé en vue de favoriser les concessions sans garantie laissant au concessionnaire la totalité des bénéfices en même temps que tous les risques de l'exploitation.

En abandonnant la plus grande partie ou même la totalité des recettes, les départements font un sacrifice apparent. En réalité, le sacrifice n'existe pas, d'abord parce que le partage des recettes au delà du minimum fixé est illusoire du moment que le concessionnaire n'a pas intérêt à les augmenter, ensuite et surtout, parce qu'au point de vue de l'intérêt général l'augmentation de trafic qu'on peut espérer d'une exploitation bien entendue donne des bénéfices bien supérieurs à ceux que l'on peut attendre de l'attribution au département d'une fraction plus ou moins forte de la recette. La véritable rémunération du capital employé à la construction des chemins de fer, ce sont les bas prix et la facilité des transports ; c'est là surtout qu'il faut la chercher. On a cru voir dans l'article 5 de la loi de 1880 qui limite à 5 pour cent l'intérêt du capital assuré par la garantie, un obstacle à l'attribution aux concessionnaires de bénéfices croissants ; mais on estime aujourd'hui que la loi ne s'oppose pas à ce que les départements attribuent aux concessionnaires une partie de leurs propres revenus.

A mesure que les recettes augmentent sur une ligne, le coefficient d'exploitation va en décroissant ; par conséquent le bénéfice du concessionnaire augmente, non seulement en valeur absolue, mais proportionnellement à la recette ; l'abandon qui lui est fait de la totalité ou simplement d'une fraction importante de cette recette peut donc être pour lui, au bout d'un certain nombre

d'années, une source de bénéfice exagéré, et on a pensé qu'il fallait prévenir cette éventualité. En fait, sauf de bien rares exceptions, les chemins de fer auxquels on applique les formules de cette forme ne sont pas dans des conditions qui leur permettent jamais d'arriver à de fortes recettes ; l'inconvénient est donc assez faible, et il est d'ailleurs logique d'augmenter d'autant plus le gain possible du concessionnaire qu'il lui sera plus difficile de réaliser les conditions nécessaires pour y arriver. En outre, si on obtenait ce résultat inespéré de dépasser une recette de quatre ou cinq mille francs, les lignes d'intérêt local et les tramways tels qu'on les établit aujourd'hui ne tarderaient pas à devenir insuffisants ; il faudrait des travaux complémentaires dont l'exécution incomberait au concessionnaire et dont l'amortissement viendrait en déduction de son bénéfice. Il peut néanmoins y avoir des cas où il convient de prévoir des augmentations importantes : on a jugé qu'il en serait ainsi pour la plupart des lignes d'Algérie et pour celles de certains départements. Pour les premières, on a adopté une échelle de barèmes décroissants ; pour les secondes, on a fait varier la valeur de b à partir de certains chiffres de recettes. Par exemple, dans le département de la Dordogne, on a appliqué les formules suivantes. Jusqu'à un chiffre de 2.820 francs par kilomètre, la totalité de la recette est acquise au concessionnaire ; au delà de 2.820 francs et jusqu'à 4.300 francs, celui-ci reçoit la somme de 2.820 francs, plus la moitié de l'excédant soit

$$2.820 + \frac{R - 2820}{2} = 1410 + \frac{R}{2};$$

au delà de 4300 francs, il reçoit toujours la somme

fixe de 2.820 francs, mais seulement 40 pour cent de l'excédent, soit

$$2.820 + 0{,}40\ (R - 2.820) = 1.692 + 0{,}40\ R.$$

Dans le département du Loiret, on a appliqué le même principe d'une manière différente. Au-dessous d'une recette de 1.800 francs, le département garantit au concessionnaire seulement le remboursement de la moitié du déficit. Entre 1.800 francs et 2.300 francs la recette totale appartient au concessionnaire. Au delà de 2.300 francs, il reçoit la moitié de l'excédent, l'autre moitié est acquise au département.

Quels que soient les coefficients adoptés, on peut faire aux formules de la forme a + br comme aux concessions sans garantie un reproche grave, au point de vue de l'intérêt public : c'est qu'elles ne tiennent compte que de la recette, sans distinction de nature de trafic ou de tarifs. Les marchandises pondéreuses qui sont celles dont il importe surtout de développer le transport dans l'intérêt de l'agriculture et de l'industrie, ne peuvent se transporter qu'à de très bas prix. A ces prix, elles laissent encore un bénéfice à l'exploitant ; mais, surtout sur les lignes à fortes déclivités, telles que la plupart des chemins de fer d'intérêt local et des tramways, ce bénéfice n'est qu'une faible fraction de la recette ; au contraire, étant donné que le concessionnaire est tenu, dans tous les cas, de faire un nombre minimum de trains, la recette des voyageurs et des marchandises de faible poids est presque tout entière un bénéfice pour lui, au moins tant que le développement du trafic ne rend pas nécessaire la multiplication du nombre des trains. Il a donc beaucoup plus d'intérêt à développer le trafic des voyageurs et des messageries que celui des marchandises pondéreuses. C'est ce

qui arrive, et les recettes des marchandises constituent, sur les chemins de fer concédés avec des formules de la forme a + br, une fraction bien moins importante que sur les chemins des grands réseaux. En outre, tout abaissement de tarif est sûrement onéreux pour le concessionnaire.

Ces inconvénients ont conduit à chercher d'autres formules. M. Etienne, Ingénieur en chef de la Sarthe, qui a beaucoup contribué au progrès de cette question, a proposé la formule très simple :

$$a + b\,R_v + c\,R_m$$

dans laquelle R_v représente la recette des voyageurs et R_m la recette des marchandises ; a, b et c sont des coefficients constants pour lesquels M. Etienne propose les valeurs de 1150 francs, 1/2 et 4/5. Dans ces conditions, le concessionnaire serait évidemment beaucoup plus intéressé à transporter des marchandises, puisqu'il y trouverait bénéfice du moment que les frais seraient inférieurs aux 4/5 de la recette. Toutefois, au point de vue de l'intérêt général, cette formule est encore imparfaite ; elle a pour base unique la recette, et l'avantage que peut avoir le concessionnaire à développer le trafic disparaît dès que ce développement ne se traduit pas par une augmentation du produit brut ; il n'a donc intérêt à abaisser les tarifs, pour produire un accroissement de trafic, que si le bénéfice résultant de cet accroissement doit couvrir le déficit résultant de l'application des nouvelles taxes au trafic antérieur ; or on a rarement une certitude à ce sujet et il peut craindre avec raison de s'engager dans une réforme qui lui offre des chances de pertes sérieuses. M. Considère, qui a publié récemment de remarquables études

sur l'utilité des chemins de fer d'intérêt local[1], a proposé de compléter les formules usitées précédemment en y ajoutant des termes proportionnels d'une part aux nombres de voyageurs et de tonnes de marchandises transportés par kilomètre et de l'autre au nombre de trains quotidien. Le concessionnaire est ainsi intéressé à multiplier par l'abaissement des tarifs le nombre des voyageurs et le tonnage des marchandises transportés, et à accroître, par l'augmentation du nombre des trains, les facilités données au public pour voyager. La somme allouée au concessionnaire par kilomètre exploité et par an est alors donnée par la formule :

$$a + b\,R_v + c\,R_m + d\,V_k + c\,M_k + f\,K$$

dans laquelle :

R_v représente la recette des voyageurs,

R_m la recette des marchandises,

V_k le nombre de voyageurs transportés par kilomètre,

M_k le nombre de tonnes de marchandises transportées par kilomètre,

K le nombre de kilomètres de trains.

a, b, c, d, e, f sont des coefficients qui doivent être fixés dans chaque cas d'après les conditions locales ; pour les lignes du Finistère, qu'il a spécialement étudiées, M. Considère a proposé de fixer ces coefficients de la manière suivante :

$$a = 1000 \text{ fr.},\ b = 0{,}15,\ c = 0{,}25,\ d = 0{,}004$$
$$e = 0{,}012,\ f = 0{,}50$$

On a reproché à cette formule d'exiger des calculs compliqués ; en réalité l'application des coefficients est

1. *Annales des Ponts et Chaussées*, 1892, 1er semestre et 1894, 1er semestre.

extrêmement simple ; quant aux écritures à tenir pour déterminer le montant des recettes, le nombre et les parcours des voyageurs, des marchandises et des trains, elles sont dans tous les cas nécessaires, du moment que l'Etat ou le département, appelé à garantir au concessionnaire l'insuffisance de ses recettes ou à partager ses bénéfices, est obligé de contrôler sa gestion au point de vue financier. En fût-il autrement d'ailleurs, cette question resterait secondaire devant l'intérêt qu'il y a à faire dépendre les chances de bénéfice des concessionnaires du développement du trafic en même temps que de la recette.

M. Colson[1] a proposé de supprimer, dans la formule de M. Considère, le terme qui correspond au nombre de voyageurs, en majorant le coefficient de la recette correspondante pour tenir compte de cette suppression. Le coefficient de R_v se rapproche alors de celui de R_m, et comme, quelque précision qu'on apporte à leur étude, l'un et l'autre sont toujours arbitraires dans une certaine mesure, M. Colson fait b égal à c ; la formule se réduit alors à quatre termes :

$$a' + b'R + d'M_k + f'K$$

R représentant la recette totale.

Le choix entre la formule de M. Colson et celle de M. Considère est une question d'espèces. Ce qui importe, ce n'est pas de simplifier à tout prix les écritures, ni au contraire de faire entrer systématiquement en ligne de compte tous les éléments dont dépendent le trafic et la recette, c'est de calculer la part du concessionnaire dans les recettes de l'exploitation de telle façon à ce qu'il ait un intérêt incontestable à développer

1. *Annales des Ponts et Chaussées*, 1892, 2e semestre.

le trafic, sous toutes ses formes, dans la limite compatible avec la bonne gestion des finances du département ou de l'Etat.

Quelle que soit la formule adoptée pour le calcul des dépenses d'exploitation, lorsque le montant de celles-ci est garanti purement et simplement au concessionnaire, le traité constitue un forfait et, quoique à un degré moindre, les inconvénients que nous avons déjà signalés au sujet de ce mode d'engagement se produisent dans beaucoup de cas. Lorsqu'il n'a pas l'espoir de dépasser le minimum garanti, ou simplement lorsqu'il n'est pas assez hardi ou assez persévérant pour le tenter, le concessionnaire n'a qu'un intérêt, c'est de réduire les dépenses par tous les moyens possibles. Dans un projet de loi actuellement soumis aux Chambres, on a cherché à éviter les inconvénients de cette nature, en remplaçant le forfait par un partage de bénéfices au-dessous d'un maximum de dépenses déterminé dans chaque concession par une des formules citées précédemment. Ce mode de convention entraîne la vérification des dépenses faites par le concessionnaire, et, par suite, la surveillance de sa gestion financière en même temps que de sa gestion technique.

CHAPITRE XXIV

CHEMINS DE FER DE SYSTÈMES DIVERS

486. — Différents types en usage. — Lorsqu'on parle de chemins de fer sans désignation spéciale, il s'agit toujours de chemins sur lesquels les trains sont remorqués par des locomotives à adhérence ; c'est en effet le système universellement répandu, et l'état actuel de la science ne permet même pas d'entrevoir une autre solution générale du problème de la traction par machines.

Néanmoins, dans certains cas particuliers, et notamment dans les montagnes escarpées, on est obligé, pour arriver à des tracés réalisables, d'adopter des déclivités qui ne permettent plus de recourir à l'adhérence, et c'est ainsi qu'on a été conduit à l'emploi des chemins de fer à crémaillère. On emploie aussi, sur les très fortes rampes, la traction par câbles, dont l'invention est antérieure à celles des chemins de fer proprement dits, et la transmission à distance, au moyen de l'électricité, de la force nécessaire pour faire mouvoir le train ; l'emploi de ces deux systèmes tend également à se répandre dans les villes, où la circulation des locomotives offre des inconvénients sérieux. Enfin des tentatives sont faites pour transformer ces dernières, soit par la substitution à la machine à vapeur d'accumulateurs électriques destinés à fournir le travail

moteur, soit simplement par l'emploi de dynamos pour actionner les essieux.

Il n'entre pas dans le cadre de cet ouvrage de discuter en détail ces divers systèmes de chemins de fer ; toutefois, comme ils tendent à se répandre, il nous paraît utile de les décrire sommairement.

§ 1. — CHEMINS DE FER A CRÉMAILLÈRE[1].

487. — Principe. — Le travail produit par une locomotive est égal à l'effort de traction multiplié par la vitesse. La puissance des machines étant limitée, on est conduit sur les lignes de montagne, où l'effort de traction par tonne remorquée augmente rapidement avec la déclivité, à diminuer la vitesse à mesure que les rampes deviennent plus fortes ; mais à une certaine limite, qui est d'environ 15 kilomètres à l'heure, le poids adhérent du moteur devient inférieur à l'effort de traction correspondant au travail qu'il produit. On ne peut augmenter le poids adhérent par l'addition de surcharges, car l'effet utile de la machine, déjà très faible, deviendrait presque nul ; il faut donc remplacer le frottement par une résistance plus énergique, et c'est ainsi qu'on est amené à recourir aux chemins de fer à crémaillère, dans lesquels le moteur prend son point d'appui sur la voie au moyen d'une roue dentée qui engrène avec une crémaillère. Il n'y a pas d'intérêt à employer la crémaillère sur les rampes inférieures à

1. La plus grande partie des renseignements que nous donnons ici sont extraits de l'ouvrage de M. Lévy-Lambert sur les chemins de fer à crémaillère (Encyclopédie des travaux publics).

40 ou 50 millimètres ; au-dessous de cette limite l'adhérence est suffisante et on évite les résistances passives dues au frottement de l'engrenage et des pièces qui le commandent.

Les machines à crémaillère remontent à l'origine des chemins de fer ; car, au moment où on faisait les essais qui ont abouti à la création de la locomotive par Stephenson, beaucoup d'ingénieurs étaient persuadés que l'adhérence était insuffisante pour fournir un point d'appui au moteur, même en palier ; mais dès que la Fusée eut fait son apparition, on renonça à la crémaillère et ce n'est que longtemps après qu'on eut l'idée d'y recourir de nouveau pour franchir les fortes rampes. Son application pratique, au moins en Europe, est due à M. Riggenbach qui construisit en 1870 la ligne de Vitznau au Righi et présida ensuite à l'établissement d'un grand nombre d'autres lignes sur le même modèle.

488. — Crémaillère. — *Système Riggenbach.* — La crémaillère Riggenbach est une sorte d'échelle formée de fers à U fixés sur les traverses de la voie à égale distance des deux files de rails, et reliés à intervalles égaux par des barreaux transversaux. Au début les échelons étaient simplement formés de barreaux ronds ; ils ont été remplacés ensuite par des barreaux de forme trapézoïdale de manière à donner une meilleure prise aux dents de la roue qui engrène avec eux. Les échelons sont rivés sur les fers à U ; dans un type dérivé du type Riggenbach, le type Bissinger, les barreaux sont simplement fixés à l'aide d'écrous ; pour les empêcher de tourner les fers en U portent un rebord saillant du côté intérieur de la crémaillère.

Système Abt. — Un des collaborateurs de M. Riggenbach, M. Abt, a modifié le système primitif de crémaillère de manière à lui donner plus de solidité et à rendre l'engrenage plus doux. La crémaillère Abt se compose de deux ou trois lames d'acier taillées suivant le profil ordinaire des engrenages et disposées à côté les unes des autres de telle façon que leurs dents chevauchent. A chaque lame correspond une roue dentée de la machine ; ces roues, montées sur le même arbre, engrènent ainsi simultanément avec les lames correspondantes.

Système Locher. — Lorsque la déclivité atteint 250 m/m l'engrenage cesse d'être assuré avec la crémaillère ordinaire parce que la réaction des dents de celle-ci tend à soulever la roue qui engrène avec elle. On a été conduit par cette considération à adopter, pour le chemin de fer du Mont-Pilate où les déclivités atteignent 480 m/m, une crémaillère formée de deux lames dentées placées dos à dos dans un plan parallèle à celui de la voie et engrenant avec deux roues dont les axes sont perpendiculaires à ce plan. Ce système est dérivé du système Fell, qui a été expérimenté en 1868 pour la traversée du Mont-Cenis avant l'achèvement du souterrain. Dans le système Fell, il y avait, au lieu de crémaillère, un rail central à double champignon, placé entre deux roues à axes perpendiculaires au plan de la voie, serrées fortement contre lui par des ressorts ; ces roues prenaient leur point d'appui sur le rail central au moyen de l'adhérence produite par les ressorts.

489. — Attaches de la crémaillère. — Par suite de l'action que la machine exerce sur elle, la crémaillère subit un effort longitudinal qui s'élève jusqu'à 6.000

kilogs (ligne de Vitznau au Righi). Il faut donc qu'elle soit reliée très solidement aux traverses. Lorsque celles-ci sont en bois, on les rend habituellement solidaires par deux cours longitudinaux de fers à U ; ces liaisons ne sont pas considérées comme nécessaires avec les traverses métalliques, qui sont fixées plus solidement à la crémaillère et résistent mieux au glissement transversal. Tous les 75 à 100 mètres on assure l'immobilité absolue d'une des traverses en la faisant buter contre un poteau formé de deux traverses jumelées ou de morceaux de rails plantés verticalement et encastrés dans un bloc de maçonnerie. Au chemin de fer du Mont-Pilate on a dû, à cause de la forte rampe, maçonner entièrement la voie avec des blocs de granit.

Sur les lignes où la crémaillère est continue, elle est simplement fixée sur les traverses par des boulons ; mais on a construit aussi des lignes qui comportent des sections à faible rampe, sur lesquelles les machines circulent en utilisant seulement l'adhérence ; dans ce cas, il est nécessaire de relever la crémaillère pour éviter que, lorsqu'elle manque, la roue dentée touche le sol. A l'origine, on obtenait ce résultat en interposant une longrine entre la crémaillère et les traverses ; aujourd'hui, on emploie des coussinets en fonte.

490. — Appareils de changement de voie. — Les appareils de changement de voie sont formés d'un appareil ordinaire, dans lequel est placée une crémaillère qui se divise en deux branches au point où les deux voies se séparent ; la traversée des rails par les crémaillères est assurée au moyen de pièces mobiles comme dans les croisements du système belge.

491. — Entrée de la crémaillère. — Lorsque la crémaillère est continue, ses dents sont toujours en prise avec celles de la roue dentée de la machine ; mais dans les lignes mixtes, il faut que l'engrenage puisse se faire sans choc pendant la marche. Dans le système Riggenbach ce résultat est obtenu de la manière suivante : la crémaillère fixe est précédée d'une pièce mobile autour d'un axe horizontal et supportée par des ressorts ; cette pièce porte une denture dont le pas est un peu plus petit que celui de la roue ; le mouvement de celle-ci est solidaire de celui des roues à adhérence. Une de ces dents se trouve, dès lors, correspondre toujours à un moment donné, par suite de la différence des deux pas, à un vide de la crémaillère et, grâce aux ressorts qui tendent à relever la pièce mobile, l'engrenage se produit automatiquement.

Dans le système Abt, le mouvement des roues dentées est, comme nous le verrons plus loin, indépendant du mouvement des roues à adhérence : les premières peuvent par suite rester immobiles lorsqu'elles ne sont pas en prise avec la crémaillère. La pièce d'entrée de celle-ci se compose d'une partie mobile autour d'un axe horizontal et portée par des ressorts comme dans le système Riggenbach ; mais la denture a le même pas que celle de la roue et est précédée d'un plan incliné. L'engrenage se fait de lui-même.

Le système Locher n'a encore été appliqué qu'au Mont-Pilate qui ne comporte pas de parties sans crémaillère ; on pourrait évidemment, pour les tracés mixtes, employer un système analogue à ceux que nous venons de décrire.

492. — Tracé. — Au point de vue du profil en long,

le tracé des lignes à crémaillère ne diffère en principe de celui des lignes ordinaires que par la limite des déclivités. Il convient toutefois de remarquer qu'on ne peut faire varier les déclivités dans une mesure absolument arbitraire, à cause des sujétions relatives aux machines et aux véhicules, qui ne se prêtent pas sans inconvénient à de trop fortes différences d'inclinaison.

Au point de vue des courbes, si on ne veut pas s'astreindre à faire des pièces spéciales, ce qui est une sujétion gênante, il faut éviter que l'obliquité relative des dents de la roue et de la crémaillère soit trop accentuée et faire en sorte que la différence de longueur des pièces parallèles de la crémaillère soit rachetée par le joint. Le morceau de crémaillère est en général de 2^m 50 à 3 mètres de longueur ; dans ces conditions, il est bon de ne pas faire descendre le rayon au-dessous de 100 mètres. Au Righi le rayon minimum des courbes est de 180 mètres ; il est de 120 mètres sur la ligne qui réunit la ville de Langres à la gare qui la dessert sur la ligne de Paris à Belfort ; il est de 100 mètres sur la ligne de Viège à Zermatt. Sur la ligne de Saint-Gall-Gais on est descendu à 30 mètres, mais il a fallu pour cela recourir à des artifices spéciaux.

493. — Machines. — Les premières machines de M. Riggenbach étaient à roues porteuses libres ; il les a ensuite modifiées pour utiliser l'adhérence de façon à réduire l'effort sur la crémaillère. La roue dentée et les roues porteuses sont mues par le même mécanisme et leurs mouvements sont par suite solidaires. Cette solidarité offre des inconvénients, parce que l'inégalité dans l'usure des deux mécanismes produit des glissements et que, dans les parties où on utilise l'adhérence

seule, il est en outre impossible de disposer le moteur de manière à lui faire produire son maximum de travail utile à la fois à faible vitesse, lorsque la crémaillère fonctionne, et à une vitesse double ou triple, lorsqu'on utilise l'adhérence seule ; on a été conduit par ces considérations à placer sur la même machine deux moteurs distincts, un pour les roues dentées et l'autre pour les roues à adhérence. Les machines du système Abt sont ainsi disposées et portent 4 cylindres.

La différence des mécanismes n'est pas la seule qui existe entre les machines des lignes à crémaillère et les locomotives ordinaires. On est conduit à rendre les premières aussi légères que possible, puisque, d'une part, elles comportent des organes plus nombreux et par suite plus pesants que la locomotive à adhérence, et que, d'autre part, le poids mort n'étant utilisé pour l'adhérence que d'une manière accessoire, il y a tout intérêt à le réduire au minimum. On y arrive en augmentant la surface de grille par rapport à la capacité de la chaudière et en forçant le tirage ; on fait ainsi des machines beaucoup plus légères que les locomotives ordinaires, mais qui utilisent moins bien le combustible.

Les machines des chemins de fer à crémaillère doivent être disposées de manière à pouvoir prendre des inclinaisons différentes selon la déclivité ; il faut par suite beaucoup d'eau au-dessus du ciel de la boîte à feu et des tubes. Enfin ces machines sont munies de freins énergiques en prévision d'une rupture de la crémaillère ou du mécanisme de la roue dentée.

494. — Circulation des trains. — Les trains,

comme nous l'avons vu, marchent toujours à faible vitesse sur les lignes à crémaillère. Cette vitesse varie de 4 à 10 kilomètres. La machine est en queue du train à la montée et en tête à la descente, de manière à éviter tout effort de traction sur les attelages.

495. — Dépenses de construction. — Les dépenses de construction peuvent être évaluées au prix d'une ligne ordinaire suivant le même tracé, avec une majoration de 30.000 à 40.000 francs par kilomètre pour la crémaillère et ses accessoires.

§ 2. — CHEMINS DE FER FUNICULAIRES.

496. — Principe. — Dans les chemins de fer à crémaillère comme dans les chemins de fer à adhérence, il faut, pour gravir une rampe, élever le moteur en même temps que la charge à remorquer, et le travail utile se trouve ainsi réduit à une fraction du travail produit d'autant moindre que la déclivité est plus forte ; la locomotive arrive ainsi à ne remorquer qu'une charge très faible par rapport à son propre poids. Sur la ligne de Vitznau au Righi, qui est en rampe de 250 mm. dans certaines parties, le poids brut qu'une machine peut traîner n'atteint pas les deux tiers de son poids propre. Il y a donc théoriquement une grande économie à avoir un moteur fixe tirant à distance les wagons au moyen d'un câble. C'est d'après ce principe que sont établis les chemins de fer funiculaires. Avec ce système on n'évite pas seulement d'avoir à élever le moteur ; on peut, en faisant circuler un train descendant en même temps qu'un train montant, n'avoir

à produire que le travail nécessaire pour élever la différence de leurs poids et pour vaincre les résistances passives ; on annule ainsi à peu près complètement l'effet du poids mort ; mais, dès que la ligne atteint une certaine longueur, il y a une perte de force considérable due aux résistances passives et l'entretien du câble, qui s'use rapidement, devient très onéreux. Les chemins de fer funiculaires ne sont par suite d'un emploi pratique que pour de faibles longueurs ; lorsqu'il s'agit de franchir de fortes dénivellations, ils sont souvent très économiques, d'abord parce que l'augmentation de la déclivité, au lieu de rendre leur emploi plus difficile, diminue les résistances en raison de la tension plus régulière et de la diminution des frottements du câble, ensuite parce qu'on peut souvent, dans les pays de montagne, emprunter la force motrice à des chutes d'eau dont l'emploi supprime à peu près complètement les dépenses de traction. Nous verrons en outre plus loin que, dans les villes, l'emploi des funiculaires constitue dans beaucoup de cas une solution très élégante de la question de la traction sur les voies à fortes rampes.



497. — Chemins de fer funiculaires à mouvement alternatif. — Le système funiculaire le plus simple est le suivant : deux wagons ou, au besoin, deux trains formés chacun de plusieurs wagons sont attelés aux deux extrémités d'un câble qui, au sommet de la ligne, passe sur une poulie. Lorsqu'on dispose d'une chute d'eau, chacun des wagons, ou un wagon de chacun des trains, porte une caisse étanche. On remplit d'eau la caisse des vagons arrivée en haut du plan incliné en même temps qu'on vide la caisse qui est en bas, le poids

de l'eau produit le mouvement sans aucun intermédiaire de transmission de force. Ce système est très simple et très économique ; il peut être utilisé avec avantage non seulement dans les pays de montagne pour le transport des voyageurs et des marchandises, mais sur les chantiers pour élever les matériaux.

Lorsqu'on ne dispose pas, dans le voisinage du sommet de la ligne, d'une quantité d'eau suffisante pour assurer le service, la poulie sur laquelle passe le câble est remplacée par un tambour ou par un jeu de poulies disposé de manière à éviter les glissements, et actionné soit par une machine à vapeur soit, à distance, par une chute d'eau au moyen d'une transmission électrique. Lorsque la déclivité est uniforme, la force à produire correspond exactement au travail positif ou négatif nécessaire pour élever la différence du poids montant et du poids descendant, augmenté du travail dû aux résistances passives et au poids du câble lui-même ; mais si la déclivité est variable, la différence des composantes verticales de la charge montante et de la charge descendante cesse d'être sensiblement constante ; il y a ainsi une augmentation relative du travail à produire qui peut être importante. On la réduit dans certains cas par des artifices. Sur la ligne de Lyon à Fourvières, qui est formée de deux parties de longueurs égales dont les déclivités sont différentes, on rétablit l'équilibre par un wagon compensateur qui circule seulement sur la section à forte déclivité et qui est rattaché par un câble aux wagons qui circulent sur la déclivité faible. Le point où le wagon montant croise le wagon descendant correspond à une gare, et on profite de l'arrêt pour changer l'attache du câble fixé au wagon compensateur.

Les câbles sont en fils d'acier tordus, généralement avec âme en chanvre ; ils sont supportés de distance en distance par des galets à axe horizontal, et guidés, si le tracé n'est pas en ligne droite, par d'autres galets à axe vertical ou incliné. On peut faire la ligne à voie unique en réservant en son milieu une voie d'évitement : il y a seulement une augmentation notable des résistances passives dues à la flexion du câble au point de croisement.

Les chemins de fer funiculaires exigent un freinage très énergique, car il faut toujours prévoir la rupture du câble ; on emploie des freins à mâchoires qui peuvent arrêter les wagons en pinçant fortement le rail. Aujourd'hui, on ne se contente plus de cette précaution; on place entre les deux files de rails une crémaillère avec laquelle engrènent des roues dentées portées par les wagons. En cas de rupture du câble la roue dentée est immobilisée par un embrayage et le wagon qui la porte est ainsi retenu.

498. — Chemins de fer funiculaires à câble continu et véhicules indépendants. — Les chemins de fer funiculaires à mouvement alternatif que nous venons de décrire offrent certains inconvénients ; les mouvements des véhicules circulant dans les deux sens sont solidaires, et il ne peut y avoir, par suite du mouvement alternatif, qu'un seul wagon ou un seul train circulant à la fois dans chaque sens ; le système ne se prête donc pas au service de tramways, qui comporte la circulation de voitures se suivant à de très faibles intervalles et qui exige, pour rendre possible la circulation dans les rues, que chaque véhicule puisse à chaque instant s'arrêter à la volonté de son conducteur. C'est en vue de

ce service spécial qu'on a imaginé les chemins de fer funiculaires à câble continu et à véhicules indépendants. Dans ce système, le mouvement est transmis par un câble sans fin animé d'un mouvement uniforme ; mais les voitures peuvent à volonté être rendues solidaires ou indépendantes du mouvement de ce câble. Ce résultat est obtenu au moyen d'un appareil appelé *grip* et formé de deux mâchoires qui pincent le câble lorsqu'elles sont serrées, tandis qu'elles lui donnent librement passage dans l'intervalle qui existe entre elles, lorsqu'elles sont desserrées. Le grip est manœuvré au moyen d'une vis par un conducteur placé en avant de la voiture ; un frein énergique arrête celle-ci sur les pentes aussitôt qu'elle a abandonné le grip, et peut produire le même effet en cas de rupture accidentelle du câble. Le câble est actionné par une machine fixe ; à cet effet il est enroulé sur des poulies disposées de manière à empêcher le glissement de se produire ; en outre, sa tension est maintenue constante par un compensateur formé d'une poulie sur laquelle il passe et dont l'axe peut se mouvoir longitudinalement sous l'action d'un contrepoids. Le compensateur est nécessaire, non seulement pour corriger l'effet de la dilatation mais aussi pour remédier à l'allongement permanent que prend le câble sous l'action des efforts qu'il supporte.

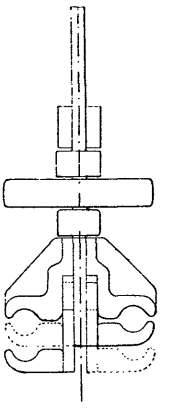


Fig. 463.
Croquis du grip.

Le câble est placé dans un caniveau souterrain et est soutenu de distance en distance par des poulies ; le caniveau porte à sa partie supérieure une rainure pour

le passage du grip ; il doit être entretoisé solidement pour pouvoir résister aux poussées qu'exercent latéra-

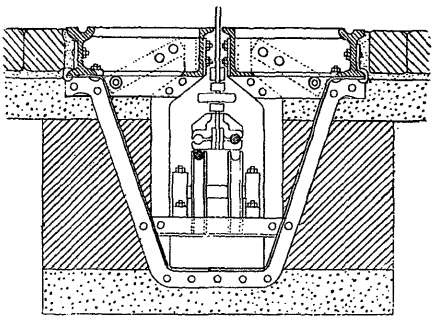


Fig. 464. — Coupe en travers du caniveau.

lement les terres sous l'influence des charges qui passent sur la chaussée, de l'humidité et surtout de la gelée ; la moindre irrégularité dans la largeur ou dans la direction de la rainure produit en effet des coincements qui augmentent la résistance et peuvent entraîner la rupture du câble s'ils sont trop énergiques. On espace en général de 1 mètre environ les cadres d'entretoisement.

On peut faire les lignes à câble continu à double voie ou à voie unique. Dans ce dernier cas, il y a de distance en distance des points de croisements où les voitures s'attendent, exactement comme le font les trains sur les lignes à voie unique des chemins de fer à adhérence. Les aiguilles sont automatiques. Sur les lignes à voie unique le même caniveau renferme les deux brins du câble : ceux-ci passent alors de part et d'autre de la rainure et les grips qui les saisissent sont disposés symétriquement par rapport à l'axe de la voiture. Dans les courbes les deux brins du câble ne peuvent passer de part et d'autre de la rainure à cause des poulies horizontales qui sont nécessaires pour les

guider et qui sont placées du même côté pour les deux brins. On dispose alors les câbles l'un au-dessus de l'autre ; mais comme le grip, en passant au droit des poulies, en écarte forcément le câble, il faut que la hauteur des supports soit réglée de telle façon que chacun des câbles vienne, dès que le grip est passé au droit d'une poulie, se replacer de lui-même dans la gorge de celle-ci. Ce réglage est très délicat : au funiculaire de Belleville, où les rayons des courbes descendent à 21 mètres, il a été une des principales difficultés qui ont retardé la mise en service de la ligne.

Ce système de traction est très pratique dans les villes, mais il est coûteux. Les résistances passives sont considérables ; à Belleville, sur une longueur de 2 kilomètres, elles absorbent environ 60 chevaux, c'est-à-dire près des trois quarts de la force nécessaire au mouvement. Il y a, en outre, une usure très rapide du câble qui frotte sur les grips chaque fois que ceux-ci ne sont pas entièrement serrés. La dépense de traction par câble continu peut être évaluée en moyenne à 0,30 par voiture, y compris les salaires des conducteurs ; elle diminue naturellement lorsque le nombre des voitures en circulation augmente, puisque les frais généraux et les résistances passives sont invariables.

Pour diminuer les résistances, on donne aux câbles un faible diamètre (3 centimètres seulement à Belleville) et on les forme de torons en fils d'acier très résistants entourant une âme en chanvre. On leur donne en général une vitesse de 12 à 13 kilomètres à l'heure, c'est-à-dire la vitesse ordinaire des tramways dans les rues des villes.

§ 3. — CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES.

499. — Chemins de fer électriques à moteur fixe. — L'emploi de l'électricité pour la transmission de la force motrice aux trains est d'un emploi déjà ancien ; il est aujourd'hui tout à fait entré dans la pratique, notamment pour les tramways. Il existe en Amérique, plus de 5.000 kilomètres de tramways électriques et leur emploi se répand rapidement en Europe depuis quelques années. Dans le système le plus usité, appelé en Amérique système *overhead*, le courant passe dans un conducteur aérien placé au-dessus de la voie ; la communication avec les véhicules des trains se fait au moyen d'un *trolley*, sorte de perche flexible montée sur un ressort et qui porte à sa partie supérieure une poulie folle en métal ; la poulie, à son passage, soulève légèrement le conducteur, dont le poids suffit pour établir le contact nécessaire à la transmission du courant. Pour que le conducteur puisse être soulevé facilement par le *trolley*, il faut qu'il soit formé d'un simple fil ; celui-ci ne se prêterait pas à la transmission à de longues distances ; aussi le courant lui est-il amené sur différents points du parcours par des câbles plus forts appelés *feeders* (nourrisseurs) dont la seule fonction est de diminuer la résistance électrique du circuit. Le retour du courant se fait par les rails. La tension est généralement de 500 volts ; c'est la limite autorisée en France avec les conducteurs à fils nus.

Au lieu des conducteurs aériens, on a employé, dans plusieurs cas, pour la transmission du courant, soit un des rails même, soit un conducteur fixé aux traverses,

soit enfin un conducteur souterrain placé dans un caniveau analogue à ceux que l'on emploie pour les chemins de fer funiculaires à câble continu. Le premier système ne paraît pas pratique, à moins que la voie ne soit dans des conditions tout à fait spéciales, par exemple dans un souterrain bien sec ; le second n'est pas applicable dans les rues ; le troisième, qui a été appliqué à Budapesth sur un réseau de tramways de 11 kilomètres, quoique supérieur aux précédents, donne lieu à des pertes de courants importantes ; en revanche, il permet d'éviter l'aspect disgracieux des cables aériens et la gêne qu'ils peuvent causer.

On n'a pas jusqu'ici dépassé, sur les lignes électriques à moteur fixe, la vitesse de 30 à 35 kilomètres. La dépense, avec le système overhead est de 0 fr. 15 à 0 fr. 20, y compris les salaires des conducteurs de voitures ; elle peut même descendre au-dessous de 0 fr. 15 si la circulation est très active.

500. — Chemins de fer électriques à moteur mobile. — La forme rotative des moteurs actionnés par l'électricité rend leur emploi particulièrement facile pour les grandes vitesses ; mais la transmission du courant de conducteurs fixes aux véhicules en mouvement présente dans ce cas des difficultés, sinon insurmontables, au moins très sérieuses ; l'emploi de ces conducteurs sur un long parcours exigerait en outre la construction d'usines, réparties de distance en distance et relativement rapprochées, qui grèverait le premier établissement d'une dépense considérable. Aussi a-t-on cherché à faire porter par le train, soit le moteur lui-même, soit des accumulateurs dans lesquels une certaine quantité de travail mécanique peut être emmagasinée. Des recherches intéressantes se font en ce moment dans

cette voie et une locomotive électrique a même déjà circulé entre Rouen et le Hâvre et entre Paris et Mantes : mais il n'est pas possible de prévoir le résultat pratique de ces études, car le problème à résoudre est beaucoup moins simple qu'il ne semble au premier abord. Si, avec les locomotives telles qu'elles sont aujourd'hui, les vitesses déjà très considérables auxquelles on est parvenu ne sont pas dépassées, ce n'est pas, comme on l'a dit quelquefois, parce que ces machines manquent de stabilité ou qu'elles utilisent mal la vapeur. Il existe, sur presque tous les grands réseaux, des machines qui peuvent atteindre des vitesses de 130 à 140 kilomètres à l'heure sans que leur stabilité cesse d'être parfaite ; au point de vue de l'utilisation de la vapeur, elles sont comparables aux meilleures machines fixes, car, bien conduites, elles ne consomment pas plus de 10 à 12 kilogs de vapeur par cheval et par heure ; elles sont en outre très légères, et pèsent seulement de 70 à 80 kilogs par cheval de force, y compris leur tender et leur approvisionnement. Le seul obstacle qui les empêche de marcher plus vite et surtout de remorquer les trains à une vitesse plus rapide, c'est le manque de puissance, c'est-à-dire l'impossibilité de fournir par heure un travail plus considérable sans augmentation de leur poids. Il ne suffit donc pas, pour produire une machine à grande vitesse supérieure à la locomotive actuelle, de substituer la transmission électrique à la transmission directe du mouvement des pistons aux roues ; il faut créer un moteur qui permette d'obtenir une puissance plus grande avec le même poids ou avec un poids moindre. L'emploi des accumulateurs serait une solution tout indiquée de ce problème, s'ils n'étaient eux-mêmes

très lourds ; mais, avec ceux que l'industrie met actuellement à la disposition des ingénieurs, il faut un poids très supérieur à celui d'une locomotive pour emmagasiner un travail équivalent à celui qu'elle peut fournir entre deux arrêts consécutifs.

Lorsque le but qu'on se propose est, non de dépasser les vitesses actuelles des locomotives, mais d'éviter les inconvénients qu'elles offrent dans certains cas, notamment la fumée, le bruit, les trépidations, etc., la difficulté que nous venons de signaler disparaît : il existe actuellement, notamment entre Paris et St-Denis et entre La Haye et Scheveningue des trains à accumulateurs qui font un service excellent, mais cher.

§ 4. — MOTEURS DIVERS.

501. — Moteurs à air comprimé et à eau surchauffée. — Pour terminer l'énumération des divers systèmes de chemins de fer, nous mentionnerons les moteurs à air comprimé (système Mekarski) et à eau surchauffée (système Franck), qui ont pour but, comme les machines basées sur l'emploi des accumulateurs, non de produire directement le travail, mais de dépenser, en cours de route, celui qui est produit dans une usine fixe. Les deux systèmes ne sont appliqués que pour la traction des voitures de tramways dans les villes ou sur les chemins très fréquentés. La dépense par voiture et par kilomètre peut être évaluée à environ 0 fr. 30.

ANNEXES

I. — Extrait du cahier des charges joint à la loi du 4 décembre 1875.

II. — Loi du 11 juin 1880 relative aux chemins de fer d'intérêt local et aux tramways.

III. — Extrait du décret du 6 août 1881 sur l'établissement et l'exploitation des voies ferrées sur le sol des voies publiques.

IV. — Extrait du cahier des charges type pour la concession des chemins de fer d'intérêt local.

V. — Conventions techniques relatives au matériel roulant et aux signaux de l'Union des chemins de fer allemands.

VI. — Documents statistiques relatifs à l'exploitation des chemins de fer français.

VII. — Note sur la forme des bandages des roues et des boudins des rails.

VIII. — Dépenses de construction des chemins de fer d'intérêt général en France.

a) Prix des ponts, viaducs, et ouvrages accessoires.

b) Prix de construction total.

IX. — Railway and Canal traffic Act (Angleterre).

X. — Intterstate commerce Law (Etats-Unis).

ANNEXES

I. — Extrait du cahier des charges joint à la loi du 4 décembre 1875[1].

TITRE II[2]

ENTRETIEN ET EXPLOITATION.

Art. 30. — Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état, de manière que la circulation y soit toujours facile et sûre.

Les frais d'entretien et ceux auxquels donneront lieu les réparations ordinaires et extraordinaires seront entièrement à la charge de la Compagnie.

Si le chemin de fer, une fois achevé, n'est pas constamment entretenu en bon état, il y sera pourvu d'office à la diligence de l'Administration et aux frais de la Compagnie, sans préjudice, s'il y a lieu, de l'application des dispositions indiquées ci-après dans l'article 40.

Le montant des avances faites sera recouvré au moyen de rôles que le préfet rendra exécutoires.

Art. 31. — La Compagnie sera tenue d'établir à ses frais, partout où besoin sera, des gardiens en nombre suffisant pour assurer la sécurité du passage des trains sur la voie et celle de la circulation ordinaire sur les points où le chemin de fer sera traversé à niveau par des routes ou chemins.

Art. 32. — Les machines locomotives seront construites sur les meilleurs modèles ; elles devront consumer leur fumée et satisfaire d'ailleurs à toutes les conditions prescrites ou à prescrire par l'Administration pour la mise en service de ce genre de machines.

Les voitures de voyageurs devront également être faites d'après les meilleurs modèles et satisfaire à toutes les conditions réglées ou à ré-

1. La concession du chemin de fer d'Alais au Rhône est la dernière qui ait fait l'objet d'un cahier des charges spécial applicable aux lignes d'intérêt général.

2. Le titre I été reproduit dans les annexes du premier volume (annexe IV, p. 555).

gler pour les voitures servant au transport des voyageurs sur les chemins de fer. Elles seront suspendues sur ressorts et garnies de banquettes.

Il y en aura de trois classes au moins :

1° Les voitures de première classe seront couvertes, garnies, fermées à glaces, munies de rideaux ;

2° Celles de deuxième classe seront couvertes, fermées à glaces, munies de rideaux et auront des banquettes rembourrées ;

3° Celles de troisième classe seront couvertes, fermées à glaces, munies soit de rideaux, soit de persiennes, et auront des banquettes à dossier. Les dossiers et les banquettes devront être inclinés, et les dossiers seront élevés à la hauteur de la tête des voyageurs.

L'intérieur de chacun des compartiments de toute classe contiendra l'indication du nombre des places de ce compartiment.

L'Administration pourra exiger qu'un compartiment de chaque classe soit réservé, dans les trains de voyageurs, aux femmes voyageant seules.

Les voitures de voyageurs, les wagons destinés au transport des marchandises, des chaises de poste, des chevaux ou des bestiaux, les plates-formes, et, en général, toutes les parties du matériel roulant seront de bonne et solide construction.

La Compagnie sera tenue, pour la mise en service de ce matériel, de se soumettre à tous les règlements sur la matière.

Les machines locomotives, tenders, voitures, wagons de toute espèce, plates-formes, composant le matériel roulant, seront constamment entretenus en bon état.

Art. 33. — Des règlements d'administration publique, rendus après que la Compagnie aura été entendue, détermineront les mesures et les dispositions nécessaires pour assurer la police et l'exploitation du chemin de fer, ainsi que la conservation des ouvrages qui en dépendent.

Toutes les dépenses qu'entraînera l'exécution des mesures prescrites en vertu de ces règlements seront à la charge de la Compagnie.

La Compagnie sera tenue de soumettre à l'approbation de l'Administration les règlements relatifs au service et à l'exploitation du chemin de fer.

Les règlements dont il s'agit dans les deux paragraphes précédents seront obligatoires non seulement pour la Compagnie concessionnaire, mais encore pour toutes celles qui obtiendraient ultérieurement l'autorisation d'établir des lignes de chemin de fer d'embranchement ou de prolongement, et, en général, pour toutes les personnes qui emprunteraient l'usage du chemin de fer.

Le Ministre déterminera, sur la proposition de la Compagnie, le minimum et le maximum de vitesse des convois de voyageurs et de marchandises et des convois spéciaux des postes, ainsi que la durée du trajet.

Art. 34. — Pour tout ce qui concerne l'entretien et les réparations du chemin de fer et de ses dépendances, l'entretien du matériel et le service de l'exploitation, la Compagnie sera soumise au contrôle et à la surveillance de l'Administration.

Outre la surveillance ordinaire, l'Administration déléguera, aussi souvent qu'elle le jugera utile, un ou plusieurs commissaires pour reconnaître et constater l'état du chemin de fer, de ses dépendances et du matériel.

TITRE III

DURÉE, RACHAT ET DÉCHÉANCE DE LA CONCESSION.

Art. 35. — La durée de la concession, pour la ligne mentionnée à l'article 1er du présent cahier des charges, commencera à courir à partir de la date de la loi de concession. Elle prendra fin le 31 décembre 1958.

Art. 36. — A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, et par le seul fait de cette expiration, le Gouvernement sera subrogé à tous les droits de la Compagnie sur le chemin de fer et ses dépendances, et il entrera immédiatement en jouissance de tous ses produits.

La Compagnie sera tenue de lui remettre en bon état d'entretien le chemin de fer et tous les immeubles qui en dépendent, quelle qu'en soit l'origine, tels que les bâtiments des gares et stations, les remises, ateliers et dépôts, les maisons de gardes, etc. Il en sera de même de tous les objets immobiliers dépendant également dudit chemin, tels que les barrières et clôtures, les voies et changements de voies, plaques tournantes, réservoirs d'eau, grues hydrauliques, machines fixes, etc.

Dans les cinq dernières années qui précéderont le terme de la concession, le Gouvernement aura le droit de saisir les revenus du chemin de fer et de les employer à rétablir en bon état le chemin de fer et ses dépendances, si la Compagnie ne se mettait pas en mesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obligation.

En ce qui concerne les objets mobiliers, tels que le matériel roulant, les matériaux, combustibles et approvisionnements de tous genres, le mobilier des stations, l'outillage des ateliers et des gares, l'Etat sera tenu, si la Compagnie le requiert, de reprendre tous ces objets sur l'estimation qui en sera faite à dire d'experts, et réciproquement, si l'Etat le requiert, la Compagnie sera tenue de les céder de la même manière.

Toutefois, l'Etat ne pourra être tenu de reprendre que les approvisionnements nécessaires à l'exploitation du chemin pendant six mois.

Art. 37. — A toute époque, après l'expiration des quinze premières années de la concession, le Gouvernement aura la faculté de racheter la concession entière du chemin de fer.

Pour régler le prix du rachat, on relèvera les produits nets annuels obtenus par la Compagnie pendant les sept années qui auront précédé celle où le rachat sera effectué ; on en déduira les produits nets des deux plus faibles années, et l'on établira le produit net moyen des cinq autres années.

Ce produit net moyen formera le montant d'une annuité qui sera due et payée à la Compagnie pendant chacune des années restant à courir sur la durée de la concession.

Dans aucun cas le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des sept années prises pour terme de comparaison.

La Compagnie recevra, en outre, dans les trois mois qui suivront le rachat, les remboursements auxquels elle aurait droit à l'expiration de la concession, suivant l'article 36 ci-dessus.

Dans tous les cas où il serait fait concession à la Compagnie de nouvelles lignes de chemin de fer, si le Gouvernement use du droit qui lui est réservé par le présent article de racheter la concession entière, la Compagnie pourra demander que les lignes dont la concession remonte à moins de quinze ans soient évaluées, non d'après leurs produits nets, mais d'après leur prix réel de premier établissement.

Art. 38. — Si la Compagnie n'a pas commencé les travaux dans le délai fixé par l'article 2, elle sera déchue de plein droit, sans qu'il y ait lieu à aucune notification accusée ou mise en demeure préalable.

Dans ce cas, la somme de 670,000 francs qui aura été déposée, ainsi qu'il sera dit à l'article 68, à titre de cautionnement, deviendra la propriété de l'Etat et restera acquise au Trésor public.

Art. 39. — Faute par la Compagnie d'avoir terminé les travaux dans le délai fixé par l'article 2 ; faute aussi par elle d'avoir rempli les diverses obligations qui lui sont imposées par le présent cahier des charges, elle encourra la déchéance, et il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par la Compagnie au moyen d'une adjudication que l'on ouvrira sur une mise à prix des ouvrages exécutés, des matériaux approvisionnés et des parties du chemin de fer déjà livrées à l'exploitation.

Les soumissions pourront être inférieures à la mise à prix.

La nouvelle Compagnie sera soumise aux clauses du présent cahier des charges, et la Compagnie évincée recevra d'elle le prix que la nouvelle adjudication aura fixé.

La partie du cautionnement qui n'aura pas encore été restituée deviendra la propriété de l'Etat.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sur les mêmes bases, après un délai de trois mois ; si cette seconde tentative reste également sans résultat, la Compagnie sera définitivement déchue de tous droits, et alors les ouvrages exécutés, les matériaux approvisionnés et les parties de chemin de fer déjà livrées à l'exploitation appartiendront à l'Etat.

Art. 40. — Si l'exploitation du chemin de fer vient à être interrompue en totalité ou en partie, l'Administration prendra immédiatement, aux frais et risques de la Compagnie, les mesures nécessaires pour assurer provisoirement le service.

Si, dans les trois mois de l'organisation du service provisoire, la Compagnie n'a pas valablement justifié qu'elle est en état de reprendre et de continuer l'exploitation, et si elle ne l'a pas effectivement reprise, la déchéance pourra être prononcée par le Ministre. Cette déchéance prononcée, le chemin de fer et toutes ses dépendances seront mis en adjudication, et il sera procédé ainsi qu'il est dit à l'article précédent.

Art. 41. — Les dispositions des trois articles qui précèdent cesseraient d'être applicables, et la déchéance ne serait pas encourue, dans le cas où le concessionnaire n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

TITRE IV

TAXES ET CONDITIONS RELATIVES AU TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES.

Art. 42. — Pour indemniser la Compagnie des travaux et dépenses qu'elle s'engage à faire par le présent cahier des charges, et sous la condition expresse qu'elle en remplira exactement toutes les obligations, le Gouvernement lui accorde l'autorisation de percevoir, pendant toute la durée de la concession, les droits de péage et les prix de transports ci-après déterminés :

TARIF	PRIX de péage.	PRIX de transport.	PRIX TOTAUX
1° PAR TÊTE ET PAR KILOMÈTRE.			
Grande vitesse.			
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Voyageurs. Voitures couvertes, garnies et fermées à glaces (1re classe).	0 067	0 033	0 10
Voyageurs. Voitures couvertes, fermées à glaces, et à banquettes rembourrées (2e classe). .	0 050	0 025	0 075
Voyageurs. Voitures couvertes et fermées à vitres (3e classe).	0 037	0 018	0 055
Enfants. Au-dessous de trois ans les enfants ne payent rien, à la condition d'être portés sur les genoux des personnes qui les accompagnent.			
Enfants. De trois à sept ans, ils payent demi-place et ont droit à une place distincte ; toutefois, dans un même compartiment, deux enfants ne pourront occuper que la place d'un voyageur.			
Enfants. Au-dessus de sept ans, ils paient place entière.			
Chiens transportés dans les trains de voyageurs (sans que la perception puisse être inférieure à 30 centimes).	0 01	0 005	0 015
Petite vitesse.			
Bœufs, vaches, taureaux, chevaux, mulets, bêtes de trait.	0 07	0 03	0 10
Veaux et porcs.	0025	0 015	0 04
Moutons, brebis, agneaux, chèvres	0 01	0 01	0 02
Lorsque les animaux ci-dessus dénommés seront, sur la demande des expéditeurs, transportés à la vitesse des trains de voyageurs, les prix seront doublés.			
2° PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE.			
Marchandises transportées à grande vitesse.			
Huîtres. — Poissons frais. — Denrées. — Excédents de bagages et marchandises de toute classe transportées à la vitesse des trains de voyageurs	0 20	0 16	0 36
Marchandises transportées à petite vitesse.			
1re classe. — Spiritueux. — Huiles. — Bois de menuiserie, de teintures et autres bois exotiques. — Produits			

	PRIX		
	de péage.	de transport.	TOTAUX
chimiques non dénommés. — Œufs. — Viande fraîche. — Gibier. — Sucre. — Café. — Drogues. — Épiceries. — Tissus. — Denrées coloniales. — Objets manufacturés. — Armes.	0 09	0 07	0 16
2e classe. — Blés. — Grains. — Farines. — Légumes farineux. — Riz. — Maïs. — Châtaignes et autres denrées alimentaires non dénommées. — Chaux et plâtre. — Charbon de bois. — Bois à brûler dit *de corde*. — Perches. — Chevrons. — Planches. — Madriers. — Bois de charpente. — Marbre en bloc. — Albâtre. — Bitume. — Cotons. — Laines. — Vins. — Vinaigres. — Boissons. — Bières. — Levûre sèche. — Coke. — Fers. — Cuivres. — Plomb et autres métaux ouvrés ou non. — Fontes moulées. . .	0 08	0 06	0 14
3e classe. — Pierres de taille et produits de carrière. — Minerais autres que les minerais de fer. — Fonte brute. — Sel. — Moellons. — Meulières. — Argiles. — Briques. — Ardoises.	0 06	0 04	0 10
4e classe. — Houille. — Marne. — Cendres. — Fumiers. — Engrais. — Pierres à chaux et à plâtre. — Pavés et matériaux pour la construction et la réparation des routes. — Minerais de fer. — Cailloux et sables. — Pour le parcours de 0 à 100 kilomètres, sans que la taxe puisse être supérieure à 5 francs . .	0 05	0 03	0 08
Pour le parcours de 101 à 300 kilomètres, sans que la taxe puisse être supérieure à 12 fr.	0 03	0 02	0 05
Pour le parcours de plus de 300 kilomètres	0 025	0 015	0 04
3° VOITURES ET MATÉRIEL ROULANT TRANSPORTÉS A PETITE VITESSE			
Par pièce et par kilomètre.			
Wagon ou chariot pouvant porter de trois à six tonnes.	0 09	0 06	0 15
Wagon ou chariot pouvant porter plus de six tonnes.	0 12	0 08	0 20
Locomotives pesant de douze à dix-huit tonnes (ne traînant pas de convoi).	1 80	1 20	3 00
Locomotive pesant plus de dix-huit tonnes (ne traînant pas de convoi)	2 25	1 50	3 75
Tender de sept à dix tonnes.	0 90	0 60	1 50

	PRIX		
	de péage.	de transport.	TOTAUX
Tender de plus de dix tonnes	1 35	0 90	2 25
Les machines locomotives seront considérées comme ne traînant pas de convoi, lorsque le convoi remorqué, soit de voyageurs, soit de marchandises, ne comportera pas un péage au moins égal à celui qui serait perçu sur la locomotive avec son tender marchant sans rien traîner.			
Le prix à payer pour un wagon chargé ne pourra jamais être inférieur à celui qui serait dû pour un wagon marchant à vide.			
Voitures à deux ou quatre roues, à un fond ou à une seule banquette dans l'intérieur.	0 15	0 10	0 25
Voitures à quatre roues, à deux fonds et à deux banquettes dans l'intérieur, omnibus, diligences, etc . . .	0 18	0 14	0 32
Lorsque, sur la demande des expéditeurs, les transports auront lieu à la vitesse des trains de voyageurs, les prix ci-dessus seront doublés.			
Dans ce cas, deux personnes pourront, sans supplément de prix, voyager dans les voitures à une banquette et trois dans les voitures à deux banquettes, omnibus, diligences, etc. Les voyageurs excédant ce nombre payeront le prix des places de 2e classe.			
Voitures de déménagement à deux ou à quatre roues, à vide	0 12	0 08	0 20
Ces voitures, lorsqu'elles seront chargées, payeront en sus des prix ci-dessus, par tonne de chargement et par kilomètre.	0 08	0 06	0 14
4° SERVICE DES POMPES FUNÈBRES ET TRANSPORT DES CERCUEILS.			
Grande vitesse.			
Une voiture des pompes funèbres renfermant un ou plusieurs cercueils sera transportée aux mêmes prix et conditions qu'une voiture à quatre roues, à deux fonds et à deux banquettes.	0 36	0 28	0 64
Chaque cercueil confié à l'Administration du chemin de fer sera transporté, pour les trains ordinaires, dans un compartiment isolé, au prix de.	0 18	0 12	0 30
Et, pour les trains express, dans une voiture spéciale, au prix de	0 60	0 40	1 »

Les prix déterminés ci-dessus pour les transports à grande vitesse ne comprennent pas l'impôt dû à l'Etat.

Il est expressément entendu que les prix de transport ne seront dus à la Compagnie qu'autant qu'elle effectuerait elle-même ces transports à ses frais et par ses propres moyens ; dans le cas contraire, elle n'aura droit qu'aux prix fixés pour le péage.

La perception aura lieu d'après le nombre de kilomètres parcourus. Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Si la distance parcourue est inférieure à 6 kilomètres, elle sera comptée pour 6 kilomètres.

Le poids de la tonne est de 1,000 kilogrammes.

Les fractions de poids ne seront comptées, tant pour la grande que pour la petite vitesse, que par centième de tonne ou par 10 kilogrammes.

Ainsi, tout poids compris entre zéro et 10 kilogrammes paiera comme 10 kilogrammes ; entre 10 et 20 kilogrammes, comme 20 kilogrammes, etc.

Toutefois, pour les excédents de bagages et marchandises à grande vitesse, les coupures seront établies : 1° de zéro à 5 kilogrammes ; 2° au-dessus de 5 jusqu'à 10 kilogrammes ; 3° au-dessus de 10 kilogrammes, par fraction indivisible de 10 kilogrammes.

Quelle que soit la distance parcourue, le prix d'une expédition quelconque, soit en grande, soit en petite vitesse, ne pourra être moindre de 40 centimes.

Dans le cas où le prix de l'hectolitre de blé s'élèverait, sur le marché régulateur de Paris, à 20 francs ou au-dessus, le Gouvernement pourra exiger de la Compagnie que le tarif du transport des blés, grains, riz, maïs, farines et légumes farineux, péage compris, ne puisse s'élever au maximum qu'à 7 centimes par tonne et par kilomètre.

Art. 43. — A moins d'une autorisation spéciale et révocable de l'Administration, tout train régulier de voyageurs devra contenir des voitures de toute classe en nombre suffisant pour toutes les personnes qui se présenteraient au bureau du chemin de fer.

Dans chaque train de voyageurs, la Compagnie aura la faculté de placer des voitures à compartiments spéciaux pour lesquelles il sera établi des prix particuliers, que l'Administration fixera sur la proposition de la Compagnie ; mais le nombre des places à donner dans ces compartiments ne pourra dépasser le cinquième du nombre total des places du train.

Art. 44. — Tout voyageur dont le bagage ne pèsera pas plus de

30 kilogrammes n'aura à payer, pour le port de ce bagage, aucun supplément du prix de sa place.

Cette franchise ne s'appliquera pas aux enfants transportés gratuitement, et elle sera réduite à 20 kilogrammes pour les enfants transportés à moitié prix.

Art. 45. — Les animaux, denrées, marchandises, effets et autres objets non désignés dans le tarif seront rangés, pour les droits à percevoir, dans les classes avec lesquelles ils auront le plus d'analogie, sans que jamais, sauf les exceptions formulées aux articles 46 et 47 ci-après, aucune marchandise non dénommée puisse être soumise à une taxe supérieure à celle de la première classe du tarif ci-dessus.

Les assimilations de classe pourront être provisoirement réglées par la Compagnie ; mais elles seront soumises immédiatement à l'Administration, qui prononcera définitivement.

Art. 46. — Les droits de péage et les prix de transports déterminés au tarif ne sont point applicables à toute masse indivisible pesant plus de trois mille kilogrammes (3,000 kil.).

Néanmoins, la Compagnie ne pourra se refuser à transporter les masses indivisibles pesant de trois mille à cinq mille kilogrammes ; mais les droits de péage et le prix de transport seront augmentés de moitié.

La Compagnie ne pourra être contrainte à transporter les masses pesant plus de cinq mille kilogrammes (5,000 kil.).

Si, nonobstant la disposition qui précède, la Compagnie transporte des masses indivisibles pesant plus de cinq mille kilogrammes, elle devra, pendant trois mois au moins, accorder les mêmes facilités à tous ceux qui en feraient la demande.

Dans ce cas, les prix de transport seront fixés par l'Administration, sur la proposition de la Compagnie.

Art. 47. — Les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables :

1° Aux denrées et objets qui ne sont pas nommément énoncés dans le tarif et qui ne pèseraient pas deux cents kilogrammes sous le volume d'un mètre cube ;

2° Aux matières inflammables ou explosibles, aux animaux et objets dangereux, pour lesquels des règlements de police prescriraient des précautions spéciales ;

3° Aux animaux dont la valeur déclarée excéderait cinq mille francs ;

4° A l'or et à l'argent, soit en lingots, soit monnayés ou travaillés, au plaqué d'or ou d'argent, au mercure et au platine, ainsi qu'aux bijoux, dentelles, pierres précieuses, objets d'art et autres valeurs ;

5° Et, en général, à tous paquets, colis ou excédents de bagages pesant isolément quarante kilogrammes et au-dessous.

Toutefois, les prix de transport déterminés au tarif sont applicables à tous paquets ou colis, quoique emballés à part, s'ils font partie d'envois, pesant ensemble plus de quarante kilogrammes, d'objets envoyés par une même personne à une même personne. Il en sera de même pour les excédents de bagage qui pèseraient ensemble ou isolément plus de quarante kilogrammes.

Le bénéfice de la disposition énoncée dans le paragraphe précédent, en ce qui concerne les paquets et colis, ne peut être invoqué par les entrepreneurs de messageries et de roulage, et autres intermédiaires de transport, à moins que les articles par eux envoyés ne soient réunis en un seul colis.

Dans les cinq cas ci-dessus spécifiés, les prix de transport seront arrêtés annuellement par l'Administration, tant pour la grande que pour la petite vitesse, sur la proposition de la Compagnie.

En ce qui concerne les paquets ou colis mentionnés § 5 ci-dessus, les prix de transport devront être calculés de telle manière qu'en aucun cas un de ces paquets ou colis ne puisse payer un prix plus élevé qu'un article de même nature pesant quarante kilogrammes.

Art. 48. — Dans le cas où la Compagnie jugerait convenable, soit pour le parcours total, soit pour les parcours partiels de la voie de fer, d'abaisser, avec ou sans conditions, au-dessous des limites déterminées par le tarif, les taxes qu'elle est autorisée à percevoir, les taxes abaissées ne pourront être relevées qu'après un délai de trois mois au moins pour les voyageurs et d'un an pour les marchandises.

Toute modification de tarif proposée par la Compagnie sera annoncée un mois d'avance par des affiches.

La perception des tarifs modifiés ne pourra avoir lieu qu'avec l'homologation de l'Administration supérieure, conformément aux dispositions de l'ordonnance du 15 novembre 1846.

La perception des taxes devra se faire indistinctement et sans aucune faveur.

Tout traité particulier qui aurait pour effet d'accorder à un ou plusieurs expéditeurs une réduction sur les tarifs approuvés demeure formellement interdit.

Toutefois, cette disposition n'est pas applicable aux traités qui pourraient intervenir entre le Gouvernement et la Compagnie, dans l'intérêt des services publics, ni aux réductions ou remises qui seraient accordées par la Compagnie aux indigents.

En cas d'abaissement des tarifs, la réduction portera proportionnellement sur le péage et sur le transport.

Art. 49. — La Compagnie sera tenue d'effectuer constamment avec soin, exactitude et célérité, et sans tour de faveur, le transport des voyageurs, bestiaux, denrées, marchandises et objets quelconques qui lui seront confiés.

Les colis, bestiaux et objets quelconques seront inscrits, à la gare d'où ils partent et à la gare où ils arrivent, sur des registres spéciaux, au fur et à mesure de leur réception : mention sera faite, sur le registre de la gare de départ, du prix total dû pour leur transport.

Pour les marchandises ayant une même destination, les expéditions auront lieu suivant l'ordre de leur inscription à la gare de départ.

Toute expédition de marchandises sera constatée, si l'expéditeur le demande, par une lettre de voiture dont un exemplaire restera aux mains de la Compagnie et l'autre aux mains de l'expéditeur. Dans le cas où l'expéditeur ne demanderait pas de lettre de voiture, la Compagnie sera tenue de lui délivrer un récépissé qui énoncera la nature et le poids du colis, le prix total du transport et le délai dans lequel ce transport devra être effectué.

Art. 50. — Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques seront expédiés et livrés de gare en gare dans les délais résultant des conditions ci-après exprimées :

1° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques à grande vitesse seront expédiés par le premier train de voyageurs comprenant des voitures de toutes classes et correspondant avec leur destination, pourvu qu'ils aient été présentés à l'enregistrement trois heures avant le départ de ce train.

Ils seront mis à la disposition des destinataires, à la gare, dans le délai de deux heures après l'arrivée du même train.

2° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques à petite vitesse seront expédiés dans le jour qui suivra celui de la remise ; toutefois l'Administration supérieure pourra étendre ce délai à deux jours.

Le maximum de durée du trajet sera fixé par l'Administration, sur la proposition de la Compagnie, sans que ce maximum puisse excéder vingt-quatre heures par fraction indivisible de cent vingt-cinq kilomètres.

Les colis seront mis à la disposition des destinataires dans le jour qui suivra celui de leur arrivée en gare.

Le délai total résultant des trois paragraphes ci-dessus sera seul obligatoire pour la Compagnie.

Il pourra être établi un tarif réduit, approuvé par le ministre, pour tout expéditeur qui acceptera des délais plus longs que ceux déterminés ci-dessus pour la petite vitesse.

Pour le transport des marchandises, il pourra être établi, sur la proposition de la Compagnie, un délai moyen entre ceux de la grande et de la petite vitesse. Le prix correspondant à ce délai sera un prix intermédiaire entre ceux de la grande et de la petite vitesse.

L'Administration supérieure déterminera, par des règlements spéciaux, les heures d'ouverture et de fermeture des gares et stations, tant en hiver qu'en été, ainsi que les dispositions relatives aux denrées apportées par les trains de nuit et destinées à l'approvisionnement des marchés des villes.

Lorsque la marchandise devra passer d'une ligne sur une autre sans solution de continuité, les délais de livraison et d'expédition au point de jonction seront fixés par l'Administration, sur la proposition de la Compagnie.

Art. 51. — Les frais accessoires non mentionnés dans les tarifs, tels que ceux d'enregistrement, de chargement, de déchargement et de magasinage dans les gares et magasins du chemin de fer, seront fixés annuellement par l'Administration, sur la proposition de la Compagnie.

Art. 52. — La Compagnie sera tenue de faire, soit par elle-même, soit par un intermédiaire dont elle répondra, le factage et le camionnage pour la remise au domicile des destinataires de toutes les marchandises qui lui sont confiées.

Le factage et le camionnage ne seront point obligatoires en dehors du rayon de l'octroi, non plus que pour les gares qui desserviraient soit une population agglomérée de moins de cinq mille habitants, soit un centre de population de cinq mille habitants situé à plus de cinq kilomètres de la gare du chemin de fer.

Les tarifs à percevoir seront fixés par l'Administration, sur la proposition de la Compagnie. Ils seront applicables à tout le monde, sans distinction.

Toutefois, les expéditeurs et destinataires resteront libres de faire eux-mêmes et à leurs frais le factage et le camionnage des marchandises.

Art. 53. — A moins d'une autorisation spéciale de l'Administration, il est interdit à la Compagnie, conformément à l'article 14 de la loi du 15 juillet 1845, de faire directement ou indirectement avec des entreprises de transport de voyageurs ou de marchandises par terre ou par eau, sous quelque dénomination ou forme que ce puisse être, des arrangements qui ne seraient pas consentis en faveur de toutes les entreprises desservant les mêmes voies de communication.

L'Administration, agissant en vertu de l'article 33 ci-dessus, prescrira les mesures à prendre pour assurer la plus complète égalité entre les

diverses entreprises de transport dans leurs rapports avec le chemin de fer.

TITRE V

STIPULATIONS RELATIVES A DIVERS SERVICES PUBLICS.

Art. 54. — Les militaires ou marins voyageant en corps, aussi bien que les militaires ou marins voyageant isolément pour cause de service, envoyés en congé limité ou en permission, ou rentrant dans leurs foyers après libération, ne seront assujettis, eux, leurs chevaux et leurs bagages, qu'au quart de la taxe du tarif fixé par le présent cahier des charges.

Si le Gouvernement avait besoin de diriger des troupes et un matériel militaire ou naval sur l'un des points desservis par le chemin de fer, la Compagnie serait tenue de mettre immédiatement à sa disposition, pour la moitié de la taxe du même tarif, tous ses moyens de transport.

Art. 55. — Les fonctionnaires ou agents chargés de l'inspection, du contrôle et de la surveillance du chemin de fer seront transportés gratuitement dans les voitures de la Compagnie.

La même faculté est accordée aux agents des contributions indirectes et des douanes chargés de la surveillance des chemins de fer dans l'intérêt de la perception de l'impôt.

Art. 56. — Le service des lettres et dépêches sera fait comme il suit :

1° A chacun des trains de voyageurs et de marchandises circulant aux heures ordinaires de l'exploitation, la Compagnie sera tenue de réserver gratuitement deux compartiments spéciaux d'une voiture de 2e classe, ou un espace équivalent, pour recevoir les lettres, les dépêches et les agents nécessaires au service des postes, le surplus de la voiture restant à la disposition de la Compagnie.

2° Si le volume des dépêches ou la nature du service rend insuffisante la capacité des deux compartiments à deux banquettes, de sorte qu'il y ait lieu de substituer une voiture spéciale aux wagons ordinaires, le transport de cette voiture sera également gratuit.

Lorsque la Compagnie voudra changer les heures de départ de ses convois ordinaires, elle sera tenue d'en avertir l'Administration des Postes quinze jours à l'avance.

3° Un train spécial régulier, dit *train journalier de la poste*, sera mis gratuitement chaque jour, à l'aller et au retour, à la disposition du Ministre des finances pour le transport des dépêches sur toute l'étendue de la ligne.

4° L'étendue du parcours, les heures de départ et d'arrivée, soit de jour, soit de nuit, la marche et les stationnements de ce convoi sont

réglés par le Ministre des travaux publics et le Ministre des finances, la Compagnie entendue.

5° Indépendamment de ce train, il pourra y avoir tous les jours, à l'aller et au retour, un ou plusieurs convois spéciaux, dont la marche sera réglée comme il est dit ci-dessus. La rétribution payée à la Compagnie pour chaque convoi ne pourra excéder soixante-quinze centimes par kilomètre parcouru par la première voiture, et vingt-cinq centimes par chaque voiture en sus de la première.

6° La Compagnie pourra placer dans les convois spéciaux de la poste des voitures de toutes classes pour le transport, à son profit, des voyageurs et des marchandises.

7° La Compagnie ne pourra être tenue d'établir des convois spéciaux ou de changer les heures de départ, la marche ou le stationnement de ces convois, qu'autant que l'administration l'aura prévenue par écrit quinze jours à l'avance.

8° Néanmoins, toutes les fois qu'en dehors des services réguliers, l'Administration requerra l'expédition d'un convoi extraordinaire, soit de jour, soit de nuit, cette expédition devra être faite immédiatement, sauf l'observation des règlements de police. Le prix sera ultérieurement réglé, de gré à gré ou à dire d'experts, entre l'Administration et la Compagnie.

9° L'Administration des postes fera construire, à ses frais, les voitures qu'il pourra être nécessaire d'affecter spécialement au transport et à la manutention des dépêches. Elle réglera la forme et les dimensions de ces voitures, sauf l'approbation, par le Ministre des travaux publics, des dispositions qui intéressent la régularité et la sécurité de la circulation. Elles seront montées sur châssis et sur roues. Leur poids ne dépassera pas huit mille kilogrammes, chargement compris. L'Administration des Postes fera entretenir, à ses frais, ses voitures spéciales ; toutefois, l'entretien des châssis et des roues sera à la charge de la Compagnie.

10° La Compagnie ne pourra réclamer aucune augmentation des prix ci-dessus indiqués, lorsqu'il sera nécessaire d'employer des plates-formes au transport des malles-poste ou des voitures spéciales en réparation.

11° La vitesse moyenne des convois spéciaux mis à la disposition de l'Administration des Postes ne pourra être moindre de quarante kilomètres à l'heure, temps d'arrêt compris ; l'Administration pourra consentir une vitesse moindre, soit à raison des pentes, soit à raison des courbes à parcourir, ou bien exiger une plus grande vitesse, dans le cas où la Compagnie obtiendrait plus tard dans la marche de son service une vitesse supérieure.

12° La Compagnie sera tenue de transporter gratuitement, par tous les convois de voyageurs, tout agent des Postes chargé d'une mission ou d'un service accidentel et porteur d'un ordre de service régulier, délivré à Paris par le Directeur général des Postes. Il sera accordé à l'agent des Postes en mission une place de voiture de deuxième classe, ou de première classe si le convoi ne comporte pas de voitures de deuxième classe.

13° La compagnie sera tenue de fournir à chacun des points extrêmes de la ligne, ainsi qu'aux principales stations intermédiaires qui seront désignées par l'administration des Postes, un emplacement sur lequel l'Administration pourra faire construire des bureaux de poste ou d'entrepôt des dépêches, et des hangars pour le chargement et le déchargement des malles-poste. Les dimensions de cet emplacement seront, au maximum, de 64 mètres carrés dans les gares des départements, et du double à Paris.

14° La valeur locative du terrain ainsi fourni par la Compagnie lui sera payée de gré à gré ou à dire d'experts.

15° La position sera choisie de manière que les bâtiments qui y seront construits aux frais de l'Administration des Postes ne puissent entraver en rien le service de la Compagnie.

16° l'Administration se réserve le droit d'établir, à ses frais, sans indemnité, mais aussi sans responsabilité pour la Compagnie, tous poteaux ou appareils nécessaires à l'échange des dépêches sans arrêt de train, à la condition que ces appareils, par leur nature ou leur position, n'apportent pas d'entraves aux différents services de la ligne ou des stations.

17° Les employés chargés de la surveillance du service, les agents préposés à l'échange ou à l'entrepôt des dépêches, auront accès dans les gares ou stations pour l'exécution de leur service, en se conformant aux règlements de police intérieure de la Compagnie.

Art. 57. — La Compagnie sera tenue, à toute réquisition, de faire partir, par convoi ordinaire, les wagons ou voitures cellulaires employés au transport des prévenus, accusés ou condamnés.

Les wagons et les voitures employés au service dont il s'agit seront construits aux frais de l'Etat ou des départements ; leurs formes et dimensions seront déterminées de concert par le Ministre de l'intérieur et par le Ministre des travaux publics, la Compagnie entendue.

Les employés de l'Administration, les gardiens et les prisonniers placés dans les wagons ou voitures cellulaires ne seront assujettis qu'à la moitié de la taxe applicable aux places de 3e classe, telle qu'elle est fixée par le présent cahier des charges.

Les gendarmes placés dans les mêmes voitures ne payeront que le quart de la même taxe.

Le transport des wagons et des voitures sera gratuit.

Dans le cas où l'Administration voudrait, pour le transport des prisonniers, faire usage des voitures de la Compagnie, celle-ci serait tenue de mettre à sa disposition un ou plusieurs compartiments spéciaux de voitures de 2e classe à deux banquettes. Le prix de location en sera fixé à raison de vingt centimes (0 fr. 20) par compartiment et par kilomètre.

Les dispositions qui précèdent seront applicables au transport des jeunes délinquants recueillis par l'Administration pour être transférés dans les établissements d'éducation.

Art. 58. — Le Gouvernement se réserve la faculté de faire, le long des voies, toutes les constructions, de poser tous les appareils nécessaires à l'établissement d'une ligne télégraphique, sans nuire au service du chemin de fer.

Sur la demande de l'Administration des lignes télégraphiques, il sera réservé, dans les gares des villes et des localités qui seront désignées ultérieurement, le terrain nécessaire à l'établissement des maisonnettes destinées à recevoir le bureau télégraphique et son matériel.

La Compagnie concessionnaire sera tenue de faire garder, par ses agents, les fils et les appareils des lignes électriques, de donner aux employés télégraphiques connaissance de tous les accidents qui pourraient survenir et de leur en faire connaître les causes. En cas de rupture du fil télégraphique, les employés de la Compagnie auront à raccrocher provisoirement les bouts séparés, d'après les instructions qui leur seront données à cet effet.

Les agents de la Télégraphie voyageant pour le service de la ligne électrique auront le droit de circuler gratuitement dans les voitures du chemin de fer.

En cas de rupture du fil télégraphique ou d'accidents graves, une locomotive sera mise immédiatement à la disposition de l'Inspecteur télégraphique de la ligne pour le transporter sur le lieu de l'accident avec les hommes et les matériaux nécessaires à la réparation. Ce transport sera gratuit et il devra être effectué dans des conditions telles qu'il ne puisse entraver en rien la circulation publique.

Dans le cas où des déplacements de fils, appareils ou poteaux deviendraient nécessaires par suite de travaux exécutés sur le chemin, ces déplacements auront lieu aux frais de la Compagnie par les soins de l'Administration des lignes télégraphiques.

La Compagnie pourra être autorisée, et au besoin requise par le Ministre des travaux publics, agissant de concert avec le Ministre de l'intérieur, d'établir, à ses frais, les fils et appareils télégraphiques destinés

à transmettre les signaux nécessaires pour la sûreté et la régularité de son exploitation.

Elle pourra, avec l'autorisation du Ministre de l'intérieur, se servir des poteaux de la ligne télégraphique de l'Etat, lorsqu'une semblable ligne existera sur la voie.

La Compagnie sera tenue de se soumettre à tous les règlements d'administration publique concernant l'établissement et l'emploi de ces appareils, ainsi que l'organisation, aux frais de la Compagnie, du contrôle de ce service par les agents de l'Etat.

TITRE VI

CLAUSES DIVERSES.

Art. 59. — Dans le cas où le Gouvernement ordonnerait ou autoriserait la construction de routes nationales, départementales ou vicinales, de chemins de fer ou de canaux qui traverseraient la ligne objet de la présente concession, la Compagnie ne pourra s'opposer à ces travaux : mais toutes les dispositions nécessaires seront prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle à la construction ou au service du chemin de fer, ni aucuns frais pour la Compagnie.

Art. 60. — Toute exécution ou autorisation ultérieure de route, de canal, de chemin de fer, de travaux de navigation dans la contrée où est situé le chemin de fer objet de la présente concession, ou dans toute autre contrée voisine ou éloignée, ne pourra donner ouverture à aucune demande d'indemnité de la part de la Compagnie.

Art. 61. — Le Gouvernement se réserve expressément le droit d'accorder de nouvelles concessions de chemins de fer s'embranchant sur le chemin qui fait l'objet du présent cahier des charges, ou qui seraient établis en prolongement du même chemin.

La Compagnie ne pourra mettre aucun obstacle à ces embranchements ni réclamer à l'occasion de leur établissement aucune indemnité quelconque, pourvu qu'il n'en résulte aucun obstacle à la circulation, ni aucuns frais particuliers à la Compagnie.

Les Compagnies concessionnaires de chemins de fer d'embranchement ou de prolongement auront la faculté, moyennant les tarifs ci-dessus déterminés et l'observation des règlements de police et de service établis ou à établir, de faire circuler leurs voitures, wagons et machines sur le chemin de fer objet de la présente concession, pour lequel cette faculté sera réciproque à l'égard desdits embranchements et prolongements.

Dans ce cas, lesdites compagnies ne payeront le prix de péage que

pour le nombre de kilomètres réellement parcourus, un kilomètre entamé étant d'ailleurs considéré comme parcouru.

Dans le cas où les diverses compagnies ne pourraient s'entendre entre elles sur l'exercice de cette faculté, le Gouvernement statuerait sur les difficultés qui s'élèveraient entre elles à cet égard.

Dans le cas où une Compagnie d'embranchement ou de prolongement joignant la ligne qui fait l'objet de la présente concession n'userait pas de la faculté de circuler sur cette ligne, comme aussi dans le cas où la Compagnie concessionnaire de cette ligne ne voudrait pas circuler sur les prolongements et embranchements, les Compagnies seraient tenues de s'arranger entre elles de manière que le service de transport ne soit jamais interrompu aux points de jonction des diverses lignes.

Dans le cas où le service des chemins de fer d'embranchement devrait être établi dans les gares de la Compagnie, la redevance à payer à ladite Compagnie sera réglée d'un commun accord, entre les deux Compagnies intéressées, et, en cas de dissentiment, par voie d'arbitrage.

En cas de désaccord sur le principe ou l'exercice de l'usage commun desdites gares, il sera statué par le Ministre, les deux Compagnies entendues.

Celle des Compagnies qui se servira d'un matériel qui ne serait pas sa propriété payera une indemnité en rapport avec l'usage et la détérioration de ce matériel. Dans le cas où les Compagnies ne se mettraient pas d'accord sur la quotité de l'indemnité ou sur les moyens d'assurer la continuation du service sur toute la ligne, le Gouvernement y pourvoirait d'office et prescrirait toutes les mesures nécessaires.

La Compagnie pourra être assujettie, par les décrets qui seront ultérieurement rendus pour l'exploitation des chemins de fer de prolongement ou d'embranchement joignant ceux qui lui sont concédés, à accorder aux Compagnies de ces chemins une réduction de péage ainsi calculée :

1° Si le prolongement ou l'embranchement n'a pas plus de 100 kilomètres, dix pour cent (10 0/0) du prix perçu par la Compagnie ;

2° Si le prolongement ou l'embranchement excède 100 kilomètres, quinze pour cent (15 0/0) ;

3° Si le prolongement ou l'embranchement excède 200 kilomètres, vingt pour cent (20 0/0) ;

4° Si le prolongement ou l'embranchement excède 300 kilomètres, vingt-cinq pour cent (25 0/0).

La Compagnie sera tenue, si l'Administration le juge convenable, de partager l'usage des stations établies à l'origine des chemins de fer d'embranchement avec les Compagnies qui deviendraient ultérieurement concessionnaires desdits chemins.

En cas de difficultés entre les Compagnies pour l'application de cette clause, il sera statué par le Gouvernement.

Art. 62. — La Compagnie sera tenue de s'entendre avec tout propriétaire de mines ou d'usines qui, offrant de se soumettre aux conditions prescrites ci-après, demanderait un embranchement ; à défaut d'accord, le gouvernement statuera sur la demande, la Compagnie entendue.

Les embranchements seront construits aux frais des propriétaires de mines et d'usines et de manière à ce qu'il ne résulte de leur établissement aucune entrave à la circulation générale, aucune cause d'avarie pour le matériel, ni aucuns frais particuliers pour la Compagnie.

Leur entretien devra être fait avec soin et aux frais de leurs propriétaires, et sous le contrôle de l'administration. La Compagnie aura le droit de faire surveiller, par ses agents, cet entretien, ainsi que l'emploi de son matériel sur les embranchements.

L'Administration pourra, à toutes époques, prescrire les modifications qui seraient jugées utiles dans la soudure, le tracé ou l'établissement de la voie desdits embranchements, et les changements seront opérés aux frais des propriétaires.

L'Administration pourra même, après avoir entendu les propriétaires, ordonner l'enlèvement temporaire des aiguilles de soudure, dans le cas où les établissements embranchés viendraient à suspendre en tout ou en partie leurs transports.

La Compagnie sera tenue d'envoyer ses wagons sur tous les embranchements autorisés, destinés à faire communiquer des établissements de mines ou d'usines avec la ligne principale du chemin de fer.

La Compagnie amènera ses wagons à l'entrée des embranchements.

Les expéditeurs ou destinataires feront conduire les wagons dans leurs établissements, pour les charger ou décharger, et les ramèneront au point de jonction avec la ligne principale, le tout à leurs frais.

Les wagons ne pourront d'ailleurs être employés qu'au transport d'objets et marchandises destinés à la ligne principale du chemin de fer.

Le temps pendant lequel les wagons séjourneront sur les embranchements particuliers ne pourra excéder six heures, lorsque l'embranchement n'aura pas plus d'un kilomètre. Le temps sera augmenté d'une demi-heure par kilomètre en sus du premier, non compris les heures de la nuit, depuis le coucher jusqu'au lever du soleil.

Dans le cas où les limites de temps seraient dépassées, nonobstant l'avertissement spécial donné par la Compagnie, elle pourra exiger une indemnité égale à la valeur du droit de loyer des wagons, pour chaque période de retard après l'avertissement.

Les traitements des gardiens d'aiguilles et des barrières des embranchements autorisés par l'Administration seront à la charge des propriétaires des embranchements. Ces gardiens seront nommés et payés par la Compagnie, et les frais qui en résulteront lui seront remboursés par lesdits propriétaires.

En cas de difficultés, il sera statué par l'Administration, la Compagnie entendue.

Les propriétaires d'embranchements seront responsables des avaries que le matériel pourrait éprouver pendant son parcours ou son séjour sur ces lignes.

Dans le cas d'inexécution d'une ou de plusieurs des conditions énoncées ci-dessus, le préfet pourra, sur la plainte de la Compagnie et après avoir entendu le propriétaire de l'embranchement, ordonner, par un arrêté, la suspension du service, et faire supprimer la soudure, sauf recours à l'Administration supérieure, et sans préjudice de tous dommages-intérêts que la Compagnie serait en droit de répéter, pour la non-exécution de ces conditions.

Pour indemniser la Compagnie de la fourniture et de l'envoi de son matériel sur les embranchements, elle est autorisée à percevoir un prix fixe de douze centimes (0,12) par tonne pour le premier kilomètre, et, en outre, quatre centimes (0 fr. 04) par tonne et par kilomètre en sus du premier, lorsque la longueur de l'embranchement excèdera un kilomètre.

Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Le chargement et le déchargement sur les embranchements s'opéreront aux frais des expéditeurs ou destinataires, soit qu'ils les fassent eux-mêmes, soit que la Compagnie du chemin de fer consente à les opérer.

Dans ce dernier cas, ces frais seront l'objet d'un règlement arrêté par l'Administration supérieure, sur la proposition de la Compagnie.

Tout wagon envoyé par la Compagnie sur un embranchement devra être payé comme wagon complet, lors même qu'il ne serait pas complètement chargé.

La surcharge, s'il y en a, sera payée au prix du tarif légal et au prorata du poids réel. La Compagnie sera en droit de refuser les chargements qui dépasseraient le maximum de 3,500 kilogrammes, déterminé en raison des dimensions actuelles des wagons.

Le maximum sera révisé par l'Administration, de manière à être toujours en rapport avec la capacité des wagons.

Les wagons seront pesés à la station d'arrivée par les soins et aux frais de la Compagnie.

Art. 63. — La contribution foncière sera établie en raison de la surface des terrains occupés par le chemin de fer et ses dépendances. La cote en sera calculée, comme pour les canaux, conformément à la loi du 25 avril 1803.

Les bâtiments et magasins dépendant de l'exploitation du chemin de fer seront assimilés aux propriétés bâties de la localité. Toutes les contributions auxquelles ces édifices pourront être soumis seront, aussi bien que la contribution foncière, à charge de la Compagnie.

Art. 64. — Les agents et gardes que la Compagnie établira, soit pour la perception des droits, soit pour la surveillance et la police du chemin de fer et de ses dépendances, pourront être assermentés et seront, dans ce cas, assimilés aux gardes champêtres.

Art. 65. — Un règlement d'administration publique désignera, la Compagnie entendue, les emplois dont la moitié devra être réservée aux anciens militaires de l'armée de terre et de mer libérés du service.

Art. 66. — Il sera institué, près de la Compagnie, un ou plusieurs inspecteurs ou commissaires spécialement chargés de surveiller les opérations de la Compagnie, pour tout ce qui ne rentre pas dans les attributions des ingénieurs de l'État.

Art. 67. — Les frais de visite, de surveillance et de réception des travaux, et les frais de contrôle de l'exploitation seront supportés par la Compagnie. Ces frais comprendront le traitement des inspecteurs ou commissaires dont il a été question dans l'article précédent.

Afin de pourvoir à ces frais, la Compagnie sera tenue de verser, chaque année, à la caisse centrale du Trésor public, une somme de 120 francs par chaque kilomètre de chemin de fer concédé. Toutefois cette somme sera réduite à 50 fr. par kilomètre, pour les sections non encore livrées à l'exploitation.

Dans lesdites sommes n'est pas comprise celle qui sera déterminée, en exécution de l'article 58 ci-dessus, pour frais de contrôle du service télégraphique de la Compagnie par les agents de l'Etat.

Si la Compagnie ne verse pas les sommes ci-dessus réglées, aux époques qui auront été fixées, le préfet rendra un rôle exécutoire et le montant en sera recouvré comme en matière de contributions publiques.

Art. 68. — Avant la promulgation de la loi de concession, le concessionnaire déposera au Trésor public une somme de six cent soixante-dix mille francs (670,000), en numéraire ou en rentes sur l'Etat, calculées conformément au décret du 31 janvier 1872, ou en bons du Trésor ou autres effets publics, avec transfert, au profit de la caisse des Dépôts

et Consignations, de celles de ces valeurs qui seraient nominatives ou à ordre.

Cette somme formera le cautionnement de l'entreprise.

Elle sera rendue à la Compagnie par cinquième et proportionnellement à l'avancement des travaux. Le dernier cinquième ne sera remboursé qu'après leur entier achèvement.

Art. 69. — La Compagnie devra faire élection de domicile à Nimes.

Dans le cas où elle ne l'aurait pas fait, toute notification ou signification à elle adressée sera valable, lorsqu'elle sera faite au secrétariat général de la préfecture du Gard.

Art. 70. — Les contestations qui s'élèveraient entre la Compagnie et l'Administration, au sujet de l'exécution et de l'interprétation des clauses du présent cahier des charges, seront jugées administrativement par le conseil de préfecture du département du Gard, sauf recours au Conseil d'Etat.

II. — Loi du 11 juin 1888 relative aux chemins de fer d'intérêt local et aux tramways.

CHAPITRE PREMIER.

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL.

Art. 1er. — L'établissement des chemins de fer d'intérêt local par les départements ou par les communes, avec ou sans le concours des propriétaires intéressés, est soumis aux dispositions suivantes.

Art. 2. — S'il s'agit de chemins à établir par un département, sur le territoire d'une ou plusieurs communes, le conseil général arrête, après instruction préalable par le préfet et après enquête, la direction de ces chemins, le mode et les conditions de leur construction, ainsi que les traités et les dispositions nécessaires pour en assurer l'exploitation, en se conformant aux clauses et conditions du cahier des charges type approuvé par le Conseil d'Etat, sauf les modifications qui seraient apportées par la convention et la loi d'approbation.

Si la ligne doit s'étendre sur plusieurs départements, il y aura lieu à l'application des articles 89 et 90 de la loi du 10 août 1871.

S'il s'agit de chemins de fer d'intérêt local à établir par une commune sur son territoire, les attributions confiées au Conseil général par le paragraphe 1er du présent article seront exercées par le Conseil municipal dans les mêmes conditions et sans qu'il soit besoin de l'approbation du préfet.

Les projets de chemins de fer d'intérêt local départementaux ou communaux, ainsi arrêtés, sont soumis à l'examen du Conseil général des ponts et chaussées et du Conseil d'État. Si le projet a été arrêté par un Conseil municipal, il est accompagné de l'avis du Conseil général.

L'utilité publique est déclarée et l'exécution est autorisée par une loi.

Art. 3. — L'autorisation obtenue, s'il s'agit d'un chemin de fer concédé par le Conseil général, le préfet, après avoir pris l'avis de l'Ingénieur en chef du département, soumet les projets d'exécution au Conseil général, qui statue définitivement.

Néanmoins, dans les deux mois qui suivent la délibération, le Ministre des travaux publics, sur la proposition du préfet, peut, après avoir pris l'avis du Conseil général des ponts et chaussées, appeler le Conseil général du département à délibérer de nouveau sur lesdits projets.

Si la ligne doit s'étendre sur plusieurs départements, et s'il y a désaccord entre les Conseils généraux, le Ministre statue.

S'il s'agit d'un chemin concédé par un Conseil municipal, les attributions exercées par le Conseil général, aux termes du paragraphe 1er du présent article, appartiennent au Conseil municipal, dont la délibération est soumise à l'approbation du préfet.

Si un chemin de fer d'intérêt local doit emprunter le sol d'une voie publique, les projets d'exécution sont précédés de l'enquête prévue par l'article 29 de la présente loi.

Dans ce cas, sont également applicables les articles 34, 35, 37 et 38 ci-après.

Les projets de détail des ouvrages sont approuvés par le préfet, sur l'avis de l'ingénieur en chef.

Art. 4. — L'acte de concession détermine les droits de péage et les prix de transport que le concessionnaire est autorisé à percevoir pendant toute la durée de sa concession.

Art. 5. — Les taxes perçues dans les limites du maximum fixé par le cahier des charges sont homologuées par le Ministre des travaux publics, dans le cas où la ligne s'étend sur plusieurs départements, et dans le cas de tarifs communs à plusieurs lignes. Elles sont homologuées par le préfet dans les autres cas.

Art. 6. — L'autorité qui fait la concession a toujours le droit :

1° D'autoriser d'autres voies ferrées à s'embrancher sur des lignes concédées ou à s'y raccorder ;

2° D'accorder à ces entreprises nouvelles, moyennant le payement des droits de péage fixés par le cahier des charges, la faculté de faire circuler leurs voitures sur les lignes concédées ;

3° De racheter la concession aux conditions qui seront fixées par le cahier des charges ;

4° De supprimer ou de modifier une partie du tracé lorsque la nécessité en aura été reconnue après enquête.

Dans ces deux derniers cas, si les droits du concessionnaire ne sont pas réglés par un accord préalable ou par un arbitrage établi soit par le cahier des charges, soit par une convention postérieure, l'indemnité qui peut lui être due est liquidée par une commission spéciale formée comme il est dit au paragraphe 3 de l'article 11 de la présente loi.

Art. 7. — Le cahier des charges détermine :

1° Les droits et les obligations du concessionnaire pendant la durée de la concession ;

2° Les droits et les obligations du concessionnaire à l'expiration de la concession ;

3° Les cas dans lesquels l'inexécution des conditions de la concession

peut entraîner la déchéance du concessionnaire, ainsi que les mesures à prendre à l'égard du concessionnaire déchu.

La déchéance est prononcée, dans tous les cas, par le Ministre des travaux publics, sauf recours au Conseil d'Etat par la voie contentieuse.

Art. 8. — Aucune concession ne pourra faire obstacle à ce qu'il soit accordé des concessions concurrentes, à moins de stipulation contraire dans l'acte de concession.

Art. 9. — A l'expiration de la concession, le concédant est substitué à tous les droits du concessionnaire sur les voies ferrées, qui doivent lui être remises en bon état d'entretien.

Le cahier des charges règle les droits et les obligations du concessionnaire en ce qui concerne les autres objets mobiliers ou immobiliers servant à l'exploitation de la voie ferrée.

Art. 10. — Toute cession totale ou partielle de la concession, la fusion des concessions ou des administrations, tout changement de concessionnaire, la substitution de l'exploitation directe à l'exploitation par concession, l'élévation des tarifs au-dessus du maximum fixé, ne pourront avoir lieu qu'en vertu d'un décret délibéré en Conseil d'Etat, rendu sur l'avis conforme du Conseil général, s'il s'agit de lignes concédées par les départements, ou du Conseil municipal, s'il s'agit de lignes concédées par les communes.

Les autres modifications pourront être faites par l'autorité qui a consenti la concession : s'il s'agit de lignes concédées par les départements, elles seront faites par le Conseil général statuant conformément aux articles 48 et 49 de la loi du 10 août 1871 ; s'il s'agit de lignes concédées par les communes, elles seront faites par le Conseil municipal, dont la délibération devra être approuvée par le préfet.

En cas de cession, l'inobservation des conditions qui précèdent entraîne la nullité et peut donner lieu à la déchéance.

Art. 11. — A toute époque, une voie ferrée peut être distraite du domaine public départemental ou communal et classée par une loi dans le domaine de l'Etat.

Dans ce cas, l'Etat est substitué aux droits et obligations du département ou de la commune, à l'égard des entrepreneurs ou concessionnaires, tels que ces droits et obligations résultent des conventions légalement autorisées.

En cas d'éviction du concessionnaire, si ses droits ne sont pas réglés par un accord préalable ou par un arbitrage établi, soit par le cahier des charges, soit par une convention postérieure, l'indemnité qui peut lui être due est liquidée par une commission spéciale qui fonctionne dans les conditions réglées par la loi du 29 mai 1845. Cette commission sera instituée par un décret et composée de neuf membres, dont trois

désignés par le Ministre des travaux publics, trois par le concessionnaire et trois par l'unanimité des six membres déjà désignés ; faute par ceux-ci de s'entendre dans le mois de la notification à eux faite de leur nomination, le choix de ceux des membres qui n'auront pas été désignés à l'unanimité sera fait par le premier président et les présidents réunis de la Cour d'appel de Paris.

En cas de désaccord entre l'État et le département ou la commune, les indemnités ou dédommagements, qui peuvent être dus par l'État sont déterminés par un décret délibéré en Conseil d'État.

Art. 12. — Les ressources créées en vertu de la loi du 21 mai 1836 peuvent être appliquées, en partie, à la dépense des voies ferrées, par les communes qui ont assuré l'exécution de leur réseau subventionné et l'entretien de tous les chemins classés.

Art. 13. — Lors de l'établissement d'un chemin de fer d'intérêt local, l'État peut s'engager, — en cas d'insuffisance du produit brut pour couvrir les dépenses de l'exploitation et cinq pour cent (5 p. 0/0) par an du capital de premier établissement, tel qu'il a été prévu par l'acte de concession, augmenté, s'il y a lieu, des insuffisances constatées pendant la période assignée à la construction par ledit acte, — à subvenir pour partie au payement de cette insuffisance, à la condition qu'une partie au moins équivalente sera payée par le département ou par la commune, avec ou sans le concours des intéressés.

La subvention de l'État sera formée : 1° d'une somme fixe de cinq cents francs (500 fr.) par kilomètre exploité ; 2° du quart de la somme nécessaire pour élever la recette brute annuelle impôts déduits au chiffre de dix mille francs (10,000 fr.) par kilomètre pour les lignes établies de manière à recevoir les véhicules des grands réseaux ; huit mille francs (8,000 fr.) pour les lignes qui ne peuvent recevoir ces véhicules.

En aucun cas, la subvention de l'Etat ne pourra élever la recette brute au-dessus de dix mille cinq cents francs (10.500 fr.) et de huit mille cinq cents francs (8.500 fr.), suivant les cas, ni attribuer au capital de premier établissement plus de cinq pour cent (5 p. 0/0) par an.

La participation de l'Etat sera suspendue quand la recette brute annuelle atteindra les limites ci-dessus fixées.

Art. 14. — La subvention de l'Etat ne peut être accordée que dans les limites fixées, pour chaque année, par la loi de finances.

La charge annuelle imposée au Trésor en exécution de la présente loi ne peut, en aucun cas, dépasser quatre cent mille francs (400.000 fr.) pour l'ensemble des lignes situées dans un même département.

Art. 15. — Dans le cas où le produit brut de la ligne pour laquelle une subvention a été payée devient suffisant pour couvrir les dépenses d'exploitation et six pour cent (6 p. 0/0) par an du capital de premier

établissement, tel qu'il est prévu par l'article 13, la moitié du surplus de la recette est partagée entre l'Etat, le département, ou, s'il y a lieu, la commune et les autres intéressés, dans la proportion des avances faites par chacun d'eux, jusqu'à concurrence du complet remboursement de ces avances, sans intérêts.

Art. 16. — Un règlement d'administration publique déterminera :

1° Les justifications à fournir par les concessionnaires pour établir les recettes et les dépenses annuelles ;

2° Les conditions dans lesquelles seront fixés, en exécution de la présente loi, le chiffre de la subvention due par l'Etat, le département ou les communes, et, lorsqu'il y aura lieu, la part revenant à l'Etat, au département, aux communes ou aux intéressés, à titre de remboursement de leurs avances sur le produit net de l'exploitation.

Art. 17. — Les chemins de fer d'intérêt local qui reçoivent ou ont reçu une subvention du Trésor peuvent seuls être assujettis envers l'Etat à un service gratuit ou à une réduction du prix des places.

Art. 18. — Aucune émission d'obligations, pour les entreprises prévues par la présente loi, ne pourra avoir lieu qu'en vertu d'une autorisation donnée par le Ministre des travaux publics, après avis du Ministre des finances.

Il ne pourra être émis d'obligations pour une somme supérieure au montant du capital-actions, qui sera fixé à la moitié au moins de la dépense jugée nécessaire pour le complet établissement et la mise en exploitation de la voie ferrée. Le capital-actions devra être effectivement versé, sans qu'il puisse être tenu compte des actions libérées ou à libérer autrement qu'en argent.

Aucune émission d'obligations ne doit être autorisée avant que les quatre cinquièmes du capital-actions aient été versés et employés en achat de terrains, approvisionnements sur place ou en dépôt de cautionnement.

Toutefois les concessionnaires pourront être autorisés à émettre des obligations, lorsque la totalité du capital-actions aura été versée, et s'il est dûment justifié que plus de la moitié de ce capital-actions a été employée dans les termes du paragraphe précédent ; mais les fonds provenant de ces émissions anticipées devront être déposés à la Caisse des dépôts et consignations et ne pourront être mis à la disposition des concessionnaires que sur l'autorisation formelle du Ministre des travaux publics.

Les dispositions des paragraphes 2, 3 et 4 du présent article ne seront pas applicables dans le cas où la concession serait faite à une Compagnie déjà concessionnaire d'autres chemins de fer en exploitation, si le Ministre des travaux publics reconnaît que les revenus nets de ces

chemins sont suffisants pour assurer l'acquittement des charges résultant des obligations à émettre.

Art. 19. — Le compte rendu détaillé des résultats de l'exploitation, comprenant les dépenses d'établissement et d'exploitation et les recettes brutes, sera remis tous les trois mois, pour être publié, au préfet, au président de la commission départementale et au Ministre des travaux publics.

Le modèle des documents à fournir sera arrêté par le Ministre des travaux publics.

Art. 20. — Par dérogation aux dispositions de la loi du 15 juillet 1845 sur la police des chemins de fer, le préfet peut dispenser de poser des clôtures sur tout ou partie de la voie ferrée ; il peut également dispenser de poser des barrières au croisement des chemins peu fréquentés.

Art. 21. — La construction, l'entretien et les réparations des voies ferrées avec leurs dépendances, l'entretien du matériel et le service de l'exploitation sont soumis au contrôle et à la surveillance des préfets, sous l'autorité du Ministre des travaux publics.

Les frais de contrôle sont à la charge des concessionnaires. Ils seront réglés par le cahier des charges ou, à défaut, par le préfet, sur l'avis du conseil général, et approuvés par le Ministre des travaux publics.

Art. 22. — Les dispositions de l'article 20 de la présente loi sont également applicables aux concessions de chemins de fer industriels destinés à desservir des exploitations particulières.

Art. 23. — Sur la proposition des conseils généraux ou municipaux intéresses, et après adhésion des concessionnaires, la substitution, aux subventions en capital promises en exécution de l'article 5 de la loi de 1865, de la subvention en annuités stipulées par la présente loi, pourra, par décret délibéré en Conseil d'Etat, être autorisée en faveur des lignes d'intérêt local actuellement déclarées d'utilité publique et non encore exécutées.

Ces lignes seront soumises, dès lors, à toutes les obligations résultant de la présente loi.

Il n'y aura pas lieu de renouveler les concessions consenties ou les mesures d'instruction accomplies avant la promulgation de la présente loi, si toutes les formalités qu'elle prescrit ont été observées par avance.

Art. 24. — Toutes les conventions relatives aux concessions et rétrocessions de chemin de fer d'intérêt local, ainsi que les cahiers des charges annexés, ne seront passibles que du droit d'enregistrement fixe d'un franc.

Art. 25. — La loi du 12 juillet 1865 est abrogée.

CHAPITRE II

TRAMWAYS.

Art. 26. — Il peut être établi, sur les voies dépendant du domaine public de l'État, des départements ou des communes, des tramways ou des voies ferrées à traction de chevaux ou de moteurs mécaniques.

Ces voies ferrées, ainsi que les déviations accessoires construites en dehors du sol des routes et chemins et classées comme annexes, sont soumises aux dispositions suivantes.

Art. 27. — La concession est accordée par l'État lorsque la ligne doit être établie, en tout ou en partie, sur une voie dépendant du domaine public de l'État.

Cette concession peut être faite aux villes ou aux départements intéressés avec faculté de rétrocession.

La concession est accordée par le Conseil général, au nom du département, lorsque la voie ferrée, sans emprunter une route nationale, doit être établie, en tout ou en partie, soit sur un chemin de grande communication ou d'intérêt commun, ou doit s'étendre sur le territoire de plusieurs communes.

Si la ligne doit s'étendre sur plusieurs départements, il y aura lieu à l'application des articles 89 et 90 de la loi du 10 août 1881.

La concession est accordée par le Conseil municipal, lorsque la voie ferrée est établie entièrement sur le territoire de la commune et sur un chemin vicinal ordinaire ou sur un chemin rural.

Art. 28. — Le département peut accorder la concession à l'État ou à une commune avec faculté de rétrocession ; une commune peut agir de même à l'égard de l'État ou du département.

Art. 29. — Aucune concession ne peut être faite qu'après une enquête dans les formes déterminées par un règlement d'administration publique et dans laquelle les conseils généraux des départements et les conseils municipaux des communes dont la voie doit traverser le territoire seront étendus, lorsqu'il ne leur appartiendra pas de statuer sur la concession.

L'utilité publique est déclarée et l'exécution est autorisée par décret délibéré en Conseil d'État, sur le rapport du Ministre des travaux publics, après avis du Ministre de l'intérieur.

Art. 30. — Toute dérogation ou modification apportée aux clauses du cahier des charges type, approuvé par le Conseil d'État, devra être expressément formulée dans les traités passés au sujet de la concession, lesquels seront soumis au Conseil d'État et annexés au décret.

Art. 31. — Lorsque, pour l'établissement d'un tramway, il y aura lieu à expropriation, soit pour l'élargissement d'un chemin vicinal, soit

pour l'une des déviations prévues à l'article 26 de la présente loi, cette expropriation pourra être opérée conformément à l'article 16 de la loi du 21 mai 1836, sur les chemins vicinaux, et à l'article 2 de la loi du 8 juin 1864.

Art. 32. — Les projets d'exécution sont approuvés par le Ministre des travaux publics, lorsque la concession est accordée par l'État.

Les dispositions de l'article 3 sont applicables lorsque la concession est accordée par un département ou par une commune.

Art. 33. — Les taxes perçues dans les limites du maximum fixé par l'acte de concession sont homologuées par le Ministre des travaux publics, dans le cas où la concession est faite par l'État, et par le préfet dans les autres cas.

Art. 34. — Les concessionnaires de tramways ne sont pas soumis à l'impôt des prestations établi par l'article 3 de la loi du 21 mai 1836, à raison des voitures et des bêtes de trait exclusivement employées à l'exploitation du tramway.

Les départements ou les communes ne peuvent exiger des concessionnaires une redevance ou un droit de stationnement qui n'aurait pas été stipulé expressément dans l'acte de concession.

Art. 35. — A l'expiration de la concession, l'Administration peut exiger que les voies ferrées qu'elle avait concédées soient supprimées en tout ou en partie, et que les voies publiques et leurs déviations lui soient remises en bon état de viabilité aux frais du concessionnaire.

Art. 36. — Lors de l'établissement d'un tramway desservi par des locomotives et destiné au transport des marchandises en même temps qu'au transport des voyageurs, l'État peut s'engager, — en cas d'insuffisance du produit brut pour couvrir les dépenses d'exploitation et cinq pour cent (5 p. 0/0) par an du capital d'établissement tel qu'il a été prévu par l'acte de concession et augmenté, s'il y a lieu, des insuffisances constatées pendant la période assignée à la construction par ledit acte, — à subvenir, pour partie, au payement de cette insuffisance, à condition qu'une partie au moins équivalente sera payée par le département ou par la commune avec ou sans le concours des intéressés.

La subvention de l'État sera formée : 1° d'une somme fixe de cinq cents francs (500 fr.) par kilomètre exploité ; 2° du quart de la somme nécessaire pour élever la recette brute annuelle (impôts déduits) au chiffre de six mille francs (6,000 fr.) par kilomètre.

En aucun cas, la subvention de l'État ne pourra élever la recette brute au-dessus de six mille cinq cents francs (6,500 fr.,) ni attribuer au capital de premier établissement plus de cinq pour cent (5 p. 0/0) par an.

La participation de l'État sera suspendue de plein droit quand les recettes brutes annuelles atteindront la limite ci-dessus fixée.

Art. 37. — La loi du 15 juillet 1845, sur la police des chemins de fer, applicable aux tramways, à l'exception des articles 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10.

Art. 38. — Un règlement d'administration publique déterminera les mesures nécessaires à l'exécution des dispositions qui précèdent et notamment :

1° Les conditions spéciales auxquelles doivent satisfaire, tant pour leur construction que pour la circulation des voitures et des trains, les voies ferrées dont l'établissement sur le sol des voies publiques aura été autorisé ;

2° Les rapports entre le service de ces voies ferrées et les autres services intéressés.

Sont applicables aux tramways les dispositions des articles 4, 6 à 12 14 à 19, 21 et 24 de la présente loi.

III. — Extrait du décret du 6 août 1881 sur l'établissement et l'exploitation des voies ferrées sur le sol des voies publiques.

TITRE II [1]

ENTRETIEN ET EXPLOITATION.

. . . . . .

Art. 20. — *Du matériel employé à l'exploitation.* — Le matériel roulant qui est mis en circulation sur la voie ferrée doit passer librement dans le gabarit, dont les dimensions sont fixées conformément aux dispositions de l'article 4 du présent règlement.

La traction est opérée conformément aux clauses de la concession.

Art. 21. — *Machines locomotives à vapeur.* — Les machines locomotives à vapeur sont construites sur les meilleurs modèles ; elles doivent satisfaire aux prescriptions des articles 7, 8, 9, 11 et 15 de l'ordonnance du 15 novembre 1846, et pour ce qui concerne spécialement leur générateur, aux dispositions du décret du 30 avril 1880.

Les types des machines employées, leur poids et leur maximum de charge par essieu doivent être approuvés par le préfet, sur l'avis du service du contrôle, eu égard aux besoins de l'exploitation et à la composition ainsi qu'à l'état de la voie.

Les machines sont pourvues de freins assez puissants pour que, lancées sur une pente de deux centimètres par mètre (0^m, 02) avec une vitesse de vingt kilomètres (20^k) à l'heure, elles puissent être arrêtées, sans le secours des freins des voitures remorquées, sur un espace de vingt mètres (20^m) au plus.

Les locomotives à feu ne doivent donner aucune odeur et ne doivent répandre sur la voie publique ni flammèches, ni escarbilles, ni cendres, ni fumée, ni eau excédente, le concessionnaire étant expressément responsable de tout incendie causé par l'emploi des machines à feu, soit sur la voie publique, soit dans les propriétés riveraines.

Aucune locomotive ne peut être mise en service qu'en vertu d'un permis spécial de circulation délivré par le préfet sur la proposition des fonctionnaires chargés du contrôle, après accomplissement des formalités prescrites pour les locomotives de chemins de fer et après vérification de l'efficacité des freins, eu égard à la vitesse de la machine et à l'inclinaison de la voie.

1. Le titre I et l'article 19 qui fait partie du titre II ont été reproduits dans les annexes du premier volume (Annexe III, p. 548).

Art. 22. — *Autres moteurs mécaniques.* — Les machines fixes et les machines locomotives de tout autre système que la machine locomotive à vapeur munie d'un foyer doivent satisfaire aux prescriptions spéciales arrêtées par le Ministre des travaux publics.

Art. 23. — *Voitures et wagons.* — Les voitures de voyageurs doivent satisfaire aux prescriptions des articles 8, 9, 12, 13, 14 et 15 de l'ordonnance royale du 15 novembre 1846. Elles sont suspendues sur ressorts et peuvent être à deux étages.

L'étage inférieur est complètement couvert, garni de banquettes avec dossiers, fermé à glaces au moins pendant l'hiver, muni de rideaux et éclairé pendant la nuit; l'étage supérieur est garni de banquettes avec dossiers ; on y accède au moyen d'escaliers qui sont accompagnés, ainsi que les couloirs latéraux donnant accès aux places, de garde-corps solides d'au moins un mètre dix centimètres (1m, 10) de hauteur effective.

Sur les voies ferrées où la traction est opérée au moyen de locomotives, l'étage supérieur est couvert et protégé à l'avant et à l'arrière par des cloisons.

Les dossiers et les banquettes doivent être inclinés et les dossiers sont élevés à la hauteur des épaules des voyageurs.

Il peut y avoir des places de plusieurs classes ; la disposition particulière des places de chaque classe est conforme aux prescriptions arrêtées par le préfet.

Les wagons destinés au transport des marchandises, des chevaux ou des bestiaux, les plates-formes, et en général toutes les parties du matériel roulant, sont de bonne et solide construction, et satisfont aux prescriptions des articles 8, 9 et 15 de l'ordonnance royale du 15 novembre 1846.

Chaque voiture sans exception est munie d'un frein puissant.

Art. 24. — *Entretien du matériel roulant.* — Le matériel roulant et tout le matériel servant à l'exploitation sont constamment maintenus dans un bon état d'entretien et de propreté.

Si le matériel dont il s'agit n'est pas entretenu en bon état, il y est pourvu d'office, à la diligence du préfet et aux frais du concessionnaire, sans préjudice, s'il y a lieu, des dispositions indiquées ci-après dans l'article 41.

Art. 25. — *Règles d'exploitation applicables à tous les services de tramways. — Gardiennage et signaux.* — Le concessionnaire est tenu de prendre à ses frais, partout où la nécessité en aura été reconnue par le préfet, sur l'avis du service du contrôle, et eu égard au mode d'exploitation employé, les mesures nécessaires pour assurer la liberté et la sécurité du passage des voitures et des trains sur la voie ferrée, et

celle de la circulation ordinaire sur les routes et chemins que suit ou traverse la voie ferrée.

Art. 26. — *Ateliers de réparation de la voie.* — Lorsqu'un atelier de réparation est établi sur une voie, des signaux doivent indiquer si l'état de la voie ne permet pas le passage des voitures ou des trains, ou s'il suffit d'en ralentir la marche.

Art. 27. — *Éclairage des voitures ou des trains.* — Toute voiture isolée ou tout train porte extérieurement un feu rouge à l'avant et un feu vert à l'arrière. Les fanaux sont à réflecteurs ; ils sont allumés au coucher du soleil et ne peuvent être éteints avant son lever.

Art. 28. — *Transport de matières dangereuses.* — Il est interdit d'admettre dans les convois qui portent des voyageurs aucune matière pouvant donner lieu soit à des explosions, soit à des incendies.

Art. 29. — *Service des tramways à traction de chevaux.* — Le cocher doit avoir l'appareil de manœuvre du frein sous la main ; il doit porter son attention sur l'état de la voie, sur l'approche des voitures ordinaires ou des troupeaux, et ralentir ou même arrêter la marche en cas d'obstacles, suivant les circonstances ; il doit se conformer aux signaux de ralentissement ou d'arrêt qui lui sont faits par les gardiens et ouvriers de la voie.

Le cocher est muni d'une trompe ou d'un cornet, ou de tout autre instrument du même genre, afin de signaler son approche.

Dans les tramways à service de voyageurs, le cocher doit se trouver en communication, au moyen d'un signal d'arrêt, soit avec le receveur, soit avec les voyageurs dans les voitures où il n'y a pas de receveur.

Art. 30. — *Service des tramways à traction mécanique. — Composition des trains.* — Sur les lignes de tramways à traction mécanique, la longueur des trains ne peut dépasser soixante mètres (60^{m}). Sous la réserve de cette condition, qui est de rigueur, tout convoi ordinaire de voyageurs doit contenir des voitures ou des compartiments de toutes classes en nombre suffisant pour le service du public.

Les machines et voitures entrant dans la composition de tous les trains sont liées entre elles par des attaches rigides, avec ressorts.

Art. 31. — *Composition des trains. — Machines.* — Les machines sont placées en tête des trains. Il ne peut être dérogé à cette disposition que pour les manœuvres à exécuter dans les stations ou pour le cas de secours ; dans ces cas spéciaux, la vitesse ne doit pas dépasser cinq kilomètres à l'heure (5^{k}).

Les trains sont remorqués par une seule machine, sauf à la montée des rampes de forte inclinaison ou en cas d'accident.

Il est, dans tous les cas, interdit d'atteler simultanément plus de deux machines à un train ; la machine placée en tête règle la marche du

train, dont la vitesse ne doit jamais dépasser dix kilomètres à l'heure (10ᵏ) dans le cas d'un double attelage.

Art. 32. — *Personnel des trains.* — Chaque machine à feu est conduite par un mécanicien et un chauffeur.

Il ne peut être employé que des mécaniciens agréés par le préfet, sur le rapport du service du contrôle,

Le chauffeur doit être capable d'arrêter sa machine en cas de besoin.

Chaque train est accompagné, en outre, du nombre de conducteurs gardes-freins qui sera jugé nécessaire ; il y a d'ailleurs, en tous cas, sur la dernière voiture, un conducteur qui est mis en communication avec le mécanicien.

Lorsqu'il y a plusieurs conducteurs dans un train, l'un d'eux doit avoir autorité sur les autres.

Avant le départ du train, le mécanicien s'assure si toutes les parties de la locomotive sont en bon état et, particulièrement, si le frein fonctionne convenablement. Il ne doit mettre le train en marche que lorsque le conducteur chef du train a donné le signal du départ.

En marche, le mécanicien doit porter son attention sur l'état de la voie, sur l'approche des voitures ordinaires ou des troupeaux, et ralentir ou même arrêter en cas d'obstacles, suivant les circonstances ; il doit se conformer aux signaux qui lui sont faits par les gardiens et ouvriers de la voie.

Cet agent signale l'approche du train au moyen d'une trompe, d'une cloche, ou de tout autre instrument du même genre, à l'exclusion du sifflet à vapeur.

Dans les tramways à service de voyageurs, le mécanicien doit se trouver en communication, au moyen d'un signal d'arrêt, soit avec le receveur ou employé, soit avec les voyageurs.

Aucune personne autre que le mécanicien et le chauffeur ne peut monter sur la locomotive, à moins d'une permission spéciale et écrite du directeur de l'exploitation de la voie ferrée. Sont exceptés de cette interdiction les fonctionnaires chargés de la surveillance.

Art. 33. — *Service des tramways à traction mécanique. — Composition des trains. — Marche des trains.* — Le préfet détermine, sur la proposition du concessionnaire, le minimun et le maximum de la vitesse des convois de voyageurs et de marchandises sur les différentes sections de la ligne, ainsi que le tableau du service des trains.

La vitesse des trains, en marche, ne peut dépasser vingt kilomètres à l'heure (20ᵏ). Cette vitesse doit d'ailleurs être diminuée dans la traversée des lieux habités, ou en cas d'encombrement de la route.

Le mouvement doit également être ralenti ou même arrêté toutes les

fois que l'arrivée d'un train, effrayant les chevaux ou autres animaux, pourrait être la cause de désordres et occasionner des accidents.

Les trains ne peuvent stationner en dehors des gares que durant le temps strictement nécessaire pour les besoins du service.

Les locomotives ou les voitures isolées ne peuvent stationner sur les voies affectées à la circulation.

Il est expressément interdit d'effectuer le nettoyage des grilles sur la voie publique.

Art. 34. — *Service des tramways à traction mécanique. — Composition des trains. — Accidents.* — Des machines dites de secours ou de réserve doivent être entretenues constamment en feu et prêtes à partir, sur les lignes et aux points qui sont désignés par le préfet.

Il y a constamment au lieu de dépôt des machines une voiture chargée de tous les agrès et outils nécessaires en cas d'accident.

Chaque train doit d'ailleurs être muni des outils les plus indispensables.

Aux stations ou bureaux de contrôle et d'attente désignés par le préfet, le concessionnaire entretiendra les médicaments et moyens de secours nécessaires en cas d'accident.

TITRE III

POLICE ET SURVEILLANCE.

Art. 35. — *Des mesures concernant les personnes étrangères au service des voies ferrées.* — Il est défendu à toute personne étrangère au service de la voie ferrée :

1° De déranger, altérer ou modifier, sous quelque prétexte que ce soit, la voie ferrée et les ouvrages qui en dépendent;

2° De stationner sur la voie de fer ou d'y faire stationner des voitures ;

3° D'y laisser séjourner des chevaux, bestiaux ou animaux d'aucune sorte ;

4° D'y jeter ou déposer aucuns matériaux ni objets quelconques ;

5° D'emprunter les rails de la voie ferrée pour la circulation de voitures étrangères au service.

Tout conducteur de voiture doit, à l'approche d'un train ou d'une voiture appartenant au service de la voie ferrée, prendre en main les guides ou le cordeau de son équipage, de façon à se rendre maître de ses chevaux, dégager immédiatement la voie, et s'en écarter de manière à livrer toute la largeur nécessaire au passage du matériel de la voie ferrée.

Tout conducteur de troupeau doit écarter les bestiaux de la voie ferrée à l'approche d'un train ou d'une voiture appartenant au service de cette voie.

Art. 36. — *Des mesures concernant les voyageurs.* — Il est défendu aux voyageurs :

1° D'entrer dans les voitures ou d'en sortir pendant la marche autrement que par la portière réservée à cet effet ;

2° De passer d'une voiture dans une autre, de se pencher au dehors, de stationner debout sur les impériales pendant la marche.

Il est interdit d'admettre dans les voitures plus de voyageurs que ne le comporte le nombre de places indiqué dans chaque compartiment.

L'entrée des voitures est interdite :

1° A toute personne en état d'ivresse ;

2° A tous individus porteurs d'armes à feu chargées ou de paquets qui, par leur nature, leur volume ou leur odeur, pourraient gêner ou incommoder les voyageurs. Tout individu porteur d'une arme à feu doit, avant son admission dans les voitures, faire constater que son arme n'est point chargée.

Aucun chien n'est admis dans les voitures servant au transport des voyageurs ; toutefois la Compagnie peut placer dans des compartiments spéciaux les voyageurs qui ne voudraient pas se séparer de leurs chiens, pourvu que ces animaux soient muselés, en quelque saison que ce soit.

Art. 37. — *Expédition de matières dangereuses.* — Les personnes qui veulent expédier des marchandises considérées comme pouvant être une cause d'explosion ou d'incendie, d'après la classification du décret du 12 août 1874, doivent en faire la déclaration formelle au moment où elles les livrent au service de la voie ferrée.

Les expéditeurs doivent se conformer, en ce qui concerne l'emballage et les marques des colis dangereux, aux prescriptions du décret précité.

Art. 38. — *Affichage du service des voies ferrées.* — Des affiches placées dans les stations et dans les bureaux d'attente et de contrôle font connaître au public les heures de départ des convois ordinaires, les stations qu'ils doivent desservir, les heures auxquelles ils doivent arriver à ces stations et en partir.

Si l'exploitation de la ligne comporte des arrêts en pleine voie, afin de prendre ou de laisser soit des voyageurs, soit des marchandises, ces affiches font connaître cette circonstance en n'annonçant dans ce cas que les heures de départ des gares extrêmes.

Art. 39. — *Contrôle et surveillance de l'exploitation.* — Le préfet

nomme les agents chargés du contrôle et de la surveillance prévus par l'article 21 de la loi du 11 juin 1880.

Ces agents ont notamment pour mission :

1° En ce qui concerne l'exploitation commerciale :

De surveiller le mode d'application des tarifs approuvés et l'exécution des mesures prescrites pour la réception et l'enregistrement des 's, leur transport et leur remise aux destinataires ;

De veiller à l'exécution des mesures prescrites pour que le service des transports ne soit pas interrompu aux points extrêmes de lignes en communication l'une avec l'autre ;

De vérifier les conditions des traités qui seraient passés par les compagnies avec les entreprises de transport par terre ou par eau en correspondance avec la voie ferrée, et de signaler toutes les infractions au principe de l'égalité des taxes ;

De constater le mouvement de la circulation des voyageurs et des marchandises, les dépenses d'entretien et d'exploitation, et les recettes ;

2° En ce qui concerne l'exploitation technique :

De vérifier l'état de la voie de fer, des terrassements, des ouvrages d'art et du matériel roulant, et de veiller à l'exécution des règlements relatifs à la police et à la sûreté de la circulation :

3° En ce qui concerne la police :

De surveiller la composition, le départ, l'arrivée, la marche et le stationnement des trains, l'observation des règlements de police, tant par le public que par le concessionnaire, sur les voies publiques empruntées par la voie ferrée, l'entrée, le stationnement et la circulation des voitures dans les cours et stations, l'admission du public dans les gares et sur les quais de la voie ferrée.

Les concessionnaires sont tenus de fournir des locaux convenables aux agents du contrôle spécialement désignés par le préfet. Ils sont aussi tenus de présenter aux agents du contrôle, à toute réquisition, les registres de dépenses et de recettes relatifs à l'exploitation commerciale, ainsi que les registres de réception et d'expédition des colis.

Toutes les fois qu'il arrive un accident sur la voie ferrée, il en est fait immédiatement déclaration, par le chef de train, à l'agent du contrôle dont le poste est le plus voisin. Le préfet et le chef du contrôle en sont immédiatement informés par les soins du concessionnaire.

Outre la surveillance ordinaire, le préfet délègue, aussi souvent qu'il le juge utile, un ou plusieurs commissaires à l'effet de reconnaître et de constater l'état de la voie ferrée, de ses dépendances et de son matériel, et à l'effet d'exercer une surveillance spéciale sur tout ce qui ne rentre pas dans les attributions des agents du contrôle.

Art. 40. — *Règlement de police et d'exploitation*. — Le concessionnaire est tenu ainsi que le public de se conformer aux prescriptions des arrêtés qui sont pris par les préfets pour l'exécution des dispositions qui précèdent.

Toutes les dépenses qu'entraîne l'exécution de ces prescriptions sont à la charge du concessionnaire.

Le concessionnaire est tenu de soumettre à l'approbation du préfet les règlements de service intérieur relatifs à l'exploitation de la voie ferrée.

Les règlements dont il s'agit sont obligatoires non seulement pour le concessionnaire, mais encore pour tous ceux qui obtiendront ultérieurement l'autorisation d'établir des lignes ferrées d'embranchement ou de prolongement, et en général pour toutes les personnes qui emprunteront l'usage du chemin de fer.

Art. 41. — *Interruption de l'exploitation*. — Si l'exploitation de la voie ferrée vient à être interrompue en totalité ou en partie, si le mauvais état de la voie ou du matériel roulant compromet la sécurité du public, si le mauvais entretien de la partie de la route dont le concessionnaire doit prendre soin compromet la sécurité publique, le préfet prend immédiatement, aux frais et risques du concessionnaire, les mesures nécessaires afin d'assurer provisoirement le service.

Si, dans les trois mois de l'organisation du service provisoire, le concessionnaire n'a pas valablement justifié qu'il est en état de reprendre et de continuer l'exploitation, et s'il ne l'a pas effectivement reprise, la déchéance peut être prononcée par le Ministre des travaux publics, sauf recours au Conseil d'État par la voie contentieuse.

Il est pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par le concessionnaire au moyen d'une adjudication qui sera ouverte sur une mise à prix des ouvrages exécutés, des matériaux approvisionnés et des parties de la voie ferrée déjà livrées à l'exploitation.

Nul ne sera admis à concourir à cette adjudication s'il n'a été préalablement agréé par le préfet.

A cet effet, les personnes qui voudraient concourir seront tenues de déclarer, dans le délai qui sera fixé, leur intention par un écrit déposé à la préfecture et accompagné des pièces propres à justifier des ressources nécessaires pour remplir les engagements à contracter.

Ces pièces seront examinées par le préfet en conseil de préfecture. Chaque soumissionnaire sera informé de la décision prise en ce qui le concerne, et, s'il y a lieu, du jour de l'adjudication.

Les personnes qui auront été admises à concourir devront faire, soit

à la Caisse des dépôts et consignations, soit à la caisse du trésorier-payeur général du département, le dépôt de garantie, qui devra être égal au moins au trentième de la dépense à faire par le concessionnaire.

L'adjudication aura lieu suivant les formes indiquées aux articles 11, 12, 13, 15 et 16 de l'ordonnance royale du 10 mai 1829.

Les soumissions ne pourront pas être inférieures à la mise à prix.

L'adjudicataire sera substitué aux charges et aux droits du concessionnaire évincé ; il recevra notamment les subventions de toute nature à échoir aux termes de l'acte de concession ; le concessionnaire évincé recevra de lui le prix que la nouvelle adjudication aura fixé.

La partie du cautionnement qui n'aura pas encore été restituée deviendra la propriété de l'autorité qui a fait la concession.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sur les mêmes bases après un délai de trois mois ; si cette seconde tentative reste également sans résultat, le concessionnaire sera définitivement déchu de tous droits, et alors les ouvrages exécutés, les matériaux approvisionnés et les parties de voie ferrée déjà livrées à l'exploitation appartiendront à l'autorité qui a fait la concession.

TITRE IV

DISPOSITIONS DIVERSES.

Art. 42. — *Construction de nouvelles voies de communication.* — Dans le cas où le Gouvernement ordonne ou autorise la construction de routes nationales, départementales ou vicinales, de chemins de fer ou de canaux qui traversent une ligne concédée, le concessionnaire ne peut s'opposer à ces travaux ; mais toutes les dispositions nécessaires sont prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle à la construction ou au service de la voie ferrée, ni aucuns frais pour le concessionnaire.

Art. 43. — *Concessions ultérieures de nouvelles lignes.* — Toute exécution ou autorisation ultérieure de route, de canal, de chemin de fer, de travaux de navigation dans la contrée où est située une voie ferrée qui a fait l'objet d'une concession, ou dans toute autre contrée voisine ou éloignée, ne peut donner ouverture à aucune demande d'indemnité de la part du concessionnaire.

Art. 44. — *Retrait d'autorisation.* — L'autorisation d'établir ou de maintenir une voie ferrée sur le sol des voies publiques peut être retirée à toute époque, en totalité ou en partie, dans les formes suivies pour la concession, lorsque la nécessité en a été reconnue dans l'intérêt public par le Gouvernement, après une enquête ; le tout sous réserve de l'application des articles 6 et 11 de la loi du 11 juin 1880.

Art. 45. — *Réserves sous lesquelles le concessionnaire est admis à emprunter le sol des voies publiques.* — Le concessionnaire n'est admis à réclamer aucune indemnité :

Ni à raison des dommages que le roulage ordinaire pourrait occasionner aux ouvrages de la voie ferrée ;

Ni à raison de l'état de la chaussée et des conséquences qui pourraient en résulter pour l'état et l'entretien de la voie ;

Ni enfin pour une cause quelconque résultant de l'usage de la voie publique.

Les indemnités dues à des tiers pour des dommages pouvant résulter de la construction ou de l'exploitation de la voie ferrée sont entièrement à la charge du concessionnaire.

Art. 46. — En cas d'interruption de la voie ferrée par suite de travaux exécutés sur la voie publique, le concessionnaire peut être tenu de rétablir provisoirement les communications, soit en déplaçant momentanément ses voies, soit en employant pour la traversée de l'obstacle des voitures ordinaires qui puissent le tourner en suivant d'autres lignes.

Art. 47. — *Concessions de voies de fer d'embranchement et de prolongement.* — Le Gouvernement, le département et les communes ont le droit de concéder de nouvelles voies de fer s'embranchant sur une voie ferrée déjà concédée, où à établir en prolongement de la même voie.

Le concessionnaire de la ligne principale ne peut s'opposer à l'exécution de ces embranchements, ni réclamer, à l'occasion de leur établissement, une indemnité quelconque, pourvu qu'il n'en résulte aucun obstacle à la circulation ni aucuns frais particuliers pour son entreprise.

Les concessionnaires des voies de fer d'embranchement ou de prolongement ont la faculté, moyennant l'observation du paragraphe 1er de l'article 20 du présent règlement, et des règlements de police et de service qui régissent la ligne principale, et moyennant les tarifs du cahier des charges de cette dernière ligne, de faire circuler leurs voitures, wagons et machines sur la ligne principale. Cette faculté est réciproque à l'égard desdits embranchements et prolongements.

Dans le cas où les divers concessionnaires ne peuvent s'entendre sur l'exercice de cette faculté, le Ministre des travaux publics statue sur les difficultés qui s'élèvent entre eux à cet égard.

Les concessionnaires d'une voie ferrée ne peut toutefois être tenu d'admettre sur les rails un matériel dont le poids serait hors de proportion avec les éléments constitutifs de ses voies.

Dans le cas où un concessionnaire d'embranchement ou de prolongement joignant la ligne principale n'use pas de la faculté de circuler sur cette ligne, comme aussi dans le cas où le concessionnaire de cette dernière ligne ne veut pas circuler sur les prolongements et embranchements, ces concessionnaires sont tenus de s'arranger entre eux de manière que le service de transport ne soit jamais interrompu aux points de jonction des diverses lignes.

Celui des concessionnaires qui se sert d'un matériel qui n'est pas sa propriété paye une indemnité en rapport avec l'usage et la détérioration de ce matériel. Dans le cas où les concessionnaires ne se mettent pas d'accord sur la quotité de l'indemnité ou sur les moyens d'assurer la continuation du service sur toutes les lignes, l'Administration y pourvoit d'office et prescrit toutes les mesures nécessaires.

Gares communes. — Le concessionnaire est tenu, si l'autorité compétente le juge convenable, de partager l'usage des stations établies à l'origine des voies de fer d'embranchement avec les compagnies qui deviendraient concessionnaires desdits embranchements.

Il est fait un partage équitable des frais résultant de l'usage commun desdites gares, et les sommes à payer par les compagnies nouvelles sont, en cas de dissentiment, réglées par voie d'arbitrage.

En cas de désaccord sur le principe ou l'exercice de l'usage commun des gares, il est statué par le Ministre des travaux publics, les concessionnaires entendus.

Art. 48. — *Embranchements industriels.* — Le concessionnaire de toute voie ferrée affectée au transport des marchandises est tenu de s'entendre avec tout propriétaire de carrières, de mines ou d'usines qui, offrant de se soumettre aux conditions prescrites ci-après, demande un embranchement ; à défaut d'accord, le préfet statue sur la demande, le concessionnaire entendu.

Les embranchements sont construits aux frais des propriétaires de carrières, de mines et d'usines, et de manière qu'il ne résulte de leur établissement aucune entrave à la circulation générale, aucune cause d'avarie pour le matériel, ni aucuns frais particuliers pour le service de la ligne principale.

Leur entretien est fait avec soin, aux frais de leurs propriétaires, et sous le contrôle du préfet. Le concessionnaire a le droit de faire surveiller par ses agents cet entretien, ainsi que l'emploi de son matériel sur les embranchements.

Le préfet peut, à toute époque, prescrire les modifications qui sont jugées utiles dans la soudure, le tracé ou l'établissement de la voie desdits embranchements, et les changements sont opérés aux frais des propriétaires.

Le préfet peut même, après avoir entendu les propriétaires, ordonner l'enlèvement temporaire des aiguilles de soudure, dans le cas où les établissements embranchés viendraient à suspendre en tout ou en partie leurs transports.

Le concessionnaire est tenu d'envoyer ses wagons sur tous les embranchements autorisés destinés à faire communiquer des établissements de carrières, de mines ou d'usines de la ligne principale.

Le concessionnaire amène ses wagons à l'entrée des embranchements.

Les expéditeurs ou destinataires font conduire les wagons dans leurs établissements pour les charger ou décharger, et les ramènent au point de jonction avec la ligne principale, le tout à leurs frais.

Les wagons ne peuvent d'ailleurs être employés qu'au transport d'objets et marchandises destinés à la ligne principale.

Le temps pendant lequel les wagons séjournent sur les embranchements particuliers ne peuvent excéder six heures lorsque l'embranchement n'a pas plus d'un kilomètre. Ce temps est augmenté d'une demi-heure par kilomètre en sus du premier, non compris les heures de la nuit, depuis le coucher jusqu'au lever du soleil.

Dans le cas où les limites de temps sont dépassées nonobstant l'avertissement spécial donné par le concessionnaire, il peut exiger une indemnité égale à la valeur du droit de loyer des wagons, pour chaque période de retard après l'avertissement.

S'il est jugé nécessaire par le préfet, statuant sur l'avis du service du contrôle, d'établir un gardien aux aiguilles d'un embranchement industriel, le traitement de cet agent est à la charge du propriétaire de l'embranchement; mais il est nommé et payé par le concessionnaire.

En cas de difficulté, il est statué par l'Administration, le concessionnaire entendu.

Les propriétaires d'embranchement sont responsables des avaries que le matériel peut éprouver pendant son parcours ou son séjour sur ces lignes.

Dans le cas d'inexécution d'une ou de plusieurs des conditions énoncées ci-dessus, le préfet peut, sur la plainte du concessionnaire et après avoir entendu le propriétaire de l'embranchement, ordonner par un arrêté la suspension du service et faire supprimer la soudure, sauf recours à l'Administration supérieure, et sans préjudice de tous dommages-intérêts que le concessionnaire serait en droit de répéter pour la non-exécution de ces conditions.

Le concessionnaire est indemnisé de la fourniture et de l'envoi de son matériel sur les embranchements par la perception du tarif qui est fixé par son cahier des charges pour chaque kilomètre parcouru.

Tout kilomètre entamé est payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Le chargement et le déchargement sur les embranchements s'opèrent aux frais des expéditeurs ou destinataires, soit qu'ils les fassent eux-mêmes, soit que la compagnie du tramway consente à les opérer.

Dans ce dernier cas, ces frais sont l'objet d'un règlement arrêté par le préfet, sur la proposition du concessionnaire.

Tout wagon envoyé par le concessionnaire sur un embranchement doit être payé comme wagon complet, lors même qu'il ne serait pas complètement chargé.

La surcharge, s'il y en a, est payée au prix du tarif légal et au prorata du poids réel. Le concessionnaire est en droit de refuser les chargements qui dépasseraient le maximum déterminé par son cahier des charges.

Ce maximum sera revisé par le préfet de manière à être toujours en rapport avec la capacité des wagons.

Les wagons sont pesés à la station d'arrivée par les soins et aux frais du concessionnaire.

Art. 49. — *Contribution foncière.* — La contribution foncière pour les dépendances situées en dehors de l'assiette des routes, chemins et autres voies publiques est établie en raison de la surface occupée par ces dépendances ; la cote en est calculée comme pour les canaux, conformément à la loi du 25 avril 1803.

Les bâtiments et magasins dépendant de l'exploitation de la voie ferrée sont assimilés aux propriétés bâties de la localité. Toutes les contributions auxquelles ces édifices peuvent être soumis sont, aussi bien que la contribution foncière, à la charge du concessionnaire.

Art. 50. — *Agents du concessionnaire.* — Les agents et gardes que le concessionnaire établit, soit pour la perception des droits, soit pour la surveillance et la police de la voie de fer et de ses dépendances, peuvent être assermentés, et sont, dans ce cas, assimilés aux gardes champêtres. Ces agents sont revêtus d'un uniforme ou sont porteurs d'un signe distinctif.

Art. 51. — *Comptes rendus statistiques annuels et trimestriels.* — Tout concessionnaire doit adresser chaque année au préfet des états statistiques conformes aux modèles qui seront arrêtés par le Ministre des travaux publics et qui comprennent les renseignements relatifs à l'année entière (du 1er janvier au 31 décembre).

Cet envoi est fait le 15 avril de chaque année au plus tard. Les renseignements fournis par le concessionnaire peuvent être publiés.

Indépendamment de ces états annuels, le compte rendu des résultats

de l'exploitation, comprenant les dépenses d'établissement et d'exploitation et les recettes brutes, est remis au préfet dans le mois qui suit l'expiration de chaque trimestre. Ce compte rendu est dressé en trois expéditions, destinées au préfet, au représentant de l'autorité qui a donné la concession, et au Ministre des travaux publics ; il est publié, au moins par extraits, dans le *Journal officiel*, conformément aux prescriptions de l'article 19 de la loi du 11 juin 1880.

Art. 52. — *Frais de contrôle.* — Les frais de visite, de surveillance et de réception des travaux et les frais de contrôle de l'exploitation sont supportés par le concessionnaire.

Afin de pourvoir à ces frais, le concessionnaire est tenu de verser chaque année, à la caisse centrale du trésorier-payeur général du département, la somme qui est fixée dans le cahier des charges de la concession par chaque kilomètre de voie ferrée concédé.

Si le concessionnaire ne verse pas la somme ci-dessus réglée aux époques fixées, le préfet rend un rôle exécutoire, et le montant en est recouvré comme en matière de contributions publiques.

Art. 53. — *Registre des réclamations.* — Il est tenu dans chaque station et dans chaque bureau d'attente un registre coté et parafé par le maire de la commune, lequel est destiné à recevoir les réclamations des personnes (voyageurs ou autres) qui auraient des plaintes à former, soit contre le concessionnaire, soit contre ses agents.

Ce registre est présenté à toute réquisition du public ; il est visé par les agents du service du contrôle et de surveillance administrative.

Art. 54. — *Propositions du concessionnaire.* — Dans tous les cas où, conformément aux dispositions du présent règlement, le préfet doit statuer sur la proposition d'un concessionnaire, celui-ci est tenu de lui soumettre cette proposition dans le délai qui a été déterminé, faute de quoi le préfet peut statuer directement.

Si le préfet pense qu'il y a lieu de modifier la proposition du concessionnaire, il doit, sauf le cas d'urgence, entendre celui-ci avant de prescrire les modifications dont il s'agit.

Art. 55. — *Affichage et publication du présent règlement.* — Des exemplaires du présent règlement, ainsi que des articles de l'ordonnance royale du 15 novembre 1846, du décret du 30 avril 1880 et du décret du 12 août 1874, auxquels il se réfère, sont constamment affichés, à la diligence du concessionnaire, aux abords des bureaux des voies ferrées qui empruntent le sol des voies publiques ainsi que dans les salles d'attente.

Le conducteur ou receveur de toute voiture, le conducteur principal de tout train en marche sont munis d'un exemplaire du règlement. Des extraits sont délivrés, chacun pour ce qui le concerne, aux cochers,

receveurs, mécaniciens, gardes-freins et autres agents employés sur la voie ferrée.

Des extraits, en ce qui concerne les règles à observer par les voyageurs pendant le trajet, sont placés dans chaque caisse de voiture.

Art. 56. — *Constatation et poursuite de contraventions.* — Sont constatées, poursuivies et réprimées conformément aux dispositions de la loi du 15 juillet 1845, qui ont été rendues applicables aux tramways par l'article 37 de la loi du 11 juin 1880, les contraventions au présent règlement, aux décisions ministérielles et aux arrêtés pris par les préfets pour l'exécution de ce règlement.

Art. 57. — Les dispositions du présent règlement sont applicables aux chemins de fer d'intérêt local sur les sections où ces chemins de fer empruntent le sol des voies publiques, sans préjudice de l'application de l'ordonnance du 15 novembre 1846.

Art. 58. — *Exécution du présent règlement.* — Le Ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et au *Journal officiel.*

IV. — Extrait du cahier des charges type pour la concession des chemins de fer d'intérêt local (annexé au décret du 6 avril 1881)[1].

TITRE II[2]

ENTRETIEN ET EXPLOITATION.

Art. 29. — *Entretien.* — Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état, de manière que la circulation y soit toujours facile et sûre.

Les frais d'entretien et ceux auxquels donneront lieu les réparations ordinaires et extraordinaires seront entièrement à la charge du concessionnaire.

Si le chemin de fer, une fois achevé, n'est pas constamment entretenu en bon état, il y sera pourvu d'office à la diligence du préfet et aux frais du concessionnaire, sans préjudice, s'il y a lieu, de l'application des dispositions indiquées ci-après dans l'article 39.

Le montant des avances faites sera recouvré au moyen de rôles que le préfet rendra exécutoires.

Art. 30. — *Gardiens.* — Le concessionnaire sera tenu d'établir à ses frais, partout où la nécessité en aura été reconnue par le préfet, des gardiens en nombre suffisant pour assurer la sécurité du passage des trains sur la voie et celle de la circulation sur les points où le chemin de fer traverse à niveau des routes ou chemins publics.

Art. 31. — *Matériel roulant.* — Le matériel roulant qui sera mis en circulation sur le chemin de fer concédé devra passer librement dans le gabarit, dont les dimensions sont définies par le deuxième paragraphe de l'article 7.

Les machines locomotives seront construites sur les meilleurs modèles ; elles devront consumer leur fumée et satisfaire d'ailleurs à toutes conditions prescrites ou à prescrire par l'Administration pour la mise en service de ce genre de machines.

Les voitures de voyageurs devront également être faites d'après les

1. Le cahier des charges type pour la concession des tramvays, dont nous avons donné dans le premier volume les titres I et II (annexe VI, page 574), ne diffère que fort peu, en ce qui concerne les conditions essentielles contenues dans les titres suivants, du cahier des charges type pour les chemins de fer d'intérêt local que nous donnons ici.

2. Le titre I a été reproduit dans le premier volume (annexe V, page 563).

meilleurs modèles et satisfaire à toutes les conditions réglées ou à régler pour les voitures servant au transport des voyageurs sur les chemins de fer. Elles seront suspendues sur ressorts, et pourront être à deux étages.

L'étage inférieur sera complètement couvert, garni de banquettes avec dossiers, fermé à glaces, muni de rideaux et éclairé pendant la nuit ; l'étage supérieur sera couvert et garni de banquettes avec dossiers ; on y accédera au moyen d'escaliers qui seront accompagnés, ainsi que les couloirs donnant accès aux places, de garde-corps solides d'au moins un mètre dix centimètres (1^m, 10) de hauteur utile.

Les dossiers et les banquettes devront être inclinés et les dossiers seront élevés à la hauteur de la tête des voyageurs.

Il y aura des places de classes ; on se conformera, pour la disposition particulière des places de chaque classe, aux prescriptions qui sont arrêtées par le préfet.

L'intérieur de chaque compartiment contiendra l'indication du nombre de places de ce compartiment.

Le préfet pourra exiger qu'un compartiment de chaque classe soit réservé, dans les trains de voyageurs, aux femmes voyageant seules.

Les voitures de voyageurs, les wagons destinés au transport des marchandises, des chaises de poste, des chevaux ou des bestiaux, les plates-formes, et, en général, toutes les parties du matériel roulant, seront de bonne et solide construction.

Le concessionnaire sera tenu, pour la mise en service de ce matériel, de se soumettre à tous les règlements sur la matière.

Le nombre des voitures à frein qui doivent entrer dans la composition des trains sera réglé par le Préfet en rapport avec les déclivités de la ligne.

Les machines, locomotives, tenders, voitures, wagons de toute espèce, plates-formes composant le matériel roulant, seront constamment tenus en bon état.

Art. 32. — *Nombre minimum des trains.* — Le nombre minimum des trains qui desserviront tous les jours la ligne entière dans chaque sens est fixé à

Art. 33. — *Règlements de police et d'exploitation.* — Le concessionnaire supportera les dépenses qu'entraînera l'exécution des ordonnances, décrets, décisions ministérielles et arrêtés préfectoraux rendus ou à rendre par application de la loi du 15 juillet 1845 et de celle du 11 juin 1880, au sujet de la police et de l'exploitation du chemin de fer.

Le concessionnaire sera tenu de soumettre à l'approbation du préfet les règlements de service intérieur relatifs à l'exploitation du chemin de fer.

Le préfet déterminera, sur la proposition du concessionnaire, le minimum et le maximum de la vitesse des convois de voyageurs et de marchandises sur les différentes sections de la ligne, la durée du trajet, et le tableau de la marche des trains.

TITRE III

DURÉE, RACHAT ET DÉCHÉANCE DE LA CONCESSION.

Art. 34. — *Durée de la concession.* — La durée de la concession pour la ligne mentionnée à l'article 1er du présent cahier des charges commencera à courir de la date de la loi qui approuvera la concession. Celle-ci prendra fin le

Art. 35. — *Expiration de la concession.* — A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, et par le seul fait de cette expiration, le *département* sera subrogé à tous les droits du concessionnaire sur le chemin de fer et ses dépendances, et il entrera immédiatement en jouissance de tous ses produits.

Le concessionnaire sera tenu de lui remettre en bon état d'entretien le chemin de fer et tous les immeubles qui en dépendent, quelle qu'en soit l'origine, tels que les bâtiments des gares et stations, les remises, ateliers et dépôts, les maisons de garde, etc. Il en sera de même de tous les objets immobiliers dépendant également dudit chemin, tels que les barrières et clôtures, les voies, changements de voies, plaques tournantes, réservoirs d'eau, grues hydrauliques, machines fixes, etc.

Dans les cinq dernières années qui précéderont le terme de la concession, le *département* aura le droit de saisir les revenus du chemin de fer et de les employer à rétablir en bon état le chemin de fer et ses dépendances, si le concessionnaire ne se mettait pas en mesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obligation.

En ce qui concerne les objets mobiliers, tels que le matériel roulant, le mobilier des stations, l'outillage des ateliers et des gares, le *département* se réserve le droit de les reprendre en totalité ou pour telle partie qu'il jugera convenable, à dire d'experts, mais sans pouvoir y être contraint. La valeur des objets repris sera payée au concessionnaire dans les six mois qui suivront l'expiration de la concession et la remise du matériel au *département*.

Le *département* sera tenu, si le concessionnaire le requiert, de reprendre les matériaux combustibles et approvisionnements de tout genre, sur l'estimation qui en sera faite à dire d'experts ; et réciproquement, si le *département* le requiert, le concessionnaire sera tenu de céder ces approvisionnements de la même manière. Toutefois le *département* ne pourra être obligé de reprendre que les approvisionnements nécessaires à l'exploitation du chemin pendant six mois.

Art. 36. — *Rachat de la concession.* — Le *département* aura toujours le droit de racheter la concession.

Si le rachat a lieu avant l'expiration des *quinze* premières années de l'exploitation, il se fera conformément au paragraphe 3 de l'article 11 de la loi du 11 juin 1880. Ce terme de *quinze* ans sera compté à partir de la mise en exploitation effective de la ligne entière, ou au plus tard à partir de la fin du délai qui est fixé dans l'article 2 du présent cahier des charges, sans tenir compte des retards qui auraient eu lieu dans l'achèvement des travaux.

Si le rachat de la concession entière est demandé par le *département* après l'expiration des *quinze* premières années, on règlera le prix du rachat en relevant les produits nets annuels obtenus par le concessionnaire pendant les *sept* années qui auront précédé celle où le rachat sera effectué, et en y comprenant les annuités qui auront été payées à titre de subvention ; on en déduira les produits nets des deux plus faibles années, et l'on établira le produit net moyen des *cinq* autres années.

Ce produit net moyen formera le montant d'une annuité qui sera due et payée au concessionnaire pendant chacune des années restant à courir sur la durée de la concession.

Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des *sept* années prises pour terme de comparaison.

Le concessionnaire recevra, en outre, dans les *six* mois qui suivront le rachat, les remboursements auxquels il aurait droit à l'expiration de la concession, suivant les deux derniers paragraphes de l'article 35, la reprise de la totalité des objets mobiliers étant ici obligatoire dans tous les cas pour le *département.*

Le concessionnaire ne pourra élever aucune réclamation dans le cas où, le chemin concédé ayant été déclaré d'intérêt général, l'État sera substitué au *département* dans tous les droits que ce dernier tient de la loi du 11 juin 1880 et du présent cahier des charges.

Si l'État rachète la concession passé le terme de *quinze* années qui est fixé dans le paragraphe premier du présent article le rachat sera opéré suivant les dispositions qui précèdent. Dans le cas où, au contraire, l'État déciderait de racheter la concession avant l'expiration de ce terme, l'indemnité qui pourra être due au concessionnaire sera liquidée par une commission spéciale, conformément au paragraphe 3 de l'article 11 de la loi du 11 juin 1880.

Art. 37. — *Déchéance.* — Si le concessionnaire n'a pas remis au préfet les projets définitifs ou s'il n'a pas commencé les travaux dans les délais fixés par les articles 2 et 3, il encourra la déchéance qui sera prononcée par le Ministre des travaux publics après une mise en demeure, sauf recours au Conseil d'État par la voie contentieuse.

Dans ces deux cas, la somme de
qui aura été déposée, ainsi qu'il sera dit à l'article 66, à titre de cautionnement, deviendra la propriété du *département* et lui restera acquise.

Art. 38. — *Achèvement des travaux en cas de déchéance.* — Faute par le concessionnaire d'avoir poursuivi et terminé les travaux dans les délais et conditions fixés par l'article 2, faute aussi par lui d'avoir rempli les diverses obligations qui lui sont imposées par le présent cahier des charges, et dans le cas prévu par l'article 10 de la loi du 11 juin 1880, il encourra soit la perte partielle de son cautionnement dans les conditions prévues par l'acte de concession, soit la perte totale de ce cautionnement, soit enfin la déchéance. Dans tous les cas, il sera statué sur la demande du *département*, après mise en demeure, par le Ministre des travaux publics, sauf recours au Conseil d'État par la voie contentieuse. Dans les deux premiers cas, le cautionnement sera reconstitué dans le mois de la décision ministérielle.

Dans le cas de déchéance, il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par le concessionnaire, au moyen d'une adjudication que l'on ouvrira sur une mise à prix des ouvrages exécutés, des matériaux approvisionnés et des parties du chemin de fer déjà livrées à l'exploitation.

Nul ne sera admis à concourir à cette adjudication s'il n'a été préalablement agréé par le préfet.

A cet effet, les personnes qui voudraient concourir seront tenues de déclarer, dans le délai qui sera fixé, leur intention, par écrit déposé à la préfecture et accompagné des pièces propres à justifier des ressources nécessaires pour remplir les engagements à contracter.

Ces pièces seront examinées par le préfet en Conseil de préfecture. Chaque soumissionnaire sera informé de la décision prise en ce qui le concerne, et, s'il y a lieu, du jour de l'adjudication.

Les personnes qui auront été admises à concourir devront faire, soit à la Caisse des dépôts et consignations, soit à la recette générale du département, le dépôt de garantie, qui devra être égal au moins au trentième de la dépense à faire par le concessionnaire.

L'adjudication aura lieu suivant les formes indiquées aux articles 11, 12, 13, 15 et 16 de l'ordonnance royale du 10 mai 1829.

Les soumissions ne pourront être inférieures à la mise à prix.

Le nouveau concessionnaire sera soumis aux clauses du présent cahier des charges, et substitué au concessionnaire évincé pour recevoir les subventions de toute nature à échoir aux termes de l'acte de

concession ; le concessionnaire évincé recevra de lui le prix que la nouvelle adjudication aura fixé.

La partie du cautionnement qui n'aura pas encore été restituée deviendra la propriété du *département*.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sur les mêmes bases, après un délai de trois mois. Cette fois, les soumissions pourront être inférieures à la mise à prix. Si cette seconde tentative reste également sans résultat, le concessionnaire sera définitivement déchu de tous droits, et alors les ouvrages exécutés, les matériaux approvisionnés et les parties de chemins de fer déjà livrées à l'exploitation appartiendront au *département*.

Art. 39. — *Interruption de l'exploitation.* — Si l'exploitation du chemin de fer vient à être interrompue en totalité ou en partie, le préfet prendra immédiatement, aux frais et risques du concessionnaire, les mesures nécessaires pour assurer provisoirement le service.

Si, dans les trois mois de l'organisation du service provisoire, le concessionnaire n'a pas valablement justifié qu'il est en état de reprendre et de continuer l'exploitation et s'il ne l'a pas effectivement reprise, la déchéance pourra être prononcée par le Ministre des travaux publics. Cette déchéance prononcée, le chemin de fer et toutes ses dépendances seront mis en adjudication, et il sera procédé ainsi qu'il est dit à l'article précédent.

Art. 40. — *Cas de force majeure.* — Les dispositions des trois articles qui précèdent ne seraient pas applicables, et la déchéance ne serait pas encourue, dans le cas où le concessionnaire n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

Le titre IV est identique sauf quelques différences sans importance, à celui du cahier des charges de 1875 pour les lignes d'intérêt général.

TITRE V

STIPULATIONS RELATIVES A DIVERS SERVICES PUBLICS.

Art. 53. — *Fonctionnaires ou agents du contrôle et de la surveillance.* — Les fonctionnaires ou agents chargés de l'inspection du contrôle et de la surveillance du chemin de fer seront transportés gratuitement dans les voitures des voyageurs.

La même faculté sera accordée aux agents des contributions indirectes et des douanes chargés de la surveillance du chemin de fer dans l'intérêt de la perception de l'impôt.

Art. 54. — *Militaires et marins.* — Dans le cas où le Gouvernement aurait besoin de diriger des troupes et un matériel militaire ou naval sur l'un des points desservis par le chemin de fer, le concessionnaire sera tenu de mettre immédiatement à sa disposition tous ses moyens de transport.

Le prix du transport qui sera opéré dans ces conditions, ainsi que le prix du transport des militaires ou marins voyageant soit en corps soit isolément pour cause de service, envoyés en congé limité ou en permission ou rentrant dans leurs foyers après libération, sera payé conformément aux tarifs homologués.

Dans le cas où l'État s'engagerait à fournir une subvention par annuités au concessionnaire, le prix de ces transports sera fixé à la moitié des mêmes tarifs.

Art. 55. — *Transports des prisonniers.* — Le concessionnaire sera tenu, à toute réquisition, de mettre à la disposition de l'Administration un ou plusieurs compartiments de deuxième classe à deux banquettes, ou un espace équivalent, pour le transport des prévenus, accusés ou condamnés, et de leurs gardiens.

Il en sera de même pour le transport des jeunes délinquants recueillis par l'Administration pour être transférés dans les établissements d'éducation.

L'Administration pourra, en outre, requérir l'introduction, dans les convois ordinaires, de voitures cellulaires lui appartenant, à condition que les dimensions et le poids par essieu de ces voitures ne dépassent pas les dimensions et le poids à pleine charge du modèle le plus grand et le plus lourd qui sera affecté au service régulier du chemin de fer.

Le prix de ces transports sera réglé dans les conditions indiquées à l'article précédent.

Art. 56. — *Service des postes et télégraphes.* — Le concessionnaire sera tenu de réserver, dans chacun des trains circulant aux heures ordinaires de l'exploitation, un compartiment spécial de la deuxième classe, ou un espace équivalent, pour recevoir les lettres, les dépêches, ainsi que les agents du service des postes. L'espace réservé devra être fermé, éclairé et situé à l'étage inférieur des voitures.

L'Administration des Postes aura le droit de fixer à une voiture déterminée de chaque convoi une boîte aux lettres dont elle fera opérer la pose et la levée par ses agents.

Elle pourra installer à ses frais, risques et périls et sous sa responsabilité, des appareils spéciaux pour l'échange des dépêches, sans arrêt des trains.

L'Administration des Postes pourra aussi : 1° requérir un second compartiment dans les conditions indiquées au paragraphe premier ;

2° requérir l'introduction de voitures spéciales lui appartenant dans les convois ordinaires du chemin de fer, à condition que les dimensions et le poids par essieu de ces voitures ne dépassent pas les dimensions et le poids à pleine charge du modèle le plus grand et le plus lourd qui sera affecté au service régulier du chemin de fer.

Les prix des transports qui pourront être requis dans les conditions ci-dessus seront payés par l'Administration des Postes conformément aux tarifs homologués, sauf dans le cas où l'État se serait engagé à fournir au concessionnaire une subvention par annuités. Dans ce cas, la mise à la disposition du service des Postes d'un compartiment, en conformité du paragraphe premier du présent article, sera effectuée gratuitement. Le prix de tous autres transports faits par le concessionnaire sur la requisition de l'Administration des Postes est, dès à présent, fixé à la moitié des tarifs homologués.

Les agents des Postes et des Télégraphes en service ne seront également assujettis qu'à la moitié de la taxte dans le cas où la ligne serait subventionnée par le Trésor.

Dans le même cas, les matériaux nécessaires à l'établissement ou à l'entretien des lignes télégraphiques seront transportés à moitié prix des tarifs homologués.

L'Administration des Postes pourra enfin exiger, le concessionnaire et le département entendus, et après s'être mise d'accord avec le Ministre des travaux publics, qu'un train spécial dans chaque sens soit ajouté au service ordinaire. Dans ce cas, que le chemin de fer soit subventionné ou non, le montant intégral des dépenses supplémentaires de toute nature que ce service spécial aura imposées au concessionnaire, déduction faite des produits qu'il aura pu en retirer, lui sera payé par l'Administration des Postes suivant le règlement qui en sera fait de gré à gré ou par deux arbitres. En cas de désaccord des arbitres, un tiers arbitre sera désigné par le Conseil de préfecture.

Les employés chargés de la surveillance du service des Postes, les agents préposés à l'échange ou à l'entrepôt des dépêches et à la levée des boîtes, auront accès dans les gares ou stations pour l'exécution de leur service, en se conformant aux règlements de police intérieure du chemin de fer.

Si le service des Postes exige des bureaux d'entrepôt de dépêches dans les gares et stations, le concessionnaire sera tenu de lui fournir l'emplacement nécessaire ; cet emplacement sera déterminé sous l'approbation du Ministre des travaux publics. L'Administration des Postes en payera le loyer dans le cas où le chemin de fer ne serait pas subventionné par l'État.

Lorsque le concessionnaire voudra changer les heures de départ des

convois ordinaires, il sera tenu, dans tous les cas, d'avertir l'Administration des Postes quinze jours à l'avance.

Art. 57. — *Lignes télégraphiques.* — Le concessionnaire sera tenu d'établir à ses frais, s'il en est requis par le Ministre des travaux publics, les lignes et appareils télégraphiques destinés à transmettre les signaux nécessaires pour la sûreté et la régularité de son exploitation. Il devra toutefois, avant l'établissement des lignes, se pourvoir de l'autorisation du Ministre des Postes et des Télégraphes.

Il pourra, avec l'autorisation du Ministre des Postes et des Télégraphes, se servir des poteaux de la ligne télégraphique de l'Etat, sur les points où une ligne semblable existe le long de la voie : il ne pourra s'opposer à ce que l'Etat se serve des poteaux qu'il aura établis, afin d'y accrocher ses propres fils.

Le concessionnaire est tenu de se soumettre à tous les règlements d'administration publique concernant l'établissement et l'emploi des appareils télégraphiques, ainsi que l'organisation à ses frais du contrôle de ce service par les agents de l'Etat.

Les agents des Postes et des Télégraphes voyageant pour le contrôle du service de la ligne électrique du chemin de fer ou du service postal exécuté sur cette ligne auront le droit de circuler gratuitement dans les voitures du concessionnaire, sur le vu de cartes personnelles qui leur seront délivrées.

Dans le cas où l'Etat s'engagerait à fournir au concessionnaire une subvention par annuités, la même gratuité s'appliquerait aux agents voyageant pour la construction ou l'entretien des lignes télégraphiques établies le long de la voie ferrée.

Le Gouvernement aura la faculté de faire, le long des voies, toutes les constructions, de poser tous les appareils nécessaires à l'établissement d'une ou de plusieurs lignes télégraphiques, sans nuire au service du chemin de fer. Il pourra aussi déposer sur les terrains dépendant du chemin de fer le matériel nécessaire à ces lignes ; mais il devra le retirer dans le cas où il serait reconnu par le préfet que le concessionnaire a besoin de ces terrains pour le service du chemin de fer.

Sur la demande du Ministre des Postes et des Télégraphes, il sera réservé, dans les gares des villes et des localités qui seront désignées ultérieurement, le terrain nécessaire à l'établissement des maisonnettes destinées à recevoir le bureau télégraphique et son matériel.

Le concessionnaire sera tenu de faire garder par ses agents ordinaires les fils des lignes télégraphiques, de donner aux employés des lignes télégraphiques connaissance de tous les accidents qui pourraient survenir et de leur en faire connaître les causes.

En cas de rupture de fils télégraphiques, les employés du conces-

sionnaire auront à raccrocher provisoirement les bouts séparés, d'après les instructions qui leur seront données à cet effet.

En cas de rupture des fils télégraphiques ou d'accidents graves, une locomotive sera mise immédiatement à la disposition de l'inspecteur-ingénieur de la ligne télégraphique, pour le transporter sur le lieu de l'accident avec les hommes et les matériaux nécessaires à la réparation. Ce transport devra être effectué dans des conditions telles qu'il ne puisse entraver en rien la circulation publique.

Il sera alloué au concessionnaire une indemnité de cinquante centimes par kilomètre parcouru par la machine, quand le dommage ne proviendra pas du fait du concessionnaire ou de ses agents.

Dans le cas où des déplacements de fils, appareils ou poteaux deviendraient nécessaires par suite de travaux exécutés sur le chemin, ces déplacements auraient lieu, aux frais du concessionnaire, par les soins de l'Administration des lignes télégraphiques.

Le concessionnaire ne pourra se refuser à recevoir et à transmettre les télégrammes officiels par ses fils et appareils, et dans des conditions qui seront déterminées par le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Dans le cas où le Ministre des Postes et des Télégraphes jugera utile d'ouvrir au service privé certaines gares de la ligne, il devra s'entendre avec le concessionnaire pour régler les conditions et le prix de ce service.

Les fonctionnaires, agents et ouvriers commissionnés, chargés de la construction, de la surveillance et de l'entretien des lignes télégraphiques, ont accès dans les gares et stations et sur la voie ferrée et ses dépendances, pour l'exécution de leur service, en se conformant aux règlements de police intérieure.

TITRE VI

CLAUSES DIVERSES.

Art. 58. — *Constructions de nouvelles voies de communication.* — Dans le cas où le Gouvernement, le département ou les communes ordonneraient ou autoriseraient la construction de routes nationales, départementales ou vicinales, de chemins de fer ou de canaux qui traverseraient la ligne objet de la présente concession, le concessionnaire ne pourra s'opposer à ces travaux, mais toutes les dispositions nécessaires seront prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle à la construction ou au service du chemin de fer, ni aucuns frais pour le concessionnaire.

Art. 59. — *Construction de nouvelles voies de communication.* — Toute exécution ou autorisation ultérieure de route, de canal, de che-

min de fer, de travaux de navigation dans la contrée où est situé le chemin de fer objet de la présente concession, ou dans toute autre contrée voisine ou éloignée, ne pourra donner ouverture à aucune demande d'indemnité de la part du concessionnaire.

Art. 60. — *Concessions de chemins de fer d'embranchement et de prolongement.* — Le Gouvernement, le département et les communes auront le droit de concéder de nouveaux chemins de fer s'embranchant sur le chemin qui fait l'objet du présent cahier des charges, ou qui seraient établis en prolongement du même chemin.

Le concessionnaire ne pourra mettre aucun obstacle à ces embranchements, ni réclamer, à l'occasion de leur établissement, une indemnité quelconque, pourvu qu'il n'en résulte aucun obstacle à la circulation ni aucuns frais particuliers pour le concessionnaire.

Les concessionnaires de chemins de fer d'embranchement ou de prolongement auront la faculté, moyennant les tarifs ci-dessus déterminés et l'observation du paragraphe 1er de l'article 31, ainsi que des règlements de police et de service établis ou à établir, de faire circuler leurs voitures, wagons et machines sur le chemin de fer objet de la présente concession, pour lequel cette faculté sera réciproque à l'égard desdits embranchrments et prolongements.

Dans ce cas, lesdits concessionnaires ne payeront le prix du péage que pour le nombre de kilomètres réellement parcourus, un kilomètre entamé étant d'ailleurs considéré comme parcouru.

Dans le cas où les divers concessionnaires ne pourraient s'entendre sur l'exercice de cette faculté, le Ministre des travaux publics statuerait sur les difficultés qui s'élèveraient entre eux à cet égard.

Le concessionnaire ne pourra toutefois être tenu à admettre sur ses rails un matériel dont le poids serait hors de proportion avec les éléments constitutifs de ses voies.

Dans le cas où un concessionnaire d'embranchement ou de prolongement joignant la ligne qui fait l'objet de la présente concession n'userait pas de la faculté de circuler sur cette ligne, comme aussi dans le cas où le concessionnaire de cette dernière ligne ne voudrait pas circuler sur les prolongements et embranchements, les concessionnaires seraient tenus de s'arranger entre eux de manière que le service de transport ne soit jamais interrompu aux points de jonction des diverses lignes.

Celui des concessionnaires qui se servira d'un matériel qui ne serait pas sa propriété payera une indemnité en rapport avec l'usage et la détérioration de ce matériel. Dans le cas où les concessionnaires ne se mettraient pas d'accord sur la quotité de l'indemnité ou sur les moyens d'assurer la continuation du service sur toutes les lignes, l'Ad-

ministration y pourvoirait d'office et prescrirait toutes les mesures nécessaires.

Gares communes. — Le concessionnaire sera tenu, si l'autorité compétente le juge convenable, de partager l'usage des stations établies à l'origine des chemins de fer d'embranchement avec les compagnies qui deviendraient ultérieurement concessionnaires desdits chemins.

Il sera fait un partage équitable des frais communs résultant de l'usage desdites gares, et les redevances à payer par les compagnies nouvelles seront, en cas de dissentiment, réglées par voie d'arbitrage.

En cas de désaccord sur le principe ou l'exercice de l'usage commun des gares, il sera statué, le concessionnaire entendu, savoir :

Par le préfet, si les deux chemins sont d'intérêt local et situés dans le même département ;

Par le Ministre, si les deux lignes ne sont pas situées dans le même département, ou si l'un des deux chemins est d'intérêt général.

Art. 61. — *Embranchements industriels.* — Le concessionnaire sera tenu de s'entendre avec tout propriétaire de mines ou d'usines qui, offrant de se soumettre aux conditions prescrites ci-après, demanderait un embranchement ; à défaut d'accord, le préfet statuera sur la demande, le concessionnaire entendu.

Les embranchements seront construits aux frais des propriétaires de mines et d'usines, et de manière qu'il ne résulte de leur établissement aucune entrave à la circulation générale, aucune cause d'avarie pour le matériel, ni aucuns frais particuliers pour la compagnie.

Leur entretien devra être fait avec soin et aux frais de leurs propriétaires, et sous le contrôle du préfet. Le concessionnaire aura le droit de faire surveiller par ses agents cet entretien, ainsi que l'emploi de son matériel sur les embranchements.

Le préfet pourra, à toutes époques, prescrire les modifications qui seraient jugées utiles dans la soudure, le tracé ou l'établissement de la voie desdits embranchements, et les changements seront opérés aux frais des propriétaires.

Le préfet pourra même, après avoir entendu les propriétaires, ordonner l'enlèvement temporaire des aiguilles de soudure, dans le cas où les établissements embranchés viendraient à suspendre en tout ou en parti leurs transports.

Le concessionnaire sera tenu d'envoyer ses wagons sur tous les embranchements autorisés destinés à faire communiquer des établissements de mines ou d'usines avec la ligne principale du chemin de fer.

Le concessionnaire amènera ses wagons à l'entrée des embranchements.

Les expéditeurs ou destinataires feront conduire les vagons dans leurs établissements pour les charger ou décharger, et les ramèneront au point de jonction avec la ligne principale, le tout à leurs frais.

Les wagons ne pourront d'ailleurs être employés qu'au transport d'objets et marchandises destinés à la ligne principale du chemin de fer.

Le temps pendant lequel les wagons séjourneront sur les embranchements particuliers ne pourra excéder six heures lorsque l'embranchement n'aura pas plus d'un kilomètre. Ce temps sera augmenté d'une demi-heure par kilomètre en sus du premier, non compris les heures de la nuit, depuis le coucher jusqu'au lever du soleil.

Dans le cas où les limites de temps seraient dépassées, nonobstant l'avertissement spécial donné par le concessionnaire, il pourra exiger une indemnité égale à la valeur du droit de loyer des wagons, pour chaque période de retard après l'avertissement.

Les traitements des gardiens d'aiguilles et des barrières des embranchements autorisés par le préfet seront à la charge des propriétaires des embranchements. Ces gardiens seront nommés et payés par le concessionnaire, et les frais qui en résulteront lui seront remboursés par lesdits propriétaires.

En cas de difficulté, il sera statué par l'Administration, le concessionnaire entendu.

Les propriétaires d'embranchements seront responsables des avaries que le matériel pourrait éprouver pendant son parcours ou son séjour sur ces lignes.

Dans le cas d'inexécution d'une ou de plusieurs des conditions énoncées ci-dessus, le Préfet pourra, sur la plainte du concessionnaire et après avois entendu le propriétaire de l'embranchement, ordonner par un arrêt la suspension du service et faire supprimer la soudure, sauf recours à l'Administration supérieure, et sans préjudice de tous dommages-intérêts que le concessionnaire serait en droit de répéter pour la non-exécution de ces conditions.

Tarifs à percevoir pour le matériel prêté. — Pour indemniser le concessionnaire de la fourniture et de l'envoi de son matériel sur les embranchements, il est autorisé à percevoir un prix fixe de *douze centimes* (0f 12) par tonne pour le premier kilomètre et, en outre, *quatre centimes* (0f 04c) par tonne et par kilomètre en sus du premier, lorsque la longueur de l'embranchement excèdera 1 kilomètre.

Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Le chargement et le déchargement sur les embranchements s'opèreront aux frais des expéditeurs ou destinataires, soit qu'ils les fassent

eux-mêmes, soit que la compagnie du chemin de fer consente à les opérer.

Dans ce dernier cas, ces frais seront l'objet d'un règlement arrêté par le préfet, sur la proposition du concessionnaire.

Tout wagon envoyé devra être payé comme wagon complet, lors même qu'il ne serait pas complètement chargé.

La surcharge, s'il y en a, sera payée au prix du tarif légal et au prorata du poids réel. Le concessionnaire sera en droit de refuser les chargements qui dépasseraient le maximum de *trois mille cinq cents kilogrammes* déterminé en raison des dimensions actuelles des wagons.

Le maximum sera revisé par le préfet de manière à être toujours en rapport avec la capacité des wagons.

Les wagons seront pesés à la station d'arrivée par les soins et aux frais du concessionnaire.

Art. 62. — *Contribution foncière.* — La contribution foncière sera établie en raison de la surface des terrains occupés par le chemin de fer et ses dépendances ; la cote en sera calculée, comme pour les canaux, conformément à la loi du 25 avril 1803.

Les bâtiments et magasins dépendant de l'exploitation du chemin de fer seront assimilés aux propriétés bâties de la localité. Toutes les contributions auxquelles ces édifices pourront être soumis seront, aussi bien que la contribution foncière, à la charge du concessionnaire.

Art. 63. — *Agents du concessionnaire.* — Les agents et gardes que le concessionnaire établira, soit pour la réception des droits, soit pour la surveillance et la police du chemin de fer et de ses dépendances, pourront être assermentés, et seront, dans ce cas, assimilés aux gardes-champêtres.

Art. 64. — *Inspecteurs spéciaux.* — Il pourra être institué près du concessionnaire un ou plusieurs commissaires chargés d'exercer une surveillance spéciale sur tout ce qui ne rentre pas dans les attributions des agents du contrôle.

Art. 65. — *Frais de contrôle.* — Les frais de visite, de surveillance et de réception des travaux et les frais de contrôle de l'exploitation seront supportés par le concessionnaire.

Afin de pourvoir à ces frais, le concessionnaire sera tenu de verser chaque année, à la caisse centrale du trésorier-payeur général du département, une somme de francs par chaque kilomètre de chemin de fer concédé (1).

(1) Les frais de contrôle ont été fixés dans plusieurs concessions déjà données, à la somme annuelle de cinquante francs (50f) par kilomètre, payables à compter de la date du décret de concession, tant pour la période de construction que pour la période d'exploitation.

Si le concessionnaire ne verse pas la somme ci-dessus réglée aux époques qui auront été fixées, le préfet rendra un rôle exécutoire, et le montant en sera recouvré comme en matière de contributions directes, au profit du *département*.

Art. 66. — *Cautionnement.* — Avant la signature de l'acte de concession, le concessionnaire déposera à la Caisse des dépôts et consignations une somme de en numéraire ou en rentes sur l'État calculées conformément au décret du 31 janvier 1872, ou en bons du Trésor, avec transfert, au profit de ladite caisse, de celles de ces valeurs qui seraient nominatives ou à ordre.

Cette somme formera le cautionnement de l'entreprise.

Les *quatre cinquièmes* en seront rendus au concessionnaire par *cinquième* et proportionnellement à l'avancement des travaux. Le dernier *cinquième* ne sera remboursé qu'après l'expiration de la concession.

Art. 67. — *Élection de domicile.* — Le concessionnaire devra faire élection de domicile à

Dans le cas où il ne l'aurait pas fait, toute notification ou signification à lui adressée sera valable lorsqu'elle sera faite au secrétariat général de la préfecture de

Art. 68. — *Jugement des contestations.* — Les contestations qui s'élèveraient entre le concessionnaire et l'Administration au sujet de l'exécution et de l'interprétation des clauses du présent cahier des charges, seront jugées administrativement par le conseil de préfecture du département d , sauf recours au Conseil d'État.

Art. 69. — *Frais d'enregistrement.* — Les frais d'enregistrement du présent cahier des charges et de la convention ci-annexée seront supportés par le concessionnaire.

V. — Conventions techniques relatives au matériel roulant à l'exploitation et aux signaux de l'Union des chemins de fer allemands (1).

a. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES[2].

§ 67. — *Pression des roues sur les rails. — La pression exercée sur les rails par chaque roue de tous les véhicules en pleine charge, ne devra dépasser* 7000 *kilos. Cette prescription n'est obligatoire que pour les véhicules qu'on fabriquera à l'avenir, et pour le matériel passant sur les lignes étrangères.*

§ 68. — *Roues.* — 1° Les roues en fer soudé, en fer homogène ou en acier, sont reconnues comme étant les meilleurs. On peut employer la fonte pour les moyeux et, dans des cas spéciaux, pour les carcasses entières.

2° Les roues coulées en coquille ne peuvent être employées que pour les wagons non munis de freins.

3° *Les disques de roues en bois ou en pâte à papier ne sont admis que pour les wagons sans freins.*

§ 69. — *Diamètre des roues de tenders et de wagons.* — Le diamètre des roues de tenders et de wagons, mesuré au cercle de roulement, sera de 840^{mm} au moins.

§ 79. — *Écartement des roues.* — 1° *L'écartement des roues d'un essieu, mesuré entre les plans intérieurs des bandages, sera* 1,360^{mm} *à l'état normal. Une tolérance de* 3^{mm} *en plus ou moins est admise.*

2° *Jusqu'à une hauteur de* 100^{mm} *au-dessus du champignon des rails, et à l'exception des contrepoids, aucune partie des roues ne pourra faire saillie sur la face latérale intérieure du bandage.*

§ 71. — *Bandages des roues.* — 1° *La largeur des bandages ne pourra être ni inférieure à* 130^{mm} *ni supérieure à* 150^{mm}.

2° Il convient de fixer les bandages aux roues à raies ou à plateau de manière à ce qu'en cas de rupture en plusieurs endroits, les bandages ne puissent se détacher complètement des roues. L'attache au moyen d'anneaux de retenue ou d'assemblage, ou, au moins, au moyen d'un

1. Les conventions techniques de l'Union des Chemins de fer allemands relatives à la construction ont été reproduites dans le tome I (Annexe VII, page 579).

2. Les prescriptions écrites en italiques sont seules obligatoires.

rebord, qui, à l'extérieur, s'applique d'une manière solide contre la couronne de la roue, peut être recommandée.

3° *A l'avenir, les bandages ne seront plus munis de creux à arête vive.*

4° *L'épaisseur minima des bandages au cercle de roulement sera de* 24^{mm} *pour les locomotives, les tenders, les voitures, les bureaux-poste et les fourgons, et de* 20^{mm} *pour tous les autres véhicules.*

5° *Lorsque l'épaisseur des bandages est diminuée par une rainure d'assemblage, pratiquée sous la surface du roulement, la partie la plus faible du bandage doit présenter encore l'épaisseur minima mentionnée ci-dessus.*

6° *La surface de roulement des roues aura une forme conique.* On recommande de donner au cône une inclinaison de 1 : 20.

§ 72. — *Boudins des roues.* — 1° *Toutes les roues seront munies de boudins.*

2° *Dans la position normale des roues, la hauteur des boudins, mesurée à partir du champignon des rails, ne sera pas inférieure à* 25^{mm} *; à l'état de la plus grande usure, elle ne dépassera pas* 35^{mm}.

§ 73. — *Jeu des boudins.* — 1° *Le jeu entre les rails d'une voie à écartement normal de* $1{,}435^{m}$, *et les boudins (mesure prise d'après le déplacement total de l'essieu), ne sera ni inférieur à* 10^{mm} *ni supérieur à* 25^{mm}, *même à l'état de l'usure maxima. Lorsque la distance des cercles de roulement est de* $1{,}500^{m}$, *l'écartement des faces extérieures des boudins mesuré à* 10^{mm} *au-dessous de la surface de roulement des deux bandages, ne pourra être ni inférieur à* $1{,}410^{m}$ *ni supérieur à* $1{,}425^{m}$.

2° *Pour les roues du milieu des locomotives et des véhicules à trois essieux, un jeu total jusqu'à* 40^{mm} *est admis (l'écartement intérieur des roues restant toutefois le même).*

§ 74. — *Calage des roues.* — *Les roues d'un essieu doivent être fixées de façon à ne pouvoir se déplacer l'une par rapport à l'autre. Les roues mobiles sur les essieux, et les essieux qui présentent une solution de continuité, sont exclus du service direct.*

§ 75. — *Dimensions des essieux.* — 1° *Les essieux des wagons à marchandises et des tenders, en acier fondu de bonne qualité, peuvent porter la charge suivante, lorsqu'ils ont les dimensions indiquées ci-dessous, et que la distance des milieux des fusées ne dépasse pas* 2^{m}.

Diamètre dans le moyeu.	*Diamètre de la fusée.*	*Longueur de la fusée.*	*Charge.*
100 mm	62 mm	150 mm	4300 kilos
105 »	66 »	156 »	5000 »
110 »	70 »	162 »	5800 »
115 »	74 »	166 »	6600 »
120 »	78 »	170 »	7500 »
125 »	82 »	174 »	8500 »
130 »	86 »	178 »	9600 »
135 »	90 »	182 »	10700 »
140 »	94 »	185 »	12000 »
145 »	98 »	188 »	13200 »

2° *Ces charges seront réduites de* 16 0/0, *lorsque les essieux sont en fer soudé.*

3° *Pour plus grande sûreté, on réduira de* 20 0/0 *les charges indiquées dans les alinéas* 1 *et* 2 *pour les essieux des voitures, fourgons et bureaux-poste.*

4° *Si, par suite de l'usure, le diamètre des fusées se trouvera moindre que les dimensions fixées ci-dessus, l'essieu ne devra plus porter la charge correspondant aux dimensions primitives. Pour les fusées plus courtes, l'usure peut-être relativement plus grande. Lorsqu'on choisit des fusées plus longues, il faudra agrandir leur diamètre en conséquence.*

5° *Lorsque l'écartement des milieux des fusées est inférieur à* 2^{m}, *le diamètre de l'essieu dans le moyeu sera amoindri en conséquence.*

6° *Les essieux des véhicules et des tenders n'auront aucun épaulement à la portée de calage. En général, les épaulements aigus devront rigoureusement être évités.*

§ 76. — *Appareils de traction et de choc.* — 1° *L'avant des locomotives et l'arrière des tenders, ainsi que les deux traverses extrêmes des châssis des locomotives-tenders et de tous les autres véhicules (à l'exception toutefois des véhicules placés dans les trains de matériaux), doivent être munis d'appareils de traction et de choc élastiques.*

2° Les ressorts peuvent être fabriqués en acier ou en caoutchouc.

3° *La hauteur normale du centre des appareils de traction et de choc au-dessus du champignon des rails sera, pour les véhicules vides de* $1{,}040^{m}$; *on admet une tolérance de* 25^{mm} *au-dessus et au-dessous de cette hauteur.*

4° *Lorsque les véhicules sont en pleine charge, la hauteur minima du centre des appareils de traction et de choc, au-dessus du champignon des rails, sera de* 940^{mm}.

§ 77. — *Appareil de traction.* — *L'appareil de traction doit être*

construit de sorte qu'on le puisse sortir de la traverse extrême de 50^{mm} *au moins et de* 150^{mm} *au plus.*

§ 78. — *Crochets de traction.* — 1° *Lorsqu'on fait l'acquisition de véhicules neufs, ou que l'on remplace les appareils de traction d'un ancien type, devenus inutilisables, les crochets de traction devront être fabriqués soigneusement d'après le dessin de la Planche III*[1], *ou avoir au moins les mêmes sections de résistance que les crochets représentés sur la Planche ; de plus, ces crochets ne devront pas se refuser à l'accrochage des brides du tendeur, prévu par le dessin de la Planche III.*

2° *En position normale, le point d'attaque du crochet de traction non tendu se trouvera à une distance minima de* 370^{mm} *des faces de choc des tampons non serrés ; des tolérances jusqu'à* 25^{mm} *en dessus et en dessous de cette dimension sont admises.*

3° Les types de crochets de traction, admis jusqu'à ce jour, peuvent être employés également à l'avenir.

§ 79. — *Tendeurs.* — 1° *Tous les véhicules doivent être munis de tendeurs à vis. Une exception sera faite pour les wagons circulant exclusivement dans les trains de matériaux.*

2° *Les dimensions du tendeur, correspondant aux dimensions prescrites des tampons, crochets de traction etc., sont indiquées dans le dessin de la Planche IV.*

3° Les types de tendeurs à vis, admis jusqu'à ce jour, peuvent être employés également à l'avenir.

§ 80. — *Tampons.* — 1° *Les appareils de choc consistent en une paire de tampons ; l'écartement normal d'axe en axe des tampons sera de* 1,750^{m}. *Des tolérances — par suite du service — jusqu'à* 10^{mm} *en dessous et en dessus de cette dimension sont admises.*

2° *Lorsque les tampons sont comprimés à fond, la distance entre la face antérieure des tampons et la traverse de tête sera de* 370^{mm} *au moins ; s'il se trouve un marche-pied devant la traverse, la distance entre celui-là et la face antérieure du tampon sera de* 300^{mm} *au moins.*

3° *Le diamètre des tampons ne pourra être inférieur à* 340 ^{mm}.

4° *Vu de l'intérieur du véhicule, le disque du tampon fixé à gauche, devra être plat, et celui du tampon, fixé à droite sera bombé.* La flèche du disque bombé doit être de 25^{mm}.

§ 81. — *Manivelles de freins.* — *Tous les freins doivent être disposés de façon que, pour les serrer, il soit nécessaire de tourner la manivelle à droite.*

§ 82. — *Poignées de retenue pour le manœuvrier-accrocheur. Planche V.* — 1° On recommande de munir chaque traverse des véhicules,

1. Les planches III et suivantes, qui ne renferment que des détails de construction du matériel roulant ne sont pas reproduites ici.

dépourvus de chaînes de sûreté, de deux poignées de retenue pour le manœuvrier-accrocheur ; ces poignées seront en forme de tige et auront une épaisseur de 16 à 25^{mm}.

2° Les poignées s'étendront, par rapport au centre des tampons, au moins 50^{mm} vers l'extérieur, et à 300^{mm} vers l'intérieur. Le milieu de la poignée sera éloigné au moins de 80^{mm} de l'arête inférieure de la traverse de tête ; il se trouvera, en outre, au moins 30^{mm} devant et en dessous de cette arête.

3° La forme et la manière d'attache convenables des poignées sont représentées dans le dessin de la Planche V[1].

4° On peut se dispenser de ces poignées, lorsque d'autres pièces de retenue convenables sont fixées à l'endroit.

§ 83. — *Porte-signaux et lanterne de signal.* — 1° *Toutes les locomotives, ainsi que les tenders, les voitures, bureaux-poste, fourgons et wagons couverts, munis de freins à main, doivent être pourvus de porte-signaux fixes pour les signaux prescrits au* § 180.

2° On recommande, du reste, de munir également de porte-signaux fixes les véhicules sus-mentionnés, non garnis de freins.

3° On recommande de donner aux gaînes des porte-signaux latéraux une forme pyramidale à section carrée, ayant en haut 46^{mm}, et en bas 35^{mm} de largeur intérieure, et une hauteur de 76^{mm} ; les gaines seront placées diagonalement à l'axe du véhicule. Dans ce cas, la plus grande section de la caisse de la lanterne, dont les faces latérales seront parallèles aux faces du véhicule, n'aura pas plus de 250^{mm} de largeur et 280^{mm} de hauteur ; la section de la cheminée de la lanterne n'aura que 140^{mm} de largeur et 120^{mm} de hauteur.

4° Les supports seront fixés au véhicule de manière, à ce que toutes les parties des lanternes, placées dans les porte-signaux, soient éloignées de 150^{mm} du profil normal de libre passage.

§ 84. — *Chauffage à vapeur.* — 1° On recommande d'employer pour les conduits de chauffage à vapeur des trains, des joints de tuyaux uniformes avec assemblage conique et étrier à vis, conformes au type représenté par le dessin de la Planche VI.

2° *Lorsqu'on adopte ces joints de tuyaux, les cotes inscrites dans le dessin de la Planche VI sont obligatoires.*

3° Les conduits de vapeur, placés sous les wagons, doivent être disposés de façon, à ce que leurs extrémités se trouvent toutes les deux du même côté de l'axe longitudinal des véhicules, et à une distance horizontale de 200 à 270^{mm} de cet axe. La distance de la face des tampons non enfoncés, et du centre du cône situé à l'extrémité du conduit

1. Voir la note de la page ci-contre.

de vapeur, sera de 460 à 470^{mm} ; l'ouverture du cône se trouvera à une distance de 260 à 290^{mm} au-dessous du centre des tampons.

4° *Pour les véhicules placés dans les trains directs, et chauffés à la vapeur, le type décrit ci-dessus devra être adopté.*

§ 85. — *Accouplements pour freins à air*[1]. — 1° *La forme et l'installation des rotules et des manchons d'accouplement pour freins à air comprimé seront conformes au dessin de la Planche VII. Il faut qu'on puisse réunir les manchons d'accouplement avec les manchons simples du type Westinghouse ; la longueur de la rotule d'accouplement, mesurée (en courbe) entre la face de la bague filetée de la rotule et le milieu du manchon, sera de* 700 *à* 730^{mm} (on recommande de choisir la longueur de 715^{mm}).

Les véhicules sans ponts mobiles entre les plates-formes, seront munis d'une rotule à chaque bout. La distance du milieu de la rotule et de l'axe du wagon sera de 150 *à* 300^{mm} (on recommande de choisir la distance de 200^{mm}) ; *la distance verticale du milieu du coude et du milieu de la tige de traction sera de* 500 *à* 750^{mm} (on recommande de choisir la distance de 550^{mm}) ; *le bout du coude, partant du bout du wagon, se trouve à une distance de* 500 *à* 750^{mm} *en arrière du plan perpendiculaire, tangent aux surfaces du contact des tampons non enfoncés* (on recommande de choisir la distance de 500^{mm}).

3° *Les wagons avec ponts mobiles entre les plates-formes seront munis de deux rotules à chaque bout ; les milieux de ces rotules seront éloignés de* 480 *à* 800^{mm} *de l'axe du wagon* (on recommande de choisir la distance de 480^{mm}). *Lorsque les bras horizontaux des coudes sont placés bas, ils ne devront surpasser l'arête supérieure de la plate-forme du wagon ; quand ils sont placés haut, la distance verticale de leur milieu et de l'axe de la tige de traction sera de* 500 *à* 750^{mm} (on recommande de choisir la distance de 550^{mm}). *Les bouts des coudes, partant du bout du wagon, se trouveront à une distance de* 500 *à* 350^{mm} *en arrière du plan perpendiculaire, tangent aux surfaces de contact des tampons non enfoncés* (on recommande de choisir la distance de 500^{mm}).

4° *Pour chaque rotule d'accouplement, il doit y avoir un manchon fermé ou un support.*

5° *On placera immédiatement au-dessous du coude un robinet d'arrêt pour chaque rotule d'accouplement ; ce robinet sera construit de manière à ce qu'on ne puisse faire qu'un quart de tour, et que la clef soit placée horizontalement, lorsque le trou est ouvert, et verticalement vers le haut, lorsqu'il est fermé.*

6° *L'attache des rotules d'accouplement à l'arrière des tenders et des*

1. Voir la note de la page 606.

locomotives-tenders doit se faire conformément aux prescriptions valables pour les wagons. On recommande de munir l'avant des locomotives de rotules d'accouplement, afin qu'on puisse doubler la traction et atteler les locomotives-tenders en avant.

7° Des dérogations à ces prescriptions sont admises pour les véhicules qui ne quittent pas les dépendances du réseau auquel ils appartiennent; lorsqu'il s'agit de wagons passant sur les lignes étrangères, il faut s'assurer de l'adhésion de toutes les administrations intéressées.

§ 86. — *Accouplements pour freins à vide.* — 1° *La forme et l'installation des rotules et des manchons d'accouplement pour freins à vide seront conformes au dessin de la Planche VIII*[1]. *Les moufles système Hardy, d'un diamètre intérieur de* 58^{mm}, *serviront de manchons d'accouplement; la position de ces moufles sera telle que l'enclenchement regarde le tampon plat, lorsque la rotule d'accouplement est suspendue. La longueur de la rotule de frein, mesurée entre la face antérieure de la rotule de jointure, et le joint de la moufle, sera de* 770 *à* 870^{mm} (on recommande de choisir la longueur de 820^{mm}).

2° *Chaque wagon sera muni d'une rotule d'accouplement à chaque bout. La distance du milieu de la rotule et de l'axe du wagon sera de* 150 *à* 300^{mm} (on recommande de choisir la distance de 200^{mm}). *Le tuyau de communication aboutira horizontalement au bout du wagon et à une distance verticale maxima de* 200^{mm} *en dessous de l'axe de la tige de traction; la face antérieure de la rotule de jointure se trouvera à une distance de* 500 *à* 670^{mm} *en arrière du plan perpendiculaire, tangent aux surfaces de contact des tampons non enfoncés.* (On recommande de choisir la distance de 600^{mm}.)

3° *Pour chaque rotule d'accouplement il doit y avoir un coude extrême d'accouplement.*

4° *L'attache des rotules d'accouplement à l'arrière des tenders et des locomotives tenders doit se faire conformément aux prescriptions valables pour les wagons.* On recommande de munir l'avant des locomotives de rotules d'accouplement, afin qu'on puisse doubler la traction et atteler les locomotives-tenders en avant.

5° Des dérogations à ces prescriptions sont admises pour les véhicules qui ne quittent pas les dépendances du réseau auquel ils appartiennent; lorsqu'il s'agit de wagons passant sur les lignes étrangères, il faut s'assurer de l'adhésion de toutes les administrations intéressées.

§ 87. — *Filet de vis.* — Le filet Whitworth doit être adopté, autant que faire se peut, pour les vis. Cette prescription n'est pas applicable aux vis de freins et aux tendeurs.

1. Voir la note de la page 606.

b. CONSTRUCTION ET AMÉNAGEMENT DES LOCOMOTIVES.

§ 88. — *Largeur et hauteur.* — 1° *L'étendue maxima de toutes les parties fixes des locomotives est prescrite par le contour du gabarit décrit ci-dessous: de* 100^{mm} *à* 430^{mm} *au-dessus du champignon des rails, la distance de ce contour et du profil de libre passage sera partout de* 50^{mm}. *De* 430^{mm} *à* 3,200^{m} *au-dessus du champignon des rails, la largeur totale sera de* 3,150^{m}, *soit* 1,575^{m} *des deux côtés de l'axe de la voie, Au-dessus de* 3,200^{m}, *cette largeur diminuera jusqu'à concurrence de* 1,300^{m} *à la hauteur de* 3,700^{m} *au-dessus du champignon des rails, et jusqu'à* 850^{mm} *à la hauteur de* 4,150^{m} *au-dessus du même champignon.*

2° *Il n'y a que les cheminées des locomotives qui peuvent dépasser* 4,150^{m} *et s'élever à une hauteur maxima de* 4,570^{m} *au-dessus du champignon des rails.*

3° *Abstraction faite des roues, il n'y a que les contrepoids des roues, chasse-pierres, sabots de freins, tuyaux de sable, chaînes de sûreté, tendeurs et les organes du mouvement non commandés par le jeu des ressorts, qui, même à l'état d'usure des boudins, pourront descendre en dessous de* 100^{mm} *au-dessus du champignon des rails, savoir : les parties couvertes par le profil du bandage jusqu'à* 50^{mm}, *toutes les autres parties, énumérées ci-dessus, jusqu'à* 75^{mm} *au-dessus du champignon des rails.*

Remarque. Pour les locomotives parcourant exclusivement des réseaux précisés, les prescriptions de ce paragraphe ne sont pas obligatoires.

§ 89. — *Écartement des essieux.* — 1° L'écartement des essieux de locomotives sera aussi grand que les courbes du chemin le permettent.

2° Afin de ménager les locomotives et la superstructure des lignes renfermant en pleine voie beaucoup de courbes, on ne dépassera pas l'écartement des essieux fixe de

2,800^{m}	pour	les	courbes	de	180^{m}	de	rayon,		
3,100	»	»	»	»	»	210	»	»	»
3,500	»	»	»	»	»	250	»	»	»
3,900	»	»	»	»	»	300	»	»	»
4,600	»	»	»	»	»	400	»	»	»
5,200	»	»	»	»	»	500	»	»	»
5,800	»	»	»	»	»	600	»	»	»

§ 90. — *Graissage des boudins des roues.* — On recommande de graisser pendant la marche les boudins des roues de locomotives à essieux fixes.

§ 91. — *Mobilité des essieux.* — On recommande d'employer des

trains articulés, ou des essieux pouvant se déplacer, pour les locomotives à trois ou plusieurs essieux, lorsque l'écartement des essieux dépasse sensiblement les limites indiquées au paragraphe 89.

§ 92. — *Répartition du poids.* — 1° La charge des essieux accouplés sera répartie aussi uniformément que possible.

2° L'essieu d'avant des locomotives à six roues devra porter au moins un quart, et l'essieu d'avant des locomotives à plus de six roues, au moins 1/5 du poids de la locomotive. Le train mobile à deux essieux des locomotives à deux essieux accouplés, portera au moins un tiers, le train des locomotives à trois essieux accouplés, au moins un quart du poids de la locomotive. 3° L'emploi des leviers est recommandable pour la répartition de la charge des roues.

§ 93. — *Chaudières.* — 1° La chaudière de la locomotive sera placée aussi bas que possible.

2° La section du corps cylindrique de la chaudière sera circulaire, et le fil des tôles formera un angle droit avec l'axe de la chaudière. Les assemblages parallèles à cet axe seront faits à double rivure ; ils ne doivent pas se trouver à la partie inférieure de la chaudière.

3° Il faut avoir soin que, sous l'action de la chaleur, la chaudière puisse se dilater aussi librement que possible.

§ 94. — *Consolidation des foyers.* — 1° On recommande de suspendre l'armature des boîtes à feu à ciel plat à la chaudière extérieure, ou de consolider le ciel par des entretoises.

2° Dans ce dernier cas, il faut procéder de manière à ce que la dilatation de la plaque à tubes ne provoque pas des inflexions permanentes du ciel de la boîte à feu.

3° Le moyen de reconnaître la rupture des entretoises est de les percer entièrement ou en partie.

§ 95. — *Tension de la vapeur.* — La tension de la vapeur peut être portée sans désavantage jusqu'à 12 atmosphères.

§ 96. — *Soupapes de sûreté.* — 1° *Chaque locomotive sera munie de deux soupapes de sûreté au moins, dont l'une, au moins, sera disposée de manière à ce qu'on ne puisse porter sa charge au-delà du maximum réglementaire.*

2° *Les soupapes de sûreté seront construites de façon qu'elles ne puissent être lancées au loin par la vapeur tendue, lorsqu'une décharge involontaire a lieu.*

3° *La charge des soupapes devra être telle qu'elles puissent se déplacer verticalement de* 3^{mm}.

§ 97. — *Manomètre.* — 1° *Pour pouvoir observer continuellement la tension de la vapeur dans la chaudière, on placera sur chaque locomo-*

tive un manomètre de choix. Une marque très visible sur le cadran du manomètre indiquera la tension maxima permise.

2° *Chaque chaudière sera pourvue d'un appareil permettant d'y adapter un manomètre de contrôle.*

§ 98. — *Indicateurs du niveau d'eau. — Chaque chaudière sera munie au moins de deux appareils, indépendants l'un de l'autre, puis permettent de contrôler avec sûreté le niveau d'eau. Un au moins de ces appareils sera construit de manière à ce que le mécanicien puisse contrôler continuellement, et sans essais spéciaux, le niveau d'eau de la chaudière. Cet appareil sera muni d'une marque bien visible, indiquant le plus bas niveau d'eau qui puisse avoir lieu.*

2° *Si l'on se sert de robinets d'essai, il faut qu'il y en ait au moins deux* ; celui qui est placé le plus bas doit se trouver à 100^{mm} au-dessus de la partie la plus élevée de la surface mouillée du ciel de la boîte à feu. La marque du plus bas niveau d'eau se trouvera à la même hauteur.

3° *La construction des robinets d'essai doit être telle qu'on puisse y passer tout droit.*

4° On recommande de garnir les tubes de niveau d'eau d'un appareil préservateur contre les éclats de verre en cas de rupture d'un tube.

§ 99. — *Appareils d'alimentation. —* 1° *Il faut munir la chaudière au moins de deux appareils d'alimentation, indépendants l'un de l'autre, l'un de ces appareils, au moins, doit fonctionner sans le concours du mouvement de la locomotive, et chacun d'eux doit suffire à l'alimentation de la chaudière.*

2° *A l'embouchure des appareils d'alimentation dans la chaudière, il faut placer des soupapes automatiques, propres à empêcher l'écoulement de l'eau.*

3° La construction de ces soupapes automatiques doit être telle qu'on puisse les fermer du dehors ; on peut intercaler également des fermetures spéciales entre les soupapes et la chaudière.

§ 100. — *Tubes réchauffeurs.* — Chaque locomotive doit être pourvue d'un appareil, permettant d'introduire la vapeur dans le réservoir du tender par l'intermédiaire des tubes d'aspiration des appareils alimentaires.

§ 101. — *Sifflet à vapeur. — Chaque locomotive sera munie d'un sifflet à vapeur.*

§ 102. — *Cendrier. —* 1° *En dessous de la boîte à feu se trouvera un cendrier bien ajusté à la boîte, et muni d'au moins un clapet manœuvré du poste du mécanicien.*

2° *Des dispositions devront être prises pour empêcher, autant que faire se peut, le charbon de tomber du cendrier, quand les clapets sont ouverts.*

§ 103. — *Appareils pour arrêter les flammèches. — Quand la nature*

du combustible l'exige, les locomotives seront munies d'un appareil qui empêche efficacement les charbons ardents de s'échapper de la cheminée.

§ 104. — *Chasse-pierres.* — 1° *Chaque locomotive sera munie devant les deux roues du devant de chasse-pierres solides, placés exactement au-dessus des rails.*

2° *Les locomotives-tenders porteront devant et derrière des chasse-pierres pareils à ceux mentionnés ci-dessus.*

§ 105. — *Paliers couverts des locomotives.* — On recommande de munir le poste du mécanicien d'une marquise et d'un écran recourbé à l'arrière.

§ 106. — *Attelage de la locomotive et du tender.* — 1° Pour atteler la locomotive au tender, on doit se servir d'un attelage principal et d'un accouplement de réserve ; ce dernier n'entrera en fonction que lorsque l'appareil principal fera défaut.

2° On recommande de placer entre la locomotive et le tender, surtout lorsque l'écartement des essieux extrêmes de la locomotive est petit, un appareil empêchant, autant que possible, les oscillations latérales des deux véhicules.

3° Ni ces appareils ni d'autres parties intermédiaires entre la locomotive et le tender ne devront s'opposer à l'inscription libre en courbe.

§ 107. — *Freins.* — *Chaque locomotive-tender doit porter, outre les autres appareils de freins dont elle pourrait être pourvue, un frein à main ; on doit pouvoir serrer ce dernier facilement et promptement en tout temps.*

§ 108. — *Diamètre des roues motrices.* — 1° Le diamètre des roues motrices des locomotives, mesuré au cercle de roulement des bandages neufs, doit être assez grand pour qu'on ne puisse dépasser ni la vitesse de piston ni le nombre de tours des roues motrices indiqués ci-dessous, lorsqu'on marche à la vitesse maxima autorisée :

	Locomotives		
	à essieux libres ou à deux essieux moteurs accouplés.	à trois essieux moteurs accouplés.	à quatre essieux moteurs accouplés.
Vitesse du piston par minute en mètres	325	250	200
Nombre de tours des essieux moteurs par minute	260	100	160

2° On peut admettre une vitesse du piston et un nombre de tours plus grands, lorsque la construction spéciale des locomotives affaiblit sensiblement les effets nuisibles des perturbations.

3° On doit fixer, pour chaque type de locomotive, la vitesse qu'on ne devra jamais dépasser sans porter atteinte à la sûreté de l'exploitation.

§ 109. — *Voitures à vapeur.* — Lorsque les locomotives faisant corps avec des voitures ou des compartiments pour les voyageurs et les marchandises sont convenablement construites, elles peuvent circuler également sur les chemins de premier ordre à la vitesse mentionnée au paragraphe 108.

§ 110. — *Conduite de vapeur reliant la locomotive au pulsomètre.* — 1° Pour la conduite de vapeur, reliant la locomotive au pulsomètre, on se servira de têtes de raccord flexibles d'une longueur minima de 2,500m.

2° La forme et les dimensions des têtes de raccord doivent coïncider avec les pièces de la conduite de vapeur.

3° La position de l'accouplement de la conduite de vapeur de la locomotive est indépendante de celle du point d'arrivée de l'eau dans le tender. Toutefois, l'accouplement doit pouvoir se faire indifféremment des deux côtés de la locomotive.

4° Les points de raccord de la conduite du pulsomètre et de la locomotive doivent se trouver à l'intérieur d'une surface de cercle de 2,500m de rayon, perpendiculaire à l'axe de la voie ; le centre de cette surface de cercle est supposé à 2m de l'axe de la voie et au niveau du champignon des rails.

5° De tous les points de cette surface de cercle, on doit pouvoir atteindre le point de raccord de la conduite du pulsomètre au moyen de la tête de raccord de 2,500m de longueur, mentionnée à l'alinéa premier.

6° Lorsque le point de raccord de la conduite du pulsomètre se trouve en dehors des limites fixées à l'alinéa 5, on devra augmenter en proportion la longueur de la tête de raccord.

7° Des tuyaux ou chéneaux spéciaux devront conduire l'eau débitée par le pulsomètre, dans l'orifice d'alimentation du tender.

c. CONSTRUCTION ET AMÉNAGEMENT DES TENDERS.

§ 111. — *Largeur et hauteur. — Les dimensions des tenders ne dépasseront pas les contours, fixés au* § 88 *pour les locomotives.*

§ 112. — *Ecartement des essieux.* — Pour l'écartement des essieux

de tenders, on recommande de suivre les prescriptions données pour les locomotives (voir § 89).

§ 113. — *Charge par essieu.* — 1° Les essieux du tender devront être disposés de manière à ce que la charge, exercée par la soute à charbon et les caisses à eau, remplies ou vides, soit uniformément répartie.

2° Pour les tenders à trois essieux, il convient de répartir les charges par des leviers, disposés entre les colonnes-supports des ressorts.

§ 114. — *Caisses à eau.* — 1° *Les parties les plus élevées des caisses à eau ne devront pas se trouver à plus de* 2,750^{m} *au-dessus du champignon des rails.*

2° Les caisses à eau doivent être reliées au châssis, et les coffres à outils et à ustensiles à ces châssis, ou aux caisses à eau, de manière à ce qu'un choc violent ne les puisse pas en détacher.

§ 115. — *Freins.* — *Chaque tender doit porter, outre les autres appareils de freins dont il pourrait être pourvu, un frein à main, construit de manière à pouvoir être serré promptement en tout temps, même quand le tender est séparé de la locomotive.*

§ 116. — *Chasse-pierres.* — On recommande de placer des chasse-pierres sur l'arrière des tenders (voir § 104).

d. CONSTRUCTION ET AMÉNAGEMENT DES VOITURES.

§ 117. — *Largeur et hauteur.* — 1° *Tous les wagons doivent être construits de manière, qu'aucune partie du véhicule vide ne dépasse la hauteur de* 4,570^{m} *au-dessus du champignon des rails, et que les parties situées à plus de* 3,500^{m} *au-dessus du champignon des rails, restent à une distance minima de* 150^{mm} *du profil de libre passage ; lorsque le wagon est chargé, toutes les parties, situées à moins de* 430^{mm} *au-dessus du champignon des rails, resteront à une distance minima de* 50^{mm} *du profil de libre passage.*

2° *Abstraction faite des roues, les parties couvertes par les bandages des roues, les chaînes de sûreté et les tendeurs pourront seuls descendre à moins de* 130^{mm} *au-dessus du champignon des rails, savoir : les premières jusqu'à* 50^{mm}, *les chaînes de sûreté et les tendeurs jusqu'à* 75^{mm} *au-dessus du champignon des rails. Cette prescription est également de rigueur pour les véhicules chargés, et lorsque les bandages de roues sont usés.*

3° *Les prescriptions suivantes sont obligatoires pour les parties des wagons, situées, en charge, à plus de* 430^{mm}, *et, à vide, à moins de* 3,500^{m} *au-dessus du champignon des rails :*

a) Voitures, bureaux-poste et fourgons :

Largeur maxima, mesurée entre les marche-pieds et entre toutes les parties fixes faisant saillie sur les parois latérales, 3,150m.

Largeur maxima entre les parois latérales extérieures de la caisse.

3,150m, *quand il n'y a pas de portières aux parois latérales, et que les fenêtres ouvrantes sont construites de manière à ce qu'on ne puisse pencher le haut du corps en dehors* ;

2,900m, *quand les fenêtres ne sont pas construites de cette manière. Les portières des parois latérales doivent être construites de manière que les vantaux placés perpendiculairement à l'axe longitudinal du wagon ne dépassent le profil normal de libre passage.*

b) *Wagons à marchandises* :

Largeur maxima mesurée entre les marche-pieds et entre toutes les parties fixes, faisant saillie sur les parois latérales, 3,150m.

Largeur maxima entre les parois latérales extérieures de la caisse, lorsqu'il n'y a pas d'autres parties faisant saillie, 3,150m.

4° *Les planches de fond du siège des serre-freins ne peuvent s'élever à plus de* 2,850m *au-dessus du champignon des rails.*

§ 118. — *Wagons extraordinaires.* — Il est permis d'étendre la largeur de 3,150m des wagons extraordinaires du service direct jusqu'à une hauteur de 3,540m. Tout en limitant le gabarit par des lignes droites, on peut diminuer, à une hauteur de 3,820, cette largeur de 3,150m jusqu'à concurrence de 2,820m. A une hauteur de 4,570m, elle pourra être diminuée jusqu'à concurrence de 1,580m.

§ 119. — *Écartement des essieux.* — 1° L'écartement des essieux fixes de tous les véhicules ne sera pas inférieur à 2,500m ; en général, l'écartement des essieux fixes des wagons à marchandises ne dépassera pas 4,500m.

2° Pour les lignes renfermant beaucoup de courbes en pleine voie, il convient, en vue du ménagement des véhicules et de la superstructure, de ne pas dépasser un écartement maximum des essieux fixes de

4,500m	pour	les	courbes	d'un	rayon	de	180m,
3,900»	»	»	»	»	»	»	210»
4,300»	»	»	»	»	»	»	250»
4,800»	»	»	»	»	»	»	300»
5,700»	»	»	»	»	»	»	400»
6,500»	»	»	»	»	»	»	500»
7,200»	»	»	»	»	»	»	600»

3° La sûreté de l'exploitation n'est pas menacée, lorsqu'on admet un écartement des essieux fixes plus grand, savoir :

4,500^{m} pour les courbes d'un rayon de 180^{m},
4,900» » » » » » 210»
5,400» » » » » » 250»
6,000» » » » » » 300»
7,200» » » » » » 400» et plus.

4° Les véhicules ayant un écartement des essieux fixes plus grand que celui mentionné à l'alinéa précédent, ne peuvent être admis qu'après arrangement préalable entre les administrations intéressées.

5° *Les véhicules munis d'un dispositif approuvé par l'Union ou par sa commission technique, et permettant aux essieux extrêmes de s'inscrire librement et d'une manière automatique en courbe, sont admis généralement et sans égard aux courbes des différentes lignes* [1]. *Ces wagons doivent porter sur chaque longeron principal l'inscription suivante* : « *Vereinslenlachfen* » (*Essieux mobiles, approuvés par l'Union*).

6° Pour les wagons à trois essieux d'un écartement supérieur à 4^{m}, il sera nécessaire d'assurer à l'essieu du milieu un déplacement latéral proportionné à l'écartement des essieux et à une courbe de 180^{mm} de rayon. *Cette circonstance doit être constatée par une inscription à faire sur chacun des longerons et à libeller ainsi* : « *Essieu du milieu mobile* ».

§ 120. — *Moyens de diminuer les oscillations des véhicules.* — On recommande instamment de prêter attention à un mouvement tranquille des voitures ; à cet égard, on obtient de bons résultats par une construction convenable des voitures, notamment par un juste rapport entre l'écartement des essieux et la longueur de la caisse, enfin par une disposition convenable des ressorts.

§ 121. — *Châssis.* — 1° La longueur maxima du châssis des véhicules sera le double de l'écartement des roues. Lorsque les tampons dépassent le châssis de plus de 630^{mm}, la longueur de ce dernier doit être diminuée en proportion.

2° Le châssis de tous les véhicules doit être construit de manière à ce que la forme rectangulaire ne puisse l'altérer sans de violents efforts. Les longerons en fer, ainsi que les châssis entièrement en fer, sont d'un bon usage et peuvent être recommandés.

3° Il convient de placer le plancher des wagons à marchandises à 1,200^{m} au-dessus du champignon des rails, les tampons se trouvant dans la position normale (voir § 76, alinéa 3).

§ 122. — *Caisse.* — L'intérieur des caisses à voyageurs doit représenter au moins une hauteur de 2^{m}, mesure prise au milieu. On recommande de donner la même hauteur intérieure aux caisses des wagons couverts.

§ 123. — *Marques des wagons.* — 1° *Chaque wagon appartenant à*

une administration de l'Union des chemins de fer allemands, doit porter les inscriptions suivantes :

a) le nom de l'administration-propriétaire ; à part quelques initiales désignant le nom de l'administration-propriétaire, il faut que la dénomination du chemin de fer soit inscrite en langue allemande et en toutes lettres, ou abrégée de manière à ce qu'on puisse reconnaître cette dénomination immédiatement et sans difficulté ;

b) son numéro d'ordre sous lequel il est inscrit dans les ateliers et dans les registres de visite (Il convient que le numérotage soit courant pour tout le matériel d'une administration) ;

c) la tare du wagon, roues et essieux compris ;

d) le tonnage (pour les wagons des chemins de fer austro-hongrois le poids de chargement). Les voitures à voyageurs sont exceptées de cette prescription ;

e) l'époque de la dernière révision. La marque de visite doit être peinte à l'huile, en lettres assez grosses, à l'extrémité droite de chaque brancard ; elle sera exprimée par le mot « Rev. » [1]*) et la date (jour, mois et année), écrite en chiffres ;*

f) l'écartement des essieux ;

g) le cas échéant, l'inscription concernant l'existence d'essieux mobiles approuvés par l'Union, ou d'un essieu mobile intermédiaire (voir § 119) ;

h) s'il s'agit de wagons aménagés pour le graissage périodique, l'époque du dernier graissage ; pour l'inscription de cette dernière marque, chacun des longerons sera pourvu d'un quadrillage pour les douze mois ; la marque du dernier graissage sera peinte à l'huile dans les douze cases ;

i) le contenu en litres des récipients pour les wagons avec installation pour éclairage au gaz.

2° Il est désirable, que les wagons à freins continus, ou munis d'une conduite pour les freins, portent une inscription abrégée, désignant le système de freins adoptés.

3° On recommande d'appliquer aux voitures des marques, permettant aux voyageurs (descendus pour quelques instants) de retrouver facilement la classe et le compartiment dont ils se sont servis.

§ 124. — *Graissage.* — 1° Les boîtes à huile doivent être d'une construction aussi simple que possible, présenter une fermeture hermétique, afin d'empêcher l'entrée de la poussière et les fuites de l'huile, et permettre une visite prompte. Les boîtes à graissage périodique doivent être construites de manière à ce que le graissage puisse se faire immédiatement en cas de besoin.

1. Visité.

2° Il serait très désirable qu'en général on n'emploie que l'huile pour le graissage.

§ 125. — *Ressorts de suspensions.* — 1° *Tous les véhicules doivent être pourvus de ressorts de suspensions. Des exceptions ne sont admises que pour les véhicules circulant exclusivement dans les trains de matériaux.*

2° Les meilleurs ressorts de suspension sont les ressorts en acier, composés de feuilles d'une épaisseur de 13^{mm} au plus ; la longueur des ressorts ne doit pas être inférieure à $1{,}500^{m}$ pour les voitures à voyageurs, et à 1^{m} pour les wagons. Les ressorts supportant directement les longueurs du véhicule sans le concours d'articulations ou de menottes, ne peuvent être recommandés.

§ 126. — *Freins.* — 1° *Les freins des véhicules doivent être construits de manière qu'on puisse caler les roues à peu près complètement par les sabots, même quand les wagons sont en charge.*

2° Pour les trains de voyageurs, l'emploi général de freins continus est recommandé ; les freins arrangés pour un groupe de véhicules, sont d'un bon usage dans les trains mixtes.

§ 127. — *Freins de détresse et signaux de détresse.* — 1° On recommande de fixer la manette du robinet des freins de détresse, ou du signal de détresse, reliés aux freins continus, à la toiture et entre les sièges ; ces manettes seront disposées de manière que le frein ou le signal de détresse entre en fonction, lorsqu'on tire la manette.

2° On recommande de placer dans chaque compartiment au moins une manette de la forme représentée dans le dessin de la planche XIV [1].

3° On placera tout près de la manette, en la rendant bien apparente, l'inscription suivante : « Nothbremse » (Freins de détresse) ou « Nothsignal » (Signal de détresse). Une instruction sera affichée à un endroit bien visible de chaque compartiment.

§ 128. — *Appareil de traction.* — *Pour tous les véhicules qu'on fabriquera à l'avenir, on emploiera des tiges de traction continues. Des exceptions ne sont admises que pour les wagons construits dans un but spécial.*

§ 129. — *Wagons à chevalets.* — Il n'est pas nécessaire de munir les parois frontales intérieures des wagons à chevalets (plates-formes), utilisés exclusivement comme tels, et restant continuellement reliés par une barre rigide, d'appareils de choc élastiques ; les parois frontales extérieures seront aménagées comme celles de tous les autres véhicules.

2° Pour bien guider le chevalet dans son pivot, on recommande de se servir de plaques de pivot, engrenant au moyen de portées annulaires, et protégeant en même temps le boulon contre la flexion.

1. Voir la note de la page 606.

3° Lorsqu'on fixe l'épaisseur du boulon, il faut avoir égard au travail du fer ; le boulon doit être attaché au châssis de manière que le chevalet ne puisse ni faire la bascule ni se démonter.

4° Lorsque le chevalet est fixé et guidé au milieu du wagon par le boulon seul, l'épaisseur minima de ce dernier sera de 90^{mm} ; le boulon doit être aménagé de manière à ce que sa rupture puisse être reconnue avec sûreté lors de la visite, et même quand le wagon se trouve sous charge.

§ 130. — *Parties saillantes aux parois frontales. Marche-pieds.* — 1° *L'espace libre entre toutes les parties qui dépassent la traverse de tête, et les surfaces extérieures des tampons serrés à fond, doit avoir une largeur minima de* 400^{mm} *des deux côtés du crochet de traction, une hauteur minima de* 2^{m} *au-dessus du champignon des rails, et une profondeur de* 300^{mm} (*mesurée dans l'axe du wagon*). *A l'exception des marche-pieds, toutes les parties saillantes des sièges de serre-freins, des guérites, des balustrades de ponts mobiles etc., doivent se trouver de* 40^{mm} *au moins en arrière de la surface extérieure des tampons serrés à fond, lorsqu'elles sont situées en dehors de l'espace libre précité.*

2° Les bouts des marche-pieds fixés aux parois longitudinales des wagons, doivent se trouver de 300^{mm} en arrière de la surface extérieure des tampons non comprimés.

§ 131. — *Attelage double.* — 1° *Tous les véhicules doivent pouvoir être accouplés doublement de manière que l'attelage de sûreté entre en fonction, lorsqu'une partie quelconque de l'attelage principal vient à se rompre. Les véhicules, munis d'un attelage de sûreté central, doivent être accouplés doublement avec les véhicules pourvus de chaînes de sûreté* (*sans qu'il soit cependant nécessaire de se servir de celles-ci*).

2° Si le second attelage est réuni avec l'attelage principal, on peut se servir du boulon de l'attelage principal, lorsqu'il a un diamètre de 45^{mm}, et de la tige de traction, à condition que sa section, mesurée à partir du crochet de traction, soit de 20$^{cm^2}$. Toutefois la partie de la tige de traction qui se trouve sous le véhicule, doit être munie d'un appareil de retenue convenable pour qu'elle puisse s'appuyer contre la traverse de tête convenablement renforcée, et trouver ainsi la résistance nécessaire, lorsque la partie faible de la tige vient à se rompre.

3° Les attelages représentés dans le dessin de la planche XV, sont conformes aux prescriptions fixées ci-dessus pour les attelages de sûreté.

4° *Dans chaque train il doit se trouver les objets nécessaires, servant à réunir, en cas de rupture d'un accouplement, les parties séparées du train, afin qu'on puisse continuer la marche* (*voir* § 149).

§ 132. — *Fermeture des voitures à voyageurs.* — 1° Lorsque les portières placées dans les parois longitudinales des voitures à voyageurs s'ouvrent en dehors, et qu'elles mènent directement aux compartiments, elles devront être munies de doubles fermetures au moins, dont une, au moins, à clichette ou à targette tournante ; les poignées des fermetures se trouveront seulement à l'extérieur des portières, et leur position devra correspondre à la position de la cliche.

2° Lorsque les portières latérales s'ouvrent en dedans, ou qu'elles ne mènent pas directement aux compartiments (voitures américaines), il suffit, que l'une des fermetures ne soit pas munie de poignées à l'intérieur du wagon.

3° Toutes les poignées extérieures des fermetures de portières seront disposées de manière à ce que les voyageurs placés dans les compartiments puissent les atteindre, lorsque la fenêtre est ouverte.

4° *Lorsque les portières des voitures à voyageurs sont munies de fermetures à broche, les broches et les clefs devront présenter une section carrée, dont voici les dimensions* :

a) *Côté du carré à la pointe* 7mm,
b) » » *base* 9 » ,
c) *Longueur de la broche* 15 » ,
d) *Diamètre extérieur de la clef* 16 » ,
e) » *intérieur de la douille* 18 » .

5° A l'intérieur des compartiments, les baies des portières doivent être garnies de manière à ce que les doigts ne puissent être pris dans les fentes, lorsqu'on ferme les portes.

§ 133. — *Éclairage au gaz.* — 1° L'éclairage au gaz des voitures à voyageurs, des voitures-poste et des fourgons a donné de bons résultats.

2° *Les véhicules munis d'installations pour l'éclairage au gaz, satisferont aux conditions suivantes* :

a) *La broche du robinet principal du conduit de gaz aura la forme représentée par la figure* 4, *et la clef la forme représentée par la figure* 5 *de la Planche XVI* [1].

b) *Quand il s'agit d'installations neuves, le robinet principal sera placé à l'un des bouts du wagon et à une hauteur convenable au-dessus du niveau des rails ou, quand il s'agit de voitures du système américain, au-dessus de la plate-forme.*

c) *La clef du robinet d'alimentation des réservoirs ainsi que la broche correspondante sera faite d'après les données de la figure* 2, *Planche XVI.*

1. Voir la note de la page 606.

d) *Le vissage pour l'installation du tube alimentaire, ainsi que le cône de fermeture, sera fait conformément aux dessins fig.* 1 *et* 3.

e) *Le fond de verre aura un diamètre extérieur de* 215^{mm} *au bord et une profondeur de* 117^{mm} *au moins.*

e. SERVICE DE LA VOIE.

§ 134. — *Partie de la plateforme à tenir libre.* — Il faut qu'en dehors des stations, et à une distance minima de 1,700^{m} de l'axe de la voie, la plateforme du chemin soit tenue libre de tout objet mobile. Tous les objets, dont la hauteur dépasserait 300^{mm} au-dessus du champignon des rails, doivent être tenus à une distance de 2^{m} au moins de l'axe de la voie.

§ 135. — *Visite de la voie.* — 1° Les gardes doivent contrôler la voie au moins trois fois par jour. Des exceptions sont admises pour les lignes à faible trafic.

2° Les sections dangereuses doivent être surveillées sans cesse.

3° Pendant les révisions, il est important que l'on s'assure du bon état des aiguilles et des signaux.

§ 136. — *Moyens de contrôle.* — On doit s'assurer, par des moyens convenables, que les gardes-lignes et les veilleurs de nuit font les tournées réglementaires sur la voie et dans les stations.

§ 137. — *Service des barrières.* — 1° Les barrières des passages à niveau doivent être fermées, au plus tard, trois minutes avant l'arrivée du train.

2° Des exceptions ne sont admises que pour les passages situés dans le voisinage immédiat des stations.

3° Dix minutes avant l'arrivée réglementaire d'un train, le passage des grands troupeaux de bétail est interdit.

§ 138. — *Service des passages à niveau.* — Les passages à niveau des chemins très fréquentés doivent être éclairés pendant la nuit, lorsque les barrières sont fermées ; la lanterne à la main du garde suffit pour éclairage.

§ 139. — *Annonce et contrôle des trains par les gardes.* — 1° Les gardes doivent être avertis du départ de chaque train réglementaire, au plus tard au moment de son départ ; tous les autres trains doivent être annoncés assez tôt, que les gardes puissent fermer les barrières avant le passage des trains.

2° Les gardes doivent observer les trains passants et donner le signal prescrit, lorsqu'ils remarquent une irrégularité.

§ 140. — *Équipement des gardes.* — Chaque garde doit être muni des

signaux à main nécessaires ; il doit posséder, en outre, une bonne montre mise à l'heure du méridien adopté pour les itinéraires de service.

§ 141. — *Position des aiguilles.* — Il faut assigner à toutes les aiguilles une position déterminée comme position normale.

§ 142. — *Service des aiguilles.* — 1° Toute aiguille, prise en pointe par les trains réglementaires, doit être surveillée ou cadenassée pendant le passage d'un train.

2° Sont considérées comme étant surveillées ou cadenassées les aiguilles desservies par des appareils de manœuvre à distance, lorsque ces derniers permettent d'appliquer avec sûreté l'aiguille contre le rail et de contrôler ce fait, ou lorsque cette application est assurée par un verrouillage. Les cadenas doivent être construits de manière à empêcher la détérioration des véhicules, ou de l'appareil central, lorsque les aiguilles sont repoussées par les boudins des roues. L'agent desservant l'appareil doit être à même de s'apercevoir immédiatement du repoussement des aiguilles : enfin, lorsqu'un signal est commandé par le mouvement d'une aiguille repoussée, la construction du cadran doit empêcher la manœuvre du signal.

§ 143. — *Révision des voies de la station.* — Avant de donner le signal d'entrée dans la station ou le signal de départ, les voies que le train doit parcourir doivent être examinées minutieusement, afin de s'assurer qu'elles sont libres, et que les aiguilles, placées dans ces voies, sont en règle ; lorsque les signaux sont commandés par des aiguilles manœuvrées à distance, la position réglementaire de ces dernières sera prouvée par la possibilité de donner le signal de la marche.

§ 144. — *Éclairage des stations.* — Pendant la nuit, et avant le départ des trains de voyageurs, les trottoirs et les avenues des stations doivent être éclairés : cet éclairage doit continuer, jusqu'à ce que la dernière arrivée soit effectuée.

f. SERVICE DES TRAINS.

§ 145. — *Longueur des trains.* — 1° Lorsqu'on détermine la longueur des trains, on doit avoir égard à l'inclinaison du chemin, le tracé des stations et la construction du matériel roulant.

2° En général, un train ne doit pas contenir plus de 150 essieux ; en aucun cas il ne devra être composé de plus de 200 essieux.

§ 146. — *Nombre de freins à desservir.* — 1° Abstraction faite des freins du tender et de la locomotive, les freins desservis ou à desservir de chaque train doivent suffire à caler au moins les pour-cents suivants du poids total des wagons ou du nombre des essieux.

Pentes		Pour-cents à caler des trains marchant à									
		25	30	35	40	45	50	60	70	80	90
°/₀₀	1 : x	kilomètres à l'heure.									
0	1 : ∞	6	6	6	6	8	10	17	25	36	48
2,5	1 : 400	6	6	7	9	11	14	21	30	41	54
5,0	1 : 200	6	7	9	12	14	18	25	35	46	59
7,5	1 : 133,33	8	10	12	15	18	21	29	39	51	
10	1 : 100	10	13	15	18	21	25	33	44	56	
12,5	1 : 80	13	15	18	21	25	29	38	48		
15	1 : 66,67	15	18	21	24	28	32	42	53		
17,5	1 : 57,14	18	21	24	27	32	36	46			
20	1 : 50	20	23	27	31	35	39	50			
22,5	1 : 44,44	22	26	30	34	38	43				
25	1 : 40	25	29	33	37	42	47				
30	1 : 33,33	30	34	38	43	48	54				
35	1 : 28,57	34	39	44	49	55					
40	1 : 25	39	45	50	56						

2° Lorsqu'il s'agit de déterminer les pour-cents à caler à l'aide du tableau ci-dessus, il faut tenir compte :

a) de la vitesse maxima avec laquelle on peut faire circuler le train sur la ligne en question ;

b) de l'inclinaison (pente ou rampe), figurée par une droite reliant deux points du profil longitudinal situés sur la section en question à 1000^{m} l'un de l'autre, et montrant la différence de hauteur maxima.

On remarquera en outre :

c) en déterminant les pour-cents à caler d'après le nombre des essieux, qu'un essieu de wagon à marchandises vide vaut la moitié d'un essieu, et que les voitures à voyageurs, bureaux-poste et fourgons sont considérés comme étant sous charge ;

d) que les pour-cents indiqués pour la vitesse de 25 kilomètres à l'heure, s'appliquent également aux vitesses inférieures à 25 kilomètres ;

e) qu'on admet une vitesse de 25 kilomètres, lorsque les trains sont poussés.

3° Pour les vitesses et les inclinaisons non dénommées au tableau, on peut déterminer les pour-cents à caler par interpolation.

4° Pour les lignes ayant des pentes supérieures à 40 °/₀₀ (1 : 25), on devra donner des instructions spéciales pour le service des freins.

§ 147. — *Répartition des freins.* — 1. Il importe que les freins du train soient convenablement répartis.

2. Le dernier wagon-freins d'un train (voir § 146, alinéa 1) doit être placé de manière à ce que le poids total des wagons, ou le nombre des essieux (y compris le wagon-freins) qui le suivent, ne dépasse les limites fixées pour ce wagon-freins au tableau (voir § 146).

3. Lorsqu'un train doit descendre une pente de plus de 5 °/₀₀ (1 : 200), soit que cette inclinaison ait, en réalité, une longueur de 1000^{m} ou plus, ou que cette dernière résulte des données du § 146, alinéa 2 b, le wagon de queue doit être un wagon-freins (voir § 146, alinéa 1).

4. Dans les trains de marchandises on peut, par exception, faire suivre ce wagon-freins d'un wagon avarié vide, pourvu que ce dernier soit en état de rouler, et qu'il ne puisse, d'après la nature de l'avarie, être placé au milieu du train.

§ 148. — *Chasse-neige.* — 1° Les chasse-neige et les wagons brise-glace ne devront être placés devant la locomotive des trains que s'ils marchent à une vitesse de 30 kilomètres par heure au plus. En cas de besoin, ces chasse-neige ou wagons devront être envoyés à une certaine distance au-devant du train avec une locomotive spéciale.

2° On peut employer pour tous les trains des chasse-neige, fixés solidement à la locomotive, et non montés sur essieux.

§ 149. — *Outillage de secours.* — Dans chaque train doivent se trouver les outils nécessaires pour réparer, autant que possible, les avaries qui pourraient survenir en route, afin de mettre le train en état de continuer sa marche.

§ 150. — *Composition des trains à voyageurs.* — 1° Dans les trains à voyageurs et les trains mixtes marchant à une vitesse supérieure à 45 kilomètres par heure, on placera entre la locomotive et la première voiture au moins un véhicule sans voyageurs. Pour les trains circulant plus lentement, on peut se dispenser de ce véhicule.

2° Dans les trains mixtes, les wagons munis d'attelages hors type, ainsi que les véhicules dont le chargement empiète sur deux ou plusieurs wagons, ne seront placés ni immédiatement devant ni derrière les voitures à voyageurs.

§ 151. — *Attelage des voitures.* — Dans les trains à voyageurs, les attelages doivent être serrés suffisamment, pour que les tampons des voitures placées sur une voie en ligne droite se touchent, et que les ressorts des tampons soient légèrement serrés.

§ 152. — *Eclairage des voitures.* — Pendant la nuit, les voitures doivent être convenablement éclairées durant la marche du train. Cette prescription doit être également observée pour le passage des tunnels dont la traversée exige plus trois minutes.

§ 153. — *Couverture des wagons.* — Tous les wagons chargés de matières facilement inflammables, doivent être pourvus d'une couverture, présentant toute sécurité contre le danger d'incendie.

§ 154. — *Chargement de pièces de grande longueur.* — Lorsqu'on charge des pièces de grande longueur sur deux wagons, il faut que chacun d'eux soit muni d'une plate-forme mobile, et que celle-ci soit reliée au châssis de façon à présenter toute sécurité contre le déplacement.

§ 155. — *Visite des trains avant le départ.* — 1° Avant qu'un train quitte la station, il devra être visité minutieusement ; dans les stations intermédiaires cette visite n'aura lieu que si l'arrêt du train le permet.

2° Pendant cette visite, on doit examiner surtout l'état des véhicules et des chargements, la distribution des charges, la fermeture des portes et les appareils d'accouplement ; en plus, on s'assurera si la formation du train est réglementaire, si les freins s'y trouvent en nombre suffisant, s'ils sont en bon état et bien répartis, si les gardes-freins sont à leur poste, et si les signaux et l'équipement du train se trouvent en état réglementaire.

§ 156. — *Conditions du départ.* — 1° Le départ de chaque train doit être annoncé à la prochaine station par le télégraphe électrique.

2° Lorsque des irrégularités surviennent dans la succession des trains d'un chemin à voie unique (changements de croisement ou d'évitement), ou que, par une raison quelconque, un chemin à double voie est exploité, pendant un certain temps, comme ligne à voie unique, il est nécessaire de faire la demande de voie à la station prochaine, avant de lancer le train ; le départ n'aura lieu que lorsque la station prochaine a donné son assentiment. Les trains de secours ne sont pas soumis à cette prescription.

3° Les trains à voyageurs ne quitteront pas la station avant l'heure indiquée dans le tableau de la marche des trains.

4° Le départ n'aura lieu qu'après la fermeture de toutes les portières latérales des voitures, et après que le signal de départ réglementaire aura été donné.

5° On recommande instamment de prendre des mesures, pour que les trains ne puissent se suivre qu'à des distances déterminées.

6° Si les départs sont réglés d'après des intervalles de temps, il faut, en service régulier, fixer les départs de façon à ce qu'il y ait un intervalle d'au moins 5 minutes entre l'arrivée de deux trains consécutifs à la station prochaine. Lorsqu'un train a passé le poste d'un garde, celui-ci doit bloquer la section pendant 5 minutes.

7° Les trains non réglementaires devront, si cela est possible, être signalés par un train précédent.

8° Pour la marche des locomotives vides on observera les mêmes règles que pour les trains.

§ 157. — *Vitesse de marche.* — 1° On ne doit pas dépasser le maximum de vitesse déterminée par les règlements pour les différentes espèces de trains. On recommande de mettre à la disposition du mécanicien des appareils de contrôle de la vitesse des trains, et de faire usage d'appareils propres à surveiller la marche des trains.

2° La vitesse doit être ralentie :

a) au passage des aiguilles, lorsqu'elles sont prises en pointe, sans être enclenchées ou cadenassées ;

b) au passage d'une voie à une autre ;

c) au passage d'un croisement à niveau ;

d) au passage d'un pont-tournant.

§ 158. — *Voies à prendre dans les stations.* — Sur les lignes à voie unique, les trains traversant les stations sans arrêt, ne doivent pas, en général, être déviés de la voie principale.

§ 159. — *Poussée des trains.* — 1° Les trains ayant une locomotive en tête, peuvent être poussés, lorsqu'il s'agit de monter de fortes rampes ou de démarrer les trains dans les stations. Dans ce cas, on ne doit ni dépasser la vitesse de 45 kilomètres par heure ni atteler les locomotives de queue.

2° La poussée des trains n'ayant pas de locomotive en tête, n'est permise que dans les stations, et quand il s'agit de trains de matériaux ou de transports pour les mines et les établissements industriels voisins, ou en cas d'urgence ; on ne dépassera pas la vitesse de 24 kilomètres par heure et on placera, en dehors des stations, un agent de train dans le wagon de tête.

§ 160. — *Marche de la locomotive, tender en avant.* — 1° La locomotive de tout train dont la vitesse maxima ne dépasse pas 45 kilomètres par heure, peut marcher tender en avant.

2° Les locomotives-tenders peuvent circuler en avant ou en arrière avec une vitesse égale.

§ 161. — *Trains spéciaux.* — 1° Avant le départ d'un train spécial, celui-ci doit être annoncé par le télégraphe électrique à la station prochaine, dont on devra attendre la réponse ; les trains de secours sont exceptés de cette prescription.

2° Si un train spécial est signalé par un train précédent, le chef de train devra en donner avis aux stations où il s'arrête avec le train signalant le train spécial.

3° Les trains spéciaux marcheront à une vitesse modérée, si la voie est insuffisamment surveillée, et que le train n'a été ni signalé d'avance

aux gardes-ligne ni annoncé à la station prochaine suivant les prescriptions réglementaires.

§ 162. — *Trains de matériaux et locomotives isolées.* — 1° Les trains de matériaux et les locomotives isolées, à l'exception des locomotives de secours, ne circuleront qu'à l'ordre spécial du service de l'exploitation, et à des espaces de temps rigoureusement déterminés. Les mesures nécessaires doivent être prises pour que la marche de ces trains ou de ces locomotives soit annoncée au moins aux deux stations limitrophes de la section à parcourir. Cette dernière prescription s'applique aussi aux wagons isolés et aux wagonnets de service, manœuvrés à bras d'hommes ; ces véhicules doivent être accompagnés d'un agent responsable (agent commissionné).

2° Les trains de matériaux et les locomotives isolées, passant d'une station à une autre, seront signalés comme les trains spéciaux.

§ 164. — *Locomotives et wagons de secours.* — 1° Les locomotives de secours seront stationnées à des distances qui ne dépasseront pas, en général, 100 kilomètres ; elles seront toujours allumées.

2° Dans les stations de dépôt de ces locomotives, on doit avoir également l'outillage nécessaire pour débarrasser la voie et la réparer en cas de déraillement. A cet effet, on recommande aux administrations des chemins de fer d'une certaine importance, de se pourvoir de wagons de secours spéciaux, garnis de l'outillage nécessaire.

§ 164. — *Personnel des trains.* — 1° *Le personnel des trains sera, pendant la marche, sous les ordres d'un seul chef.*

2° Le personnel doit être réparti de manière à ce que toutes les parties du train soient surveillées, et que les gardes puissent communiquer entre eux et avec le mécanicien.

3° Les mécaniciens et les chefs de trains doivent porter sur eux des montres bien réglées, mises à l'heure du méridien adopté pour les itinéraires de service.

§ 165. — *Locomotives et wagons en stationnement.* — 1° Les locomotives allumées seront toujours surveillées ; lorsqu'elles stationnent en tête d'un train, ou en repos dans les gares, le régulateur sera fermé, le levier de changement de marche au point mort, et le frein du tender serré.

2° On doit caler convenablement les wagons insuffisamment surveillés et stationnant pendant la nuit.

§ 166. — *Usage du sifflet à vapeur et des robinets purgeurs.* — Le mécanicien ne se servira du sifflet à vapeur que dans les cas prescrits par les règlements ; il évitera, autant que faire se peut, d'ouvrir les pompes, les robinets d'essai, ou les purgeurs dans le voisinage des routes fréquentées et des passages à niveau.

§ 167. — *Voyage sur la locomotive.* — A l'exception des agents autorisés par leur service, personne ne sera admis à voyager sur les locomotives sans autorisation du fonctionnaire compétent.

§ 168. — *Examen des mécaniciens.* — 1° La conduite des locomotives ne sera confiée qu'à des personnes qui ont travaillé au moins un an dans un atelier de chemin de fer, et qui, après un apprentissage d'un an au moins, ont fait preuve de capacité par un examen et par des voyages d'essai.

2° Les chauffeurs doivent être suffisamment au courant de la conduite de la locomotive, pour pouvoir l'arrêter en cas de besoin.

§ 169. — 1° *Visite extérieure des locomotives et tenders.* — *Une visite extérieure des locomotives et des tenders aura lieu* :

a) *pour les locomotives et tenders neufs, avant leur mise en service* ;

b) après chaque grosse réparation de la chaudière ;

c) au plus tard trois ans après la dernière visite.

2° Les visites doivent s'étendre sur toutes les parties des locomotives et des tenders ; on doit enlever l'enveloppe de la chaudière pour ces visites.

3° Le résultat de la visite sera inscrit dans un registre spécial.

4° Les grosses réparations de la locomotive, nécessitant le démontage des organes de mouvement, et suivies de la visite extérieure de la chaudière, comptent comme visite de la locomotive.

§ 170. — *Epreuve de la chaudière par pression hydraulique.* — 1° *L'épreuve de la chaudière par pression hydraulique aura lieu* :

a) *Pour les chaudières neuves, avant leur mise en service* ;

b) après chaque grosse réparation de la chaudière ;

c) au plus tard six ans après la dernière épreuve.

2° Lorsqu'on éprouve une locomotive, la chaudière doit être découverte de son enveloppe ; l'épreuve se fera à la presse hydraulique. La pression d'essai dépassera la pression maxima autorisée de 3 atmosphères au moins, et de 5 atmosphères au plus.

3° Les chaudières qui, à cet essai, subissent une déformation permanente, ne seront pas remises en service dans cet état.

4° A chaque épreuve on doit également contrôler la justesse des manomètres et de la charge des soupapes de la locomotive.

5° La pression d'essai sera mesurée au moyen d'un manomètre de contrôle, vérifié de temps en temps.

6° Le résultat obtenu sera inscrit dans un registre spécial.

7° *Le maximum de la pression de vapeur autorisée, constaté lors de l'épreuve, sera marqué bien visiblement près du poste du mécanicien.*

§ 171. — *Visite intérieure.* — 1° Une visite intérieure de chaque chaudière doit se faire, au plus tard, huit ans après la mise en service ; pen-

dant cette visite, les tubes seront enlevés. Tous les six ans, au plus tard, on renouvellera cette visite.

2° Le résultat obtenu sera inscrit dans un registre spécial.

§ 172. — *Visite des véhicules.* — 1° Chaque véhicule doit subir, de temps en temps, une visite minutieuse ; pendant cette visite, les trains de roues, les boîtes à graisse et les ressorts seront démontés.

2° Cette visite doit avoir lieu, au plus tard, deux ans après la mise en service ou après la dernière visite. Les voitures, les voitures postales et les fourgons à bagages seront visités, au plus tard, après chaque trajet de 30.000 kilomètres.

g. SIGNAUX.

§ 173. — *Correspondance électrique entre les stations. — Chaque chemin de fer doit être muni d'un télégraphe électrique pour la correspondance.* Le meilleur appareil pour ces correspondances est l'appareil Morse, écrivant à sons perceptibles.

§ 174. — *Correspondance électrique avec les gardes-ligne.* — 1° On établira le long du chemin des sonneries, destinées à annoncer, par voie électrique, le départ des trains à tous les gardes postés entre deux stations limitrophes.

2° Il est désirable de construire ces sonneries de manière à ce qu'on puisse demander du secours des stations prochaines, et transmettre une correspondance détaillée relative à cette demande. Cette correspondance pourra, du reste, avoir lieu également au moyen d'installations spéciales.

3° On peut se passer de signaux optiques ou acoustiques continus, lorsqu'il y a des signaux électriques.

§ 175. — *Espèces de signaux.* — 1° Les signaux nécessaires sont :

a) les signaux de la voie courante et des stations ;

b) » » des trains ;

c) » » pour les voyageurs.

2° Les locomotives isolées sont, par rapport aux signaux assimilées aux trains.

§ 176. — *Signaux de la voie.* — On devra pouvoir donner, en pleine voie, les signaux optiques suivants :

a) la voie est libre ;

b) le train doit ralentir ;

c) » » s'arrêter ;

§ 177. — *Signaux couvrant les stations, signaux-bloqueurs et signaux de croisements au niveau.* — 1° On se servira d'un mât-signal pour

couvrir les stations, les blocs (postes intermédiaires d'une section télégraphique) et les croisements au niveau de la voie courante.

2° Le mât-signal servira à donner les signaux suivants :

a) le train doit s'arrêter devant le signal ;

b) le train peut entrer dans la station ou passer devant le signal.

3° Il est désirable de munir les stations principales de signaux destinés à avertir les agents de l'arrivée et du départ des trains, et à indiquer la direction suivie par ces trains.

§ 178. — *Signaux des aiguilles et des ponts tournants.* — 1° La position des aiguilles placées dans les voies principales, et celles des ponts tournants, doit être indiquée par un signal relié aux aiguilles ou aux ponts mêmes. Ces signaux doivent être commandés par le mouvement des aiguilles ou des ponts. Il est à désirer qu'ils soient, jour et nuit, de la même couleur et de la même forme ; quant à la couleur, le « rouge » ne doit pas être choisi pour les aiguilles.

2° S'il s'agit d'aiguilles non cadenassées, et situées en dehors des dépendances d'une station, ou de ponts tournants, il faut installer, outre ce signal, un signal avancé à une distance telle que le mécanicien puisse arrêter, en tout cas, le train avant d'atteindre le changement de voie ou le pont tournant.

3° Il convient de relier le mouvement de commande du signal avancé à l'appareil de manœuvre des aiguilles et des ponts tournants, de telle manière que le signal d'arrêt ne puisse être effacé que lorsque l'aiguille ou le pont sont parfaitement ouverts pour la voie voulue. Si les aiguilles et les ponts sont reliés de cette façon aux signaux de marche, on ne peut se passer des signaux mentionnés à l'alinéa 1 de ce paragraphe.

§ 179. — *Signaux des grues hydrauliques.* — Pendant la nuit, on doit faire reconnaître par des signaux la position des tuyaux d'écoulement mobiles des grues hydrauliques.

§ 180. — *Signaux des trains.* — 1° Il faut que les trains puissent donner les signaux suivants :

a) En tête du train :

1° Marche sur la voie réglementaire,

2° Marche à contre-voie.

b) En queue du train :

c) un train spécial suivra ;

d) » » » viendra en sens inverse ;

e) il y a un dérangement dans la ligne électrique.

2° Les wagonnets manœuvrés à bras d'hommes, et les wagons servant au transport des matériaux, doivent être éclairés convenablement, lorsqu'ils parcourent la voie courante pendant la nuit.

§ 181. — *Signaux du personnel des trains.* — Le personnel des trains doit pouvoir donner les signaux suivants :

a) le mécanicien :

1° Le signal « Attention ».
2° » » « Serrez les freins ».
3° » » « Lâchez les freins ».

b) le personnel au mécanicien :

1° Le signal « Attention ».
2° » » « Halte ».

§ 182. — *Forme et couleur des signaux.* — 1° Pour les aiguilles, on recommande d'employer des signaux dont la forme extérieure est la même de jour et de nuit. Pour les autres signaux fixes, il faut, pendant le jour, que la forme extérieure seule, et non pas la couleur détermine les signaux ; pour tous les signaux d'arrêt, ainsi notamment pour les signaux des stations et de la voie courante, on recommande l'emploi « d'ailes ».

2° *Pour les signaux optiques de nuit, on n'emploiera que les couleurs suivantes : blanc, vert et rouge ; ces couleurs signifieront :*

Le blanc : En règle — Voie libre.
Le vert : Attention — Ralentir.
Le rouge : Danger — Arrêt.

3° Pour les signaux des manœuvres on peut se servir également d'autres couleurs.

§ 183. — *Pétards.* — L'emploi des pétards est recommandé pour les signaux d'arrêt.

§ 184. — *Corde-signal.* — 1° On devra établir sur tous les trains une corde ou un autre appareil convenable, relié au sifflet de la locomotive, ou à une sonnerie de la locomotive. Cette corde ou cet appareil devra passer sur toutes les voitures d'un train à voyageurs ; sur les trains à marchandises, les trains mixtes et les trains militaires, elle ira au moins jusqu'au chef de train ou l'agent surveillant.

2° On peut se dispenser de cette corde ou de l'appareil qui la remplace, lorsque les trains à voyageurs sont munis de freins continus ou de signaux de détresse, qui fonctionnent automatiquement en cas de séparation du train, et qui mettent le mécanicien, ainsi que le chef de train ou l'agent surveillant et les voyageurs, en état d'arrêter le train.

VI. — Documents statistiques relatifs à l'exploitation des chemins de fer français.

I. Parcours moyens du matériel roulant sur les sept grands réseaux et sur l'ensemble des lignes d'intérêt local en 1892.

DÉSIGNATION des COMPAGNIES	LOCOMOTIVES	VOITURES	WAGONS A GRANDE VITESSE	WAGONS A PETITE VITESSE
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
Nord	34.367	45.391	44.937	12.851
Est	33.925	52.859	65.640	15.021
Ouest	32.818	46.269	48.762	15.546
Paris-Orléans	31.477	43.223	53.015	15.779
Páris-Lyon-Méditerranée	35.474	48.112	51.005	13.158
Midi	25.377	31.567	22.986	10.839
Réseau de l'Etat	28.883	30.233	27.549	9.318
Chemins de fer d'intérêt local	25.254	24.670	32.405	6.295

II. Effectif du matériel roulant de des ligne

DÉSIGNATION des COMPAGNIES	LONGUEUR EFFECTIVE exploitée au 31 décembre 1892	LOCOMOTIVES		VOITURE		
		NOMBRE	NOMBRE par kilomètre	DE 1re CLASSE et de luxe	DE 2e CLASSE	DE 3e CLASSE
Nord	3.619	1.682	0.46	793	1.069	1.288
Est	4.691	1.339	0.28	477	876	1.325
Ouest	5.205	1.470	0.28	977	1.584	1.324
Paris-Orléans	6.387	1.331	0.21	625	698	2.039
Paris-Lyon-Méditerranée	8.548	2.443	0.28	950	1.096	2.686
Midi	3.051	819	0.26	383	385	1.091
Réseau de l'Etat	2.681	530	0.20	186	326	999
Totaux	34.182	9.614	0.28	4.391	6.034	10.752
Chemins de fer d'intérêt local	3.281	322	0.09	31	465	246

sept grands réseaux et de l'ensemble d'intérêt local.

A VOYAGEURS			WAGONS à grande vitesse		WAGONS à petite vitesse		TOTAL GÉNÉRAL des voitures et wagons	
MIXTES	ENSEMBLE	NOMBRE par kilomètre	NOMBRE	NOMBRE par kilomètre	NOMBRE	NOMBRE par kilomètre.	NOMBRE	NOMBRE par kilomètre
246	3.396	0.93	1.911	0.53	51.528	14.24	56.835	15.70
459	3.137	0.69	1.034	0.22	28.763	6.09	32.934	6.97
220	4.105	0.78	2.090	0.40	22.129	4.18	28.324	5.36
259	3.621	0.57	1.586	0.25	26.650	4.17	31.857	4.99
607	5.339	0.63	2.681	0.31	84.858	9.95	92.878	10.89
274	2.133	0.70	1.569	0.51	21.240	6.96	24.942	8.17
253	1.764	0.66	1.243	0.47	13.194	4.95	16.201	6.08
2.318	23.495	0.68	12.114	0.35	248.362	7.27	283.971	8.30
»	742	0.22	225	0.07	4.044	1.23	5.041	1.54

III. Augmentation du nombre de 189

RÉSEAUX	PREMIÈRE CLASSE				DEUXIÈME CLASSE			
	1891	1893	AUGMENTATION		1891	1893	AUGMENTATION	
			Totale	pour cent			Totale	pour cent
Nord.....	2.661.738	2.735.060	73.322	2.75	6.670.873	7.880.419	1.209.546	18.13
Est.....	3.064.634	3.007.865	— 56.769	—1.85	15.807.592	18.019.434	2.211.842	13.99
Ouest.....	7.554.919	8.536.826	981.907	12.98	35.032.399 (1)	40.522.902 (1)	5.490.503	15.67
Paris-Orléans..	1.106.373	1.130.090	23.717	2.14	2.713.697	2.796.632	82.935	3.05
Paris-Lyon-Méditerranée...	2.641.543	2.656.933	15.390	0.58	5.260.589	5.815.798	555.209	10.55
Midi.....	684.274	687.602	3.328	0.49	1.538.981	1.677.750	138.769	9.01
Etat.....	148.170	201.632	53.462	36.08	897.391	920.905	23.514	2.62

(1) Il n'y a généralement pas de troisième classe sur les lignes de banlieue de la Compagnie

des voyageurs en France
à 1893.

TROISIÈME CLASSE				TOTAL			
1891	1893	AUGMENTATION		1891	1893	AUGMENTATION	
		Totale	pour cent			Totale	pour cent
27.248.605	40.966.050	13.717.445	50.31	36.581.216	51.581.529	15.000 313	42.00
22.429.340	29.883.866	7.454.526	33.23	41.301.566	50.911.165	9.609.599	23.26
22.972.551	29.946.889	6.974.338	30.35	65.559.869	79.006.617	13.446.748	20.51
19.826.615	23.304.360	3.477.745	17.51	23.646.685	27.231.082	3.584.397	15.15
34.789.892	44.169.439	9.379.567	26.96	42.692.024	52.642.170	9.950.146	23.30
11.208.160	24.193.635	2.985.475	26.63	13.431.415	16.558.987	3.127.572	23.28
7.945.767	9.250.264	1.304.497	16.41	8.991.318	10.372.801	1.381.483	15.36

de l'Ouest, auxquelles se rapportent les 7/8 des chiffres indiqués.

VII. — Note sur la forme des bandages des roues et des champignons des rails.

Le profil des bandages des roues et celui des champignons des rails sont habituellement déterminés par des considérations de fabrication ou par des règles empiriques ; ils ne sont cependant pas indifférents, au point de vue de la résistance à la traction et de la conservation du matériel. La Commission, nommée en 1890 pour étudier la question de la circulation du matériel roulant dans les courbes de faibles rayons, a appelé, dans son Rapport, l'attention des Ingénieurs sur cette question. Les expériences qu'elle a faites à ce sujet, et qui ont donné des résultats très nets, ont porté sur un profil de bandage étudié par M. Desdouits et qui est formé :

1° D'une droite parallèle à l'axe de l'essieu ;

2° D'une partie de droite inclinée à environ 2/3 sur l'horizon ;

3° D'une partie de droite sensiblement verticale constituant la face du boudin.

Les trois droites sont raccordées par des congés.

Les essais de la Commission, et ceux qui ont été faits sur le réseau de l'État, ont montré que la résistance à la traction et l'usure des bandages sont notablement moindres avec ce profil qu'avec les profils habituellement employés. D'un autre côté, M. Le Chatelier, secrétaire de la Commission, a fait, sur l'usure latérale des rails, une étude intéressante que nous reproduisons ci-dessous.

NOTE SUR L'ŒUVRE LATÉRALE DES RAILS PAR M. LOUIS LE CHATELIER.

Lorsque le rayon des courbes descend au-dessous d'une certaine limite, il se produit fréquemment une usure latérale prononcée du champignon des rails, du côté du grand rayon. Le fait s'est produit d'une manière générale sur la ligne de Clermont à Tulle, où les rayons de 250^{m} sont très nombreux ; je l'ai constaté également dans la courbe de Chamborigand, sur la ligne de St-Germaim-des-Fossés à Nimes (rayon 240^{m}) et sur diverses lignes des environs de Londres (rayon 200^{m}).

Si l'on rapproche le profil de ces rails, usés latéralement, du profil du bandage à l'état neuf, on constate que les deux surfaces s'épousent très exactement. Le rail extérieur des courbes est donc façonné à la demande du bandage, ce qui est d'ailleurs assez naturel, car la longueur cumulée des bandages dont le contact a produit l'usure d'une courbe est

incomparablement supérieure à la longueur de cette courbe elle-même.

On constate en second lieu que, quel que soit le rayon de la courbe, la surface d'adaptation du rail extérieur et du bandage s'étend vers l'intérieur de la voie jusqu'à un point situé assez bas au-dessous du plat du rail pour que les distances respectives de ce point et du plat du rail jusqu'à l'axe de rotation des roues soient dans le rapport des longueurs des deux files de rails, de telle sorte que si le roulement de la roue extérieure d'un essieu[1] se fait dans cette région extrême de la zone où le bandage et le rail s'adaptent, la roue intérieure roulant sur le plat du rail intérieur, ces roulements ne soient compliqués d'aucun glissement longitudinal.

Il se fait donc, entre la voie et les roues, un travail d'accommodation, et, avec des rails neufs, même dans les courbes de 300^{m} et plus, ce travail revêt la forme d'un rabotage énergique, accompagné d'un bruit intense, et donnant lieu, pour chaque passage, à une chute de matières abondantes, qui dure *jusqu'à ce que la voie soit faite*, c'est-à-dire appropriée à des circonstances de roulement qui donnent lieu au minimum de résistances passives. Ces phénomènes semblent régis, comme beaucoup d'autres de même ordre, par une loi impérieuse de tendance au travail minimum.

Si l'on raisonne sur un diamètre de roue de 1^{m}00, la zone d'accommodation devra descendre :

pour une courbe de 300^{m} de rayon, à 2^{mm} 5 au-dessous du plat du rail,
— 250^{m} — à 3^{mm} —
— 200^{m} — à 3^{mm} 75 —
— 150^{m} — à 5^{mm} —

Les profils des bandages de wagons en usage sur divers réseaux français ont à peu près la même forme, celle du bandage Est, à conicité de 1/20 est la suivante : le congé du boudin commence à 1^{mm}, 2 au-dessous du point coté cercle de roulement et qui est, en effet, celui où, pour un essieu avant, le roulement s'effectue sur le rail intérieur dans une courbe sans surécartement, et il se termine 4^{mm} plus bas pour se raccorder à une ligne droite inclinée environ à 1 de base pour 2 de hauteur sur l'horizontale.

Le profil d'accommodation présentera donc, pour les faibles rayons, un élément extrême très incliné et cette inclinaison, eu égard à la forme du congé, pourra varier très rapidement pour de faibles variations du rayon de la courbe.

Lorsque la voie est faite, l'usure du rail extérieur de la courbe se

1. Il s'agit ici des essieux avant seulement, car eux seuls s'appliquent étroitement contre le rail extérieur de la courbe.

poursuit parallèlement à la surface d'accommodation. Si cette surface présente un élément inférieur de forte inclinaison, le rail, dont le profil n'a pas été étudié en vue d'une usure latérale, peut se trouver rapidement hors de service. C'est ce qui arrive pour les courbes de 250 mètres de la ligne de Clermont à Tulle, alors que le même inconvénient (usure et prise des boudins par les éclisses) ne se produit pas dans les courbes de 300 mètres.

Il semble donc avantageux d'adopter pour le matériel roulant destiné à des lignes à courbes de petits rayons, des profils de bandages dont l'inclinaison soit le moins forte possible dans la zone qui servira de calibre à la surface d'usure du rail ; en effet on augmentera ainsi l'étendue de cette surface et par suite le temps nécessaire pour atteindre l'usure limite. Le profil recommandé par M. Desdouits répond absolument à ce desideratum.

En résumé, mes observations me conduisent à penser que les rails extérieurs des courbes s'aménagent de manière à fournir aux roues avant des surfaces de roulement telles que le glissement longitudinal soit évité, suppléant ainsi au défaut de conicité des roues, et qu'une meilleure solution s'obtiendrait en donnant d'avance aux roues une conicité plus forte, dans la région où elles s'appliquent contre le rail extérieur.

VIII. Dépenses de construction des chemins de fer d'intérêt général en France.

A. — PRIX DE REVIENT DES PONTS ET VIADUCS EN MAÇONNERIE ET DES OUVRAGES D'ART SECONDAIRES.

Les tableaux ci-après renferment des renseignements généraux sur les prix de revient des ouvrages d'art principaux en maçonnerie et des ouvrages d'art secondaires de différentes lignes. Ils peuvent servir de base à l'évaluation sommaire d'ouvrages analogues, notamment pour des avant-projets.

I. Ponts et Viaducs en maçonnerie.

DÉSIGNATION des LIGNES	Longueur totale de l'ouvrage	ARCHES			Ouverture totale de l'ouvrage	Hauteur maxima de l'ouvrage	DÉPENSES		OBSERVATIONS
		Nombre	Nature	Ouverture maxima			par mètre linéaire	Totales	
					Voie unique.				
Viaduc de la Brême (Ligne de l'Hôpital du Grosbois à Lods).	175m55	13	plein cintre	10m »	130m »	25m20	1.185f.40	208.097f 39	
Pont de Lavaur (Ligne de St-Sulpice à Castres).	123.50	1	arc	61.50	»	»	3.271.25	404.000 »	Les chiffres se rapportent à la partie en élévation, non compris les fondations.
Pont Antoinette (Ligne de St-Sulpice à Castres).	89.25	1	arc	50 »	»	»	1.948.49	174.000 »	id.
Pont du Castelet (Ligne de Tarascon à Ax).	66.406	1	arc	41.20	»	19.66	2.316.20	152.000 »	id.
Viaduc de la Vingeanne (Ligne d'Is-sur-Tille à Gray).	295 »	7	ellipse	37 »	»	18.20	1.741.91	513.864.45	
Viaduc de St-Georges (Ligne de Cahors à Capdenac).	88.80	7	plein cintre	11.12	60.12	14.20	1.666.67	148.000 »	
Pont des Masseries (Ligne de Cahors à Capdenac).	154.69	5	ellipse	23.10	115.50	14.23	2.758.27	436.000 »	
Viaduc de Bouziès (Ligne de Cahors à Capdenac).	59.20	8	»	5.00	40 »	13.00	760.14	45.000 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	Longueur totale de l'ouvrage	ARCHES			Ouverture totale de louvrage	Hauteur maxima de l'ouvrage	DÉPENSES		OBSERVATIONS
		Nombre	Nature	Ouverture maxima			par mètre linéaire	Totales	
Viaduc de Port St-Cirq . . (Ligne de Cahors à Capdenac).	41m30	5	»	5m00	25m »	8m00	1.355f 93	56.000f »	
Pont de St-Martin-Labouval . . . . . (Ligne de Cahors à Capdenac).	131.40	4	ellipse	25.00	100 »	13.40	2.815.83	370.000 »	
Viaduc des Bourbes . . . (Ligne de Civray à Charroux).	54.80	5	plein cintre	8.00	40 »	14.30	1.069 »	58.600 »	Fondations non comprises.
Viaduc de Chez-Dinette . . (Ligne de Civray à Charroux).	74.00	7	plein cintre	8.00	56 »	14.50	1.082 »	80.100 »	id.
Pont sur le Clain . . . . . (Ligne de Charroux à Lussac-les-Châteaux).	49.80	3	ellipse	12 »	36 »	7.90	755 »	37.000 »	Fondations comprises.
Viaduc de l'Isle-Jourdain. . (Ligne de Charroux à Lussac-les-Châteaux).	304 »	12	plein cintre	20 »	240 »	38.60	2.750 »	836.300 »	id.
Viaduc de Tersac . . . . . (Ligne de Charroux à Lussac-les-Châteaux).	41.60	3	plein cintre	10 »	30 »	14.70	1.495 »	62.200 »	id.
Pont sur la grande Blourde. (Ligne de Charroux à Lussac-les-Châteaux).	45 »	3	ellipse	10 »	30 »	6.90	1.829 »	82.300 »	id.
Arcades de Villars. . . . . (Ligne de Charroux à Lussac-les-Châteaux).	312.90	44	arc	5 »	220 »	8.50	770 »	241.000 »	id.
Viaduc du Blanc. . . . . (Ligne de Poitiers au Blanc).	528 »	21	»	20 »	420 »	38.11	4.191 »	2.213.000 »	id.
Viaduc de la Charente. . . (Ligne de Confolens à Exideuil).	140 »	6	»	16 »	96 »	24 »	1.764 »	247.000 »	id.
Pont du Salleron . . . . . (Ligne de Montmorillon au Blanc).	47.50	3	1 ellipse 2 pleins cintres	14 »	34 »	12.69	1.821.05	86.500 »	id.
Pont de l'Anglin . . . . . (Ligne de Montmorillon au Blanc).	101.60	3	ellipse	25 »	75 »	9.55	1.377.95	140.000 »	id.
Viaduc de Mazières . . . . (Ligne de Cholet à Niort).	78.80	5	» .	10 »	50 »	21.13	2.179 »	171.719 »	
Viaduc de Maulévrier . . . (Ligne de Cholet à Niort).	117 »	7	»	12 »	84 »	25.91	2.223 »	260.117 »	
Viaduc de Bressuire. . . . (Ligne de Cholet à Niort).	100.60	11 1	» »	6 » 10 »	76 »	10.24	1.319 »	132.644 »	
Pont sur la Sèvre Nantaise. (Ligne de Cholet à Niort).	44.50	1	ellipse	24 »	24 »	11.40	1.899 »	84.500 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	Longueur totale de l'ouvrage	ARCHES			Ouverture totale de l'ouvrage	Hauteur maxima de l'ouvrage	DÉPENSE		OBSERVATIONS
		Nombre	Nature	Ouverture maxima			par mètre linéaire	Totales	
Pont sur la Vendée (Ligne de Cholet à Niort).	43m60	3	»	10m »	30m »	»	1.560f »	68.000f »	
Viaduc de St-Pompain. (Ligne de Cholet à Niort).	85 »	5	»	12 »	60 »	26m60	1.588 »	135.000 »	
Pont sur la Sèvre Niortaise. (Ligne de Cholet à Niort).	57 »	3	arc surbaissé.	12 »	36 »	7.75	1.404 »	80.000 »	
Viaduc de Triboulin. (Ligne de Marvejols à Neussargues).	56.31	5	plein cintre	8 »	40 »	10.80	1.252.41	70.523.45	
Viaduc de Rimaize (Ligne de Marvejols à Neussargues).	129.35	10	plein cintre	10 »	100 »	18.70	1.287.45	166.533.78	
Pont de Malagazaux. (Ligne de Marvejols à Neussargues).	34.20	2	plein cintre	4 »	20 »	6.90	874.33	29.902.29	
		1	ellipse	12 »					
Viaduc de Varillette. (Ligne de Marvejols à Neussargues).	134.30	10	plein cintre	10 »	100 »	17 »	1.110.34	149.119.01	
Viaduc de Massalès. (Ligne de Marvejols à Neussargues).	90.20	5	plein cintre	12 »	60 »	16.50	1.044.64	94.226.69	
Viaduc du Blaud (Ligne de Marvejols à Neussargues).	114 »	8	plein cintre	10 »	80 »	21.60	1.181.78	134.723.24	
Viaduc de la Combe. (Ligne de Marvejols à Neussargues).	47.20	3	plein cintre	10 »	30 »	13.80	1.117.40	52.742.05	
Viaduc du Saillant. (Ligne de Marvejols à Neussargues).	51.30	3	plein cintre	10 »	30 »	16.50	1.098.58	56.357.32	
Pont sur la Vendée (Ligne de Fontenay à Breuil-Barret).	62 »	1	plein cintre	24 »	62 »	»	1.347.20	83.526 »	
Viaduc de la Mèze. (Ligne de Fontenay à Breuil-Barret).	127.10	5	plein cintre	17 »	85 »	35.50	1.989.24	252.832 »	
Pont de la Bachellerie. (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	41 »	3	plein cintre	10 »	30 »	7.13	756 »	31.000 »	
Pont de la Fomacaire (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	41 »	3	plein cintre	10 »	30 »	7.75	551 »	22.600 »	
Pont de la Siauve. (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	64 »	4	plein cintre	10 »	40 »	13.20	806 »	51.600 »	
Viaduc de Légaud. (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	78 »	5	plein cintre	12 »	60 »	23.10	1.153.85	90.000 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	Longueur totale de l'ouvrage	ARCHES			Ouverture totale de l'ouvrage	Hauteur maxima de l'ouvrage	DÉPENSES		OBSERVATIONS
		Nombre	Nature	Ouverture maxima			par mètre linéaire	Totales	
(Arcades à flanc de coteau (1re série). . . . . (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	141m50	12	plein cintre	6m »	72m »	8m50	418f »	59.000f »	
Arcades (2e série) . . . . . (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	144.45	12	plein cintre	6 »	72 »	8 70	402 »	58.000 »	
Viaduc de Martin Roche. . (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	155.20	12	plein cintre	10 »	120 »	20 »	935 »	145.000 »	
Pont de la Celle. . . . . (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	53.80	20 2×7,60	plein cintre	20 »	35 20	14.85	1.169 »	62.000 »	
Pont de Bugeat . . . . . (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	54.60	1×20 1×8	plein cintre	20 »	36 »	11.60	952 »	52.000 »	
Viaduc des Farges. . . . . (Ligne d'Eymoutiers à Meymac).	207 »	11	plein cintre	15 »	165 »	34.45	1.681 »	348.000 »	
Pont sur la Bernardière . . (Ligne de Clisson à Cholet).	36 »	1	plein cintre	24 »	24 »	14.50	1.197 »	43.100 »	
Viaduc de la Sèvre . . . . (Ligne de Clisson à Cholet).	199 »	10	plein cintre	15 »	150 »	30.20	2.214 »	440.500 »	
Viaduc du Bon-Débit . . . (Ligne de Clisson à Cholet).	114 »	5	plein cintre	15 »	75 »	22.62	1.584 »	180.600 »	
Viaduc de la Digue . . . . (Ligne de Clisson à Cholet).	132 »	6	plein cintre	15 »	90 »	22.60	1.722 »	227.300 »	
Pont de la Coquechanière . (Ligne de Clisson à Cholet).	32.84	1	plein cintre	24 »	24 »	14.95	1.449 »	42.100 »	
Viaduc de la Moine . . . . (Ligne de Clisson à Cholet).	121.10	5	plein cintre	15 »	75 »	17.60	1.942 »	235.100 »	
Pont biais de la Moine . . (Ligne de Clisson à Cholet).	25.47	1	plein cintre	14.236	14.236	»	1.194 »	30.400 »	Biais de 62g16
Pont sur la Loire à Port Boulet . . . . . (Ligne de Fort Boulet à Port de Piles).	492.80	16	ellipse surbaissée, au quart	26 »	416 »	10.60	2.916 »	1.437.515 »	
Double voie.									
Viaduc du Gour noir . . . (Ligne de Limoges à Brive).	108.46	1	arc	60 »	60 »	»	2.168.56	235.202,46	
Viaduc de St-Laurent. . . (Ligne de Mende à Sévérac).	268.59	10	plein cintre	20 »	200 »	52.68	5.629.30	1.511.975.15	
Viaduc du Vair . . . . . (Ligne de Neufchâteau à Barisey).	153 »	10	plein cintre	11 »	110 »	26.35	2.422.98	370.716.76	

DÉSIGNATION des LIGNES.	Longueur totale de l'ouvrage	ARCHES			Ouverture totale de l'ouvrage	Hauteur maxima de l'ouvrage	DÉPENSES		OBSERVATIONS
		Nombre	Nature	Ouverture maxima			par mètre linéaire	Totales	
Viaduc de Chatonrupt. . . (Ligne de Brienne à Socey).	138m40	7	plein cintre	16m »	»	34m90	2.513f »	347.800f »	
Pont de l'Armançon. . . . (Ligne de St-Florentin à Vitry-le-François).	109.85	3	ellipse	25 »	75m »	10.79	3.149.75	346.000 »	
Pont du Tarn. . . . . (Ligne de Montauban à Cahors).	263.80	8	ellipse	25 »	200 »	15.10	3.291 »	868.400 »	Non compris les fondations.
Pont de l'Aveyron. . . . . (Ligne de Montauban à Cahors).	95.20	3	ellipse	23.55	70.05	11.80	1.869 »	178.000 »	id.
Pont de Cahors (sur le Lot). (Ligne de Montauban à Cahors).	219.70	5	arc	36.20	181 »	16.90	1.963.22	1.205.839 «	id.
Viaduc de Malminot) . . . (Ligne de Montauban à Cahors).	188.70	15	plein cintre	9 »	135 »	20.70	2.081 »	392.800 »	id.
Viaduc des Sept Ponts . . (Ligne de Montauban à Cahors).	166.60	13	plein cintre	10 »	130 »	21 »	2.091.38	360.776 »	id.
Viaduc de Fontanet. . . . (Ligne de Montauban à Cahors).	238.60	24	plein cintre	7.50	180 »	16.50	1.592.26	397.865 »	id.
Pont sur la Loire . . . . . (Ligne de la Possonnière à Cholet).	601.50	17	ellipse	30 »	510 »	11.85	3.573 »	2.149.082 »	
Pont sur le Layon. . . . . (Ligne de la Possonnière à Cholet).	62 »	3	plein cintre	12 »	36 »	12.80	2.009 »	124.528 »	
Pont sur l'Hyrôme à St-Pierre. . . . . (Ligne de la Possonnière à Cholet).	48 »	3	»	12 »	36 »	15.48	1.987 »	95.398 »	
Pont sur l'Hyrôme à Chemillé . . . . . (Ligne de la Possonnière à Cholet).	39.06	3	»	10 »	30 »	18.78	1.729 »	67.522 »	
Pont sur l'Etier de Mauves. (Ligne de Nantes à la Roche).	40.30	1	ellipse	20 »	20 »	»	2.875 »	115.875 »	
Pont sur la Loire (1er bras). (Ligne de Nantes à La Roche).	322 »	9	ellipse	30 »	270 »	11.80	5.771 »	1.858 399 »	
Pont sur la Loire (2e bras). (Ligne de Nantes à La Roche).	255 »	7	ellipse	30 »	210 »	11.80	5.378 »	1.371.403 »	
Pont sur la Loire (3e bras). (Ligne de Nantes à La Roche).	103.20	10 1	plein cintre ellipse	6 » 20 »	80 »	11.80	2.055 »	212.048 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	Longueur totale de l'ouvrage	ARCHES			Ouverture totale de l'ouvrage	Hauteur maxima de l'ouvrage	DÉPENSES		OBSERVATIONS
		Nombre	Nature	Ouverture maxima			par mètre linéaire	Totales	
Pont sur la Sèvre, au Pallet. (Ligne de Nantes à la Roche).	86m »	3	plein cintre	18m »	54m »	15 10	3.086f »	265.419f »	
Viaduc sur la Maine. . . . (Ligne de Nantes à la Roche).	79.20	5	plein cintre	12 »	60 »	18 »	2.336 »	184.940 »	
Pont sur la Boulogne . . . (Ligne de Nantes à la Roche).	56 »	3	plein cintre	13 »	39 »	17.34	2.254 »	126.208 »	
Viaduc de Sénouard. . . . (Ligne de Marvejols à Neussargues).	231.10	9	plein cintre	18 »	162 »	43 »	4.677.10	1.080.878.13	
Viaduc de Maison Rouge. . (Ligne de Marvejols à Neussargues).	77.74	4 1	plein cintre	8 » 15 »	47 »	15.30	2.097.85	163.087.35	
Viaduc de Lignon. . . . . (Ligne de Marvejols à Neussargues).	129.58	10	plein cintre	10 »	100 »	19.90	1.473.56	190.944.39	
Viaduc de Chanteperdrix. . (Ligne de Marvejols à Neussargues).	238.34	9	plein cintre	20 »	180 »	42 »	4.268.41	1.017.332.64	
Pont de Merdarie . . . . . (Ligne de Marvejols à Neussargues).	86.76	2	plein cintre	20 »	40 »	22.90	2.492.72	216.268.42	
Viaduc de Crueize. . . . . (Ligne de Marvejols à Neussargues).	218.78	6	plein cintre	25 »	150 »	63.30	5.970.74	1.306.279.05	
Viaduc de Chapchinièes. . . (Ligne de Marvejols à Neussargues).	51.25	4	plein cintre	8 »	32 »	13.17	1.173.19	60.126.65	
Viaduc de 4 arches de 8 m. 00. . . . . (Ligne de Tours à Sargé).	59.47	4	»	8 »	32 »	13.10	1.832.86	109.000 »	
Viaduc à culées perdues (R. 11,50). . . . . (Ligne de Tours à Sargé).	32 »	»	culées perdues.	23 »	23 »	11.49	1.382.50	44.240 »	
Pont à culées perdues (R. 9,20) . . . . . (Ligne de Tours à Sargé).	27.22	»	culées perdues.	18.40	18.40	11 »	1.212.34	33.000 »	
Viaduc de St-Florent . . . (Ligne d'Issoudun à St-Florent).	524.46	14	plein cintre	30 »	420 »	24.70	2.489 »	1.305.202 »	
Viaduc sur le bief du moulin de Charost. . . . . (Ligne d'Issoudun à St-Florent).	41.42	3	plein cintre	12 »	36 »	11.35	1.701 »	70.441 »	
Pont sur l'Arnon . . . . . (Ligne d'Issoudun à St-Florent).	59.62	3	plein cintre	12 »	36 »	9.02	1.207 »	71.946 »	

II. Passages inférieurs en maçonnerie sur routes ou chemins.

DÉSIGNATION des LIGNES	OUVERTURE	LONGUEUR MOYENNE entre les têtes.	DÉPENSE par mètre linéaire.	DÉPENSE moyenne par ouvrage.	OBSERVATIONS
Voie unique.					
Port Boulet à Port de Piles.	4m »	4m50	2.777f »	12.500f »	
Charroux à Lussac-les-Châteaux	2 »	4 60	478 »	2.200 »	
id.	2 »	14 78	432 »	6.400 »	
id.	3 »	11 70	667 »	7.800 »	
id.	4 »	6 »	1.433 »	8.600 »	
id.	8 »	8 30	3.789 »	31.450 »	
Montmorillon au Blanc.	4 »	7 05	1.537 »	10.834 »	
Cholet à Niort.	4 »	40 34	843.65	34.033 »	
id.	4 »	11 29	1.193.10	13.470 »	
id.	5 »	20 22	1.391.69	28.140 »	
id.	6 »	6 »	2.543.33	15.260 »	
id.	20 »	5 13	5.977.39	30.664 »	
Avricourt à Cirey	12 » (1)	4 »	912.07	3.648.27	(1) 3 arches de 4 m.
Eymoutiers à Meymac	3 »	7 10	668 »	4.740 »	
id.	4 »	11 50	1.409 »	16.200 »	
id.	5 »	10 88	2.132 »	23.200 »	Fondat. coûteuses
id.	7 »	15 74	1.366 »	21.500 »	Biais à 84°40'
Double voie.					
Montauban à Cahors.	2 »	8 94	333 »	6.000 »	
id.	3 »	15 06	1.201.33	18.100 »	
id.	4 »	18 12	1.423.45	25.800 »	
id.	4 »	14 42	2.230 »	32.333 »	
id.	6 »	9 60	2.536.45	24.350 »	
id.	7 » (2)	41 20	2.004.85	82.600 »	(2) 8 m. 93 suivant le biais
La Possonnière à Cholet.	7 »	12 26	2.819.08	34.562 »	
id.	7 15	11 16	2.818.21	31.451 »	
id.	8 »	8 48	6.983.02	59.216 »	
Nantes à La Roche-sur-Yon.	4 »	8 20	1.313.65	10.772 »	
id.	5 »	49 76	1.354.24	67.387 »	
Tours à Sargé.	4 »	8 59	1.406.75	12.087.50	
id.	2 »	8 17	379.43	3.100 »	
Issoudun à Saint-Florent.	2 »	12 75	354.97	4.525.93	
id.	1 60	17 97	267.45	4.805.95	
id.	1 »	27 07	219.24	5.934.85	

III. Ponts et Ponceaux en maçonnerie sur cours d'eau.

DÉSIGNATION des LIGNES	OUVERTURE	LONGUEUR MOYENNE entre les têtes.	DÉPENSES par mètre linéaire.	DÉPENSES moyenne par ouvrage.	OBSERVATIONS
Voie unique.					
Clisson à Cholet.	1m60	13m75	533f »	7.325f »	
id.	1 »	12 56	301 »	3.780 »	
id.	0 60	10 24	117 »	1.206 »	
id.	0 40	6 56	40 »	262 »	
Port Boulet à Port de Piles.	15 »	26 »	1.869 »	48.600 »	
id.	4 »	6 »	1.950 »	11.700 »	
id.	2 »	6 84	940 »	6.430 »	
id.	1 50	6 53	713 »	4.663 »	
id.	1 »	12 30	183 »	2.257 »	
id.	0 70	8 76	239 »	2.100 »	
id.	0 60	11 14	157 »	1.752 »	
Loudun à Châtellerault . .	0 60	8 45	166 »	1.403 »	
id.	1 »	11 25	280 »	3.155 »	
id.	1 50	9 91	440 »	4.369 »	
id.	2 »	9 10	567 »	5.164 »	
id.	3 »	5 33	1.016 »	5.420 »	
id.	9 30	6 »	2.850 »	17.100 »	
Civray à Charroux. . . .	0 60	8 79	199 »	1.753 »	
id.	1 »	18 74	319 »	5.986 »	
id.	2 »	24 83	628 »	15.590 »	
Charroux à Lussac-les-Châteaux	0 70	10 40	25 »	263 »	Buses en ciment.
id.	0 70	8 90	44 »	390 »	
id.	0 60	7 14	313 »	2.235 »	
id.	1 »	10 53	158 »	1.667 »	
id.	1 »	9 35	410 »	3.833 »	
id.	1 50	9 96	522 »	5.200 »	
id.	2 »	9 84	452 »	4.450 »	
id.	2 »	19 14	952 »	18.220 »	
id.	3 »	28 50	919 »	26.200 »	
Montmorillon au Blanc . .	1 50	14 04	641 »	9.000 »	
id.	2 »	11 86	918.14	10.550 »	
id.	3 »	8 96	1.161.36	10.400 »	
id.	0 60	4 51	160 »	720 »	
id.	1 »	9 36	270 »	2.530 »	
id.	2 »	13 79	412 »	5.675 »	
Cholet à Niort.	0 30 à 0 60	10 64	49.71	529 »	
id.	0 60	33 02	97.24	3.211 »	
id.	0 60	36 18	65.81	2.371 »	
id.	0 60	12 46	81.38	1.014 »	
id.	1 »	22 47	130.79	2.939 »	
id.	1 60	27 04	230.65	6.237 »	
id.	1 60	15 60	399.29	6.229 »	
id.	2 »	14 98	431.44	6.463 »	
id.	3 »	19 50	578.15	11.274 »	
id.	21 »	4 88	6.283.60	30.664 »	
id.	30 »	5 50	8.871.09	49.191 »	3 arches de 10m.

DÉSIGNATION des LIGNES	OUVERTURE	LONGUEUR MOYENNE entre les têtes.	DÉPENSES par mètre linéaire.	DÉPENSES moyenne par ouvrage.	OBSERVATIONS
Avricourt à Cirey.	2m »	12m898	366f70	4.727f72	
id.	2 »	12 01	108.05	1.297.77	
id.	6 »	4 »	2.426.67	9.706.70	Les fondations de ce pont ont dû être reconstruites ; c'est ce qui explique l'augmentation des dépenses.
id.	3 × 4 = 12	4 80	1.238.86	5.946.54	
id.	4 »	33 726	273.31	9.217.93	
id.	3 »	14 70	336.81	4.951.20	
Eymoutiers à Meymac. . .	0 60	24 43	54 »	1.309 »	
id.	1 »	26 61	85 »	2.257 »	
id.	1 50	30 84	192 »	5.925 »	
id.	2 »	26 21	239 »	6.250 »	
id.	3 »	14 37	519 »	7.453 »	
id.	4 »	7 32	752 »	5.505 »	
id. . «	6 »	27 77	1.060 »	29.440 »	
Double voie.					
Montauban à Cahors. . . .	0 30	7 20	8 »	60 »	
id.	0 30	28 17	7 »	197 »	
id.	0 40	7 49	13 »	100 »	
id.	0 50	9 84	13 »	131 »	Buses.
id.	0 60	12 80	23.45	300 »	
id.	0 70	14 07	32 »	450.13	
id.	0 70	10 74	16 »	177 »	
id.	0 40	22 32	17.78	400 »	
id.	0 60	7 80	132 »	1.033 »	Aqueducs dallés.
id.	0 70	74 27	28 »	2.090 »	
id.	0 80	8 82	170 »	1.500 »	
id.	0 60	27 33	109.75	3.000 »	
id.	0 80	22 66	146.30	3.317 »	Aqueducs voûtés.
id.	1 »	29 13	149.65	4.360 »	
id.	1 »	10 94	242 »	2.700 »	
id.	1 50	12 45	430 »	5.400 »	
id.	2 »	13 41	641 »	8.600 »	Ponceaux voûtés.
id.	2 »	28 00	425.30	11.902 »	
id.	3 »	9 05	962 »	8.600 »	
id.	3 »	57 00	566.35	29.450 »	
id.	4 »	45 50	962.65	43.800 »	
id.	5 »	8 92	1.810 »	16.400 »	Ponts voûtés.
id.	6 »	9 45	3.333 »	31.500 »	
La Possonnière à Cholet. .	0 20 à 0 40	19 23	17.21	331 »	
id.	0 60	18 82	90.12	1.696 »	
id.	0 60	23 15	257.97	5.972 »	
id.	1 »	31 76	134.03	4.287 »	
id.	1 »	33 55	251.65	8.443 »	
id.	1 60	51 19	335.78	17.189 »	
id.	1 60	35 23	239.48	8.437 »	
id.	2 »	25 13	444.01	11.158 »	
id.	3 »	13 26	676.31	8.968 »	
id.	3 50	9 35	1.001.28	9.362 »	
id.	4 »	11 14	1.193.71	13.298 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	OUVERTURE	LONGUEUR MOYENNE entre les têtes.	DÉPENSE par mètre linéaire.	DÉPENSE moyenne par ouvrage	OBSERVATIONS
La Possonnière à Cholet. .	8m »	19m70	3.404f63	67.066f »	
Nantes à La Roche-sur-Yon.	0 40 à 0 50	11 19	46.11	516 »	
id.	0 60	14 48	155.11	2.246 »	
id.	0 60	11 74	90.63	1.064 »	
id.	0 75	30 »	35.06	1.052 »	
id.	1 »	12 11	126.01	1.516 »	
id.	1 »	28 03	259.40	7.267 »	
id.	1 20	9 20	1.039.45	9.563 »	
id.	1 30	9 35	498.07	4.657 »	
id.	1 60	11 82	348.73	4.122 »	
id.	2 »	11 72	496.15	5.815 »	
id.	3 »	13 08	713.99	9.339 »	
Tours à Sargé.	7 »	9 50	818.18	9.900 »	
id.	3 »	9 60	1.006.25	16.100 »	
id.	4 »	11 16	709.22	7.915 »	
id.	3 »	8 35	293.41	2.450 »	
id.	2 »	20 48	270.67	5.543.33	
id.	1 50	14 43	293.43	4.233.33	
id.	1 »	13 76	198.73	2.734 »	
id.	0 80	9 60	109.37	1.050 »	
id.	0 70	10 10	134.65	1.360 »	
id.	0 60	10 72	124.51	1.335 »	
Issoudun à Saint-Florent. .	2 »	9 75	322.45	3.149.90	
id.	1 50	12 60	204.66	2.578.83	
id.	1 »	11 65	147.19	1.714.80	
id.	0 70	6 72	96.50	648.50	Aqueducs.
id.	0 60	14 10	94.18	1.327.95	
id.	0 70	13 72	22.73	311.76	Buses en ciment.
Tours à Sargé.	2 »	9 60	1.052 »	10.100 »	
id.	1 50	9 75	245 »	2.391 »	
id.	1 »	9 75	344 »	3.358 »	
id.	0 60	11 16	149 »	1.658 »	
id.	0 70	12 04	19.62	236 »	Buses en ciment.

IV. Passages inférieurs avec tabliers métalliques sur routes ou chemins.

DÉSIGNATION des LIGNES	Ouverture	LONGUEUR MOYENNE entre les têtes.	CUBE des maçonneries	CUBE par mètre courant	DÉPENSES par mètre cube	DÉPENSES par mètre linéaire	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Maçonnerie	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Tablier métallique	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Totale	OBSERVATIONS
Voie unique.										
Clisson à Cholet.	2m »	5m55	»	»	»	703f »	»	»	3.900f »	
id. . . .	3 »	5 55	»	»	»	1.480 »	»	»	8.200 »	
id. . . .	4 »	5 55	»	»	»	2.200 »	»	»	12.200 »	
id. . . .	7 »	5 55	»	»	»	3.478 »	»	»	19.300 »	
Port - Boulet à Port-de-Piles .	5 50	6 »	»	»	»	2.600 »	»	»	15.600 »	
id. . . .	4 »	7 94	»	»	»	1.508 »	»	»	11.975 »	
id. . . .	2 »	5 61	»	»	»	824 »	»	»	4.625 »	
Loudun à Châtellerault . . .	4 »	5 55	»	»	»	2.712.80	»	»	15.056 »	
id. . . .	6 »	5 55	»	»	»	1.845 »	»	»	10.240 »	
id. . . .	8 »	8 »	»	»	»	3.312.50	»	»	26.500 »	
Civray à Charroux	4 »	5 55	»	»	»	1.752 »	»	»	9.724 »	
id. . . .	6 »	9 39	»	»	»	2.429 »	»	»	22.810 »	
Charroux à Lussac-les-Châteaux	3 »	5 55	272m3	49m3	27f 20	1.595 »	7.400f »	1.450f »	8.850 »	
id. . . .	4 »	5 55	165 »	49 80	30 40	1.847 »	8.400 »	1.850 »	10.250 »	
id. . . .	4 »	5 70	291 »	51 10	20 40	1.298 »	5.950 »	1.450 »	7.400 »	
Montmorillon au Blanc.	3 »	5 55	»	»	»	793 »	»	»	4.400 »	
id. . . .	4 »	5 55	»	»	»	1.468 »	»	»	8.150 »	
id. . . .	4 »	5 55	»	»	»	2.162.16	»	»	12.000 »	
id. . . .	5 »	5 55	»	»	»	2.954.95	»	»	16.400 »	Biais à 75°.
id. . . .	6 »	6 92	»	»	»	1.445 »	»	»	10.000 »	
Cholet à Niort. .	4 et 5	8 21	»	»	»	1.390.13	7.829 »	3.584 »	11.413 »	
id. . . .	5 »	18 80	»	»	»	1.598.19	19.200 »	10.846 »	30.046 »	
id. . . .	8 »	10 25	»	»	»	1.981.30	12.825 »	7.484 »	20.309 »	
Eymoutiers à Meymac . . .	4 »	4 66	»	»	»	2.000 »	»	»	9.320 »	
id. . . .	8 »	5 20	»	»	»	5.711 »	»	»	29.700 »	Fondations coûteuses.
Double Voie.										
Montauban à Cahors	2 »	8 40	»	»	»	1.142.86	»	»	9.600 »	
id. . . .	3 »	9 »	»	»	»	1.133.33	»	»	10.200 »	
id. . . .	4 »	9 »	»	»	»	2.783.33	»	»	25.050 »	
id. . . .	5 »	8 92	»	»	»	2.579 »	»	»	23.000 »	
id. . . .	7 »	13 34	»	»	»	6.072 »	»	»	81.000 »	
id. . . .	8 »	8 30	»	»	»	2.614.45	»	»	21.700 »	
La Possonnière à Cholet	2 »	10 10	»	»	»	»	3.160 »	2.171 »	5.331 »	
id. . . .	4 »	9 30	»	»	»	»	12.036 »	3.822 »	15.858 »	
id. . . .	5 »	9 30	»	»	»	»	10.617 »	6.419 »	17.036 »	
id. . . .	7 »	9 20	»	»	»	»	15.890 »	9.451 »	25.341 »	
id. . . .	7 »	12 01	»	»	»	»	28.750 »	11.763 »	40.513 »	
Nantes à La Roche-sur-Yon. .	2 »	8 30	»	»	»	»	3.301 »	1.609 »	4.910 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	Ouverture	LONGUEUR MOYENNE entre les têtes	CUBE des maçonneries	CUBE par mètre courant	DÉPENSES par mètre cube	DÉPENSES par mètre linéaire	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Maçonnerie	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Tablier métallique	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Totale	OBSERVATIONS
Nantes à La Roche-sur-Yon	3m »	9m20	»	»	»	»	6.390f »	2.367f »	8.757f »	
id. . . .	4 »	9 20	»	»	»	»	10.173 »	3.632 »	13.805 »	
id. . . .	5 »	9 20	»	»	»	»	13.740 »	5.287 »	19.027 »	
id. . . .	8 »	9 20	»	»	»	»	19.846 »	10.516 »	30.362 »	
Tours à Sargé. .	7 »	9 30	»	»	»	2.294.08	»	»	21.335 »	Biais à 45°
id. . . .	4 »	8 82	»	»	»	1.405.89	»	»	12.400 »	
Issoudun à Saint-Florent. . . .	6 »	9 18	»	»	»	1.571.92	7.979.66	6.450.59	14.430.25	
id. . . .	4 »	9 18	»	»	»	781.24	3.913.12	3.258.69	7.171.81	
id. . . .	4 »	8 24	»	»	»	1.395.76	4.800.54	6.700.51	11.501.05	Pont biais.
Tours à Sargé .	4 »	11 14	»	»	»	1.754 »	»	»	19.520 »	— à 59° 30.

V. Ponts en maçonnerie avec tabliers métalliques sur cours d'eau.

DÉSIGNATION des LIGNES	Ouverture	Longueur moyenne entre les têtes	Cube des maçonneries	Cube par mètre courant	DÉPENSES par mètre cube	DÉPENSES par mètre linéaire	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Maçonnerie	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Tablier métallique	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Totale	OBSERVATIONS
Voie unique.										
Loudun à Châtellerault . . .	0m60	4m51	»	»	»	251f »	»	»	1.133f »	
id. . . .	1 »	4 51	»	»	»	376 »	»	»	1.695 »	
id. . . .	1 50	5 55	»	»	»	710 »	»	»	3.940 »	
id. . . .	2 »	5 55	»	»	»	638 »	»	»	3.540 »	
id. . . .	3 »	5 55	»	»	»	698 »	»	»	3.875 »	
Charroux à Lussac-les-Châteaux.	2 »	4 70	59m350	12m366	32f80	649 »	1.950f »	1.100t »	3.050 »	
id. . . .	6 »	6 »	420 »	70 »	28 »	2.475 »	11.750 »	3.100 »	14.850 »	
Avricourt à Cirey.	6 »	4 »	130 83	32 71	41.68	3.140 99	5.453.62	7.110.35	12.563.97	
Eymoutiers à Meymac . . .	8 »	4 65	»	»	»	3.505 »	»	»	16.300 »	Cours d'eau et route.
id. . . .	14 »	5 24	»	»	»	4.389 »	»	»	23.000 »	id.
Double voie.										
Montauban à Cahors	1 50	9 43	»	»	»	275.70	»	»	2.600 »	
id.	4 »	18 »	»	»	»	1.180 »	»	»	21.250 »	
id.	6 »	8 92	»	»	»	2.165 »	»	»	19.300 »	
id.	9 60	8 65	»	»	»	2.659 »	»	»	23.000 »	
Tours à Sargé. .	4 »	8 40	»	»	»	818.45	»	»	6.875 »	
id. . . .	3 »	8 40	»	»	»	558.33	»	»	4.690 »	
id. . . .	2 50	8 20	»	»	»	548.78	»	»	4.500 »	
id. . . .	2 »	7 29	»	»	»	255.14	»	»	1.860 »	
id. . . .	1 50	8 33	»	»	»	494 »	»	»	4.112.50	
id. . . .	1 »	8 37	»	»	»	262.73	»	»	2.200 »	
id. . . .	0 70	8 45	»	»	»	197.04	»	»	1.665 »	
id. . . .	10 »	18 »	»	»	»	1.361 »	»	»	24.500 »	Sur la Brenne
id. . . .	10 »	9 60	»	»	»	1.760 »	»	»	16.900 »	Sur le Madelon.
id. . . .	8 »	14 70	»	»	»	1.374 »	»	»	20.200 »	Sur le bief de Chançay.
id. . . .	5 »	8 60	»	»	»	1.822 »	»	»	15.670 »	
id. . . .	4 »	10 82	»	»	»	956 »	»	»	10.345 »	
id. . . .	3 »	8 50	»	»	»	1.014 »	»	»	8.615 »	
id. . . .	2 »	8 47	»	»	»	648 »	»	»	5.493 »	
id. . . .	1.50	8 12	»	»	»	490 »	»	»	3.980 »	

VI. Passages supérieurs en maçonnerie.

DÉSIGNATION des COMPAGNIES	LARGEUR entre les parapets	Ouverture moyenne	Longueur moyenne	Hauteur moyenne sous clef	CUBE des maçonneries	PRIX du mètre cube de maçonnerie	DÉPENSE PAR MÈTRE de largeur	DÉPENSE PAR MÈTRE de longueur	DÉPENSE PAR MÈTRE superficiel en plan	DÉPENSE moyenne de l'ouvrage
Voie unique.										
Clisson à Cholet	4m »	12m60	20m60	»	»	»	4.625f »	898f »	225f »	18.500f »
id.	4 »	10 »	20 60	»	»	»	2.400 »	474 »	118 »	9.760 »
id.	3 50	12 60	20 »	»	»	»	3.629 »	635 »	181 »	12.700 »
id.	3 30	13 20	26 »	»	»	»	4.536 »	576 »	174 »	14.970 »
Port Boulet à Port de Piles	5 »	12 60	20 50	»	»	»	3.490 »	851 »	170 »	17.450 »
id.	7 »	4 60	19 32	»	»	»	3.828 »	1.387 »	198 »	26.800 »
id.	4 »	4 05	13 71	»	»	»	2.700 »	787 »	196 »	10.800 »
Loudun à Châtellerault	5 »	16 20	29 04	»	»	»	5.460 »	940 »	188 »	27.300 »
id.	4 »	14 96	22 24	»	»	»	4.075 »	733 »	183 »	16.300 »
Civray à Charroux	4 »	15 20	30 62	»	»	»	4.350 »	568 »	142 »	17.400 »
Charroux à Lussac-les-Châteaux	4 »	14 »	47 24	»	727m50	33m »	3.000 »	508 »	127 »	24.000 »
id.	4 »	14 »	29 60	»	425 »	57 »	6.063 »	819 »	205 »	24.250 »
id.	6 »	15 20	26 62	»	597 »	39 »	3.883 »	875 »	146 »	23.300 »
Montmorillon au Blanc	4 »	14 »	23 »	»	»	»	5.125 »	891.03	222.83	20.500 »
id.	3 »	14 »	23 »	»	»	»	4.500 »	586.69	195.65	13.500 »
Cholet à Niort	4 68	13.20 à 15.20	»	»	273 50	41 41	2.420.08	»	»	11.326 »
id.	7 60	14 »	»	»	471 »	57 21	3.545.78	»	»	26.948 »
id.	5 46	16 à 16 50	»	»	327 »	48 22	2.887.90	»	»	15.768 »
id.	8 50	16 50	»	»	556 »	62 90	4.114.35	»	»	34.972 »
Avricourt à Cirey	6 »	12 »	19 77	5m »	293 88	27 93	1.369.80	415.72	69.28	8.218.81
Eymoutiers à Meymac	3 »	14 »	22 64	4 96	»	»	2.775 »	594.64	123 »	8.325 »
id.	3 30	13 51	22 21	4 96	»	»	2.520.90	615.76	113 »	8.319 »
id.	4 »	13 66	23 62	4 96	»	»	2.671.25	782.21	113 »	10.685 »
id.	5 »	14 72	28 55	4 96	»	»	2.760 »	937.50	97 »	13.800 »
id.	7 »	15 »	32 37	4 96	»	»	3.471.42	1.620 »	107 »	24.300 »
Double voie.										
Montauban à Cahors	4 »	29 12	66 08	»	»	»	7.258 »	1.944 »	2.873 »	29.000 »
id.	8 »	16 20	31 35	»	»	»	4.300 »	1.100 »	1.400 »	35.000 » (1)
id.	4 »	16 57	33 14	»	»	»	4.552 »	2.137 »	3.236 »	36.400 »
id.	5 »	14 50	21 »	»	»	»	2.758.60	656.18	131.36	13.793 »
id.	4 »	13 48	22 68	»	»	»	3.108.20	548.18	137.05	12.432.80
La Possonnière à Cholet	4 44	12 »	»	5 20	161 »	46 12	1.670.26	»	»	7.416 »
id.	4 17	15.20 à 15.98	»	5 17	267 »	44 53	2.847 »	»	»	11.892 »
id.	4 20	16 60	»	5 40	646 »	48 20	7.410.95	»	»	31.126 »
Nantes à La Roche-s-Yon	7 50	16 40	»	5 10	413 »	55 49	3.055.73	»	»	22.918 »
id.	4 60	15 80	»	5 61	329 »	44 14	3.156.95	»	»	14.522 »
id.	8 60	16 05	»	5 60	625 »	46 70	3.396.04	»	»	29.206 »
Issoudun à St-Florent	4 »	16 29	28 60	»	»	»	3.154.59	441.20	110.30	12.618.36
Tours à Sargé	6 »	16 40	27 »	»	»	»	3.090 »	687 »	114 »	18.538 »
id.	4 »	8 »	19 70	»	»	»	3.714 »	754 »	188 »	14.855 »

1. Pont biais à 67°

VII. Passages supérieurs métalliques.

DÉSIGNATION des LIGNES	LARGEUR entre les parapets	Ouverture moyenne	Longueur moyenne	Hauteur moyenne sous poutres	DÉPENSE PAR MÈTRE de largeur	DÉPENSE PAR MÈTRE de longueur	DÉPENSE PAR MÈTRE superficiel en plan	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Maçonnerie	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Métal	DÉPENSE MOYENNE PAR OUVRAGE Totale
Double voie.										
Montauban à Cahors	8m90	8m »	13m10	»	3.699f »	2.514f »	2.824f »	»	»	33.000f »
La Possonnière à Cholet	7 51	10 60	»	4m85	3.543 67	»	»	11.872 f »	14.741 f »	26.613 »
id.	6 »	16 »	»	4 96	3.543 83	»	»	7.557 50	13.705.50	21.263 »
Nantes à La Roche-sur-Yon.	5 45	16 »	»	4 90	4.030 27	»	»	11.613 »	10.352 »	21.965 »
id.	7 14	16 »	»	5 08	3.110 50	»	»	14.032 »	13.176 »	27.208 »
Tours à Sargé.	5 23	16 »	37.90	»	3.770 33	519.78	»	»	»	19.700 »
id.	4 »	8 »	26.92	»	3.418 75	521.64	»	»	»	13.675 »

B. — RELEVÉ DES DÉPENSES D'ÉTABLISSEMENT AU 31 DÉCEMBRE 1891 DES LIGNES OUVERTES A LA CIRCULATION DU 1er JANVIER 1880 AU 31 DÉCEMBRE 1892

DÉSIGNATION des LIGNES	LONGUEUR kilométrique	DÉPENSES kilométriques totales non compris le matériel roulant	OBSERVATIONS
Compagnie du Nord.			
Orchies à la frontière Belge	6 kilom.	172.739 fr.	
Lens à Armentière	33 »	249.429 »	
Valenciennes au Cateau	36 »	293.872 »	
Busigny à Hirson	55 »	329.542 »	Double voie.
Abbeville à Eu et au Tréport	38 »	232.474 »	
Le Cateau à Laon	59 »	141.508 »	
Thiant à Lourches	12 »	435.616 »	Double voie sur 7 kilom.
Laon à Rozoy	42 »	273.095 »	Double voie.
Douai à Orchies	17 »	172.829 »	
Compiègne à Soissons	33 »	152.697 »	Double voie.
Compiègne à Roye	36 »	142.640 »	
Estrées St-Denis à Verberie	12 »	380.581 »	Double voie.
Rivecourt à Ormoy-Villers	27 »	372.072 »	Double voie.
Amiens à la Vallée de l'Ourcq	116 »	258.070 »	Double voie sur 64 kilom.
Compagnie de l'Est.			
D'un point situé entre Montmédy et Velosne à la frontière Belge vers Virtou	3 »	498.000 »	
Embranchement de la vallée de l'Orne	4 »	567.000 »	
Coulommiers à la Ferté-Gaucher	19 »	286.189 »	Double voie.
Bourbonne-les-Bains à la ligne de Mulhouse	15 »	188.667 »	
De la gare à la ville de Langres	6 »	392.167 »	
Champigneulles à Jarville	7 »	423.428 »	
Baccarat à Badonviller	14 »	162.711 »	
Chalindrey à Mirecourt	88 »	256.086 »	Double voie.
Langres à Andilly	17 »	278.759 »	
Lunéville à Gerbéviller	10 »	255.163 »	
Pompey à Nomény et raccordement	23 »	196.195 »	
Toul à Colombey et Favières	34 »	305.748 »	Double voie sur 19 kilom.
Mont St-Martin à la frontière Luxembourgeoise	1 »	321.968 »	
Révigny à Vouziers	67 »	230.704 »	Double voie.
Esternay à Romilly	33 »	314.317 »	
Châtillon-sur-Seine à Is-sur-Tille	71 »	263.571 »	
D'un point de la ligne de Châtillon à Is-sur-Tille à Langres	41 »	176.073 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	LONGUEUR kilométrique	DÉPENSES kilométriques totales non compris le matériel roulant	OBSERVATIONS
Is-sur-Tille à Gray	46 kilom.	264.348 fr.	
Jessains à Eclaron	53 »	275.249 »	Double voie.
La Ferté-Gaucher à Sézanne	40 »	333.045 »	Double voie.
Bas-Evette à Giromagny	7 »	218.600 »	
Béthéniville à Challerange	37 »	208.998 »	Double voie.
Favières à Frenelle-la-Grande	20 »	212.413 »	
Fère-Champenoise à Vitry-le-François	50 »	175.956 »	Double voie.
Hirson à Amagne	61 »	426.017 »	Double voie.
Jussey à ou près Darneuille et raccordements	77 »	329.479 »	Double voie.
Merrey à Neufchâteau	39 »	294.537 »	Double voie.
Neufchâteau à Barisey-la-Côte	24 »	456.649 »	Double voie.
St-Dizier à Revigny et raccordements	28 »	379.694 »	Double voie.
Embranchement sur le Val d'Ajol d'un point de la vallée de l'Ourcq à Esternay	109 »	545.180 »	
St-Florentin à Troyes (St-Julien) et de Troyes à Vitry-le-François	120 »	345.009 »	Double voie.
St-Maurice à Bussang	4 »	364.262 »	
Brie-Comte Robert à Verneuil	18 »	294.911 »	
Brienne à Sorcy	104 »	512.488 »	Double voie.
Bricon au raccordement de Chaumont	8 »	274.738 »	
Raccordement de Boissy St-Leger avec la Grande Ceinture	2 »	454.775 »	Double voie.
Compagnie de l'Ouest.			
Alençon à Domfront	68 »	162.907 »	
Contérne à la Ferté-Macé	15 »		
Pré-en-Pail à Mayenne	39 »		
Briouze à la Ferté-Macé	14 »		
Châteaubriant à Rennes et embranchement	98 »	221.711 »	
Echauffour à Bernay	46 »	179.737 »	
Lisieux à Orbec	19 »		
Orbec à la Trinité de Réville	13 »		
Ste Gauburge à Mesnil-Manger	61 »		
Laigle à Mortagne	37 »	249.231 »	
Mamers à Bellême et à Mortagne	38 »		
Mortagne à Ste-Gauburge	34 »		
Segré à Candé	20 »	195.031 »	
Falaise à Berjou Pont d'Onilly	29 »	241.968 »	
Beuzeville à Lillebonne	14 »	580.953 »	
Motteville à St-Valéry en Caux	38 »	266.529 »	
Les Moulineaux à Puteaux	10 »	1.646.250 »	Double voie.
Sillé-le-Guillaume à la Hutte	25 »	297.792 »	Double voie.
Châteaubriant à Redon	45 »	179.038 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	LONGUEUR kilométrique	DÉPENSES kilométrique totales non compris le matériel roulant	OBSERVATIONS
Plouaret à Lannion	16 kilom.	198.129 fr.	
Barentin à Duclair et à Caudebec	29 »	230.194 »	
Sottevast à Coutances	72 »	234.695 »	
Avranches à Domfront (Section de Mortain à Pontombault)	34 »	262.242 »	
Carentan à Carteret (Section de la Haye du Puits à Carteret)	20 »	243.405 »	
Châteaubriant à St-Nazaire raccordement de Pontchâteau	75 »	249.376 »	
Dreux à Auneau	45 »	213.709 »	
Eu à Dieppe	37 »	601.964 »	
Verneuil à la Loupe	40 »	209.616 »	
Evreux à Verneuil	42 »	201.806 »	
Evreux à Neubourg	22 »	320.510 »	
Evreux (ville) à Evreux (Navarre)	3 »	826.649 »	
Fougères à Vire (Section de St-Hilaire du Harcourt à Vire)	41 »	306.052 »	
Dinan à Dinard et raccordement	23 »	162.621 »	
Pont-Audemer à Quetteville	16 »	331.441 »	
Pouancé à Laval	58 »	202.642 »	
Sablé à Sillé-le-Guillaume	44 »	226.519 »	
St-Brieuc au Légué	6 »	232.441 »	
Caudé à Nantes	59 »	196.185 »	Double voie sur 10 kilom.
Vire à St-Lô et à Caen	97 »	224.641 »	
Morlaix à Roscoff	28 »	173.791 »	
Ploërmel à la Brohinière	41 »	222.861 »	
Miniac à la Gouesnière	12 »	549.875 »	
Embranchement du Port d'Isigny	5 »		
Compagnie d'Orléans.			
Clermont à Tulle avec embranchement sur Vendes	220 »	307.671 »	
Limoges à Meymac	90 »	271.467 »	
Limoges au Dorat	54 »	207.729 »	
Périgueux à Ribérac	29 »	310.040 »	
Saillat à Bussière-Galant	44 »	190.700 »	
Tours à Montluçon avec embranchement sur Lavaud-Franche	248 »	175.518 »	
Auray à Quiberon	26 »	111.512 »	
Concarneau à Rosporden	15 »	160.287 »	
Questembert à Ploermel	34 »	192.483 »	
Vieilleville à Bourganeuf	20 »	234.084 »	
Angers à la Flèche	44 »	248.620 »	
Tournon à Argenton	52 »	236.875 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	LONGUEUR kilométrique	DÉPENSES kilométriques totales non compris le matériel roulant	OBSERVATIONS
Blois à Romorantin	47 kilom.	261.582 fr.	
Bourges à Gien et Argent à Beaune-la-Rolande	134 »	112.701 »	
Cahors à Capdenac	69 »	516.948 »	
Civray au Blanc	97 »	252.614 »	
Confolens à Exideuil	18 »	310.105 »	
La Flèche à Saumur	50 »	219.841 »	Double voie sur 7 kilom.
Marmande à Ribérac	135 »	242.363 »	
Montauban à Brives	157 »	813.234 »	
Montluçon à Eygurande	92 »	282.229 »	
Poitiers au Blanc	60 »	211.777 »	
Port de Piles à Preuilly	34 »	215.745 »	
Preuilly à Tournon St-Martin	15 »	213.866 »	
Quimper à Douarnenez	23 »	261.521 »	
Quimper à Pont l'Abbé	20 »	216.450 »	
St-Sébastien à Guéret	45 »	279.776 »	
St-Denis-les-Martel au Buisson (Sivrac)	68 »	402.538 »	
Aurillac à St-Denis-les-Martel	61 »	486.520 »	
Chatellerault à Tournon St-Martin	43 »	194.680 »	
Mauriac Miecaze	46 »	641.961 »	
Nontron à Thiviers	27 »	324.074 »	
Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.			
Thonon à Collonges	63 »	250.422 »	
Aix à la ligne de Toulon à Nice par Carnoules	78 »	294.133 »	
Nîmes au Theil	119 »	348.446 »	Double voie.
Remoulins à Uzès	19 »	246.827 »	
Thonon à St-Gingolph	27 »	540.804 »	
Amenasse à Annecy	53 »	428.480 »	
Rémoulins à Beaucaire	17 »	166.436 »	
Uzès à St-Julien	49 »	278.920 »	
Uzès à Nozières	20 »	264.775 »	
Vézenobres à Quissac et embranchement sur Anduze	27 »	262.549 »	
Nîmes à Sommières	24 »	285.198 »	
Sommières aux Mazes	21 »	314.156 »	
Aubenas à Prades	10 »	520.061 »	
Dijon à St-Amour et raccordement à la voie d'eau	109 »	341.798 »	Double voie sur 18 kilom.
Virieu-le-Grand à St-André-le-Gaz	46 »	317.889 »	
St-André-le-Gaz à Chambéry	41 »	772.498 »	
Roanne à Paray-le-Monial	57 »	228.124 »	
Gilly-sur-Loire à Cercy-la-Tour	41 »	260.510 »	
Avallon à Dracy St-Loup	70 »	244.712 »	
Fillay à Bourron	25 »	336.475 »	Double voie.

DESIGNATION des LIGNES	*LONGUEUR* kilométrique	DÉPENSES *kilométriques* totales non compris le matériel roulant	OBSERVATIONS
Gap à Briançon	83 kilom.	527.119 fr.	Double voie sur 52 kilom.
Vichy à Thiers	33 »	227.410 »	
Thiers à Ambert	47 »	411.399 »	
Die à Crest	37 »	285.071 »	
Gien à Auxerre	91 »	259.191 »	
Auxonne à Chagny	54 »	282.423 »	Double voie.
Avallon à Nuits-sous-Ravières	44 »	239.935 »	
Besançon à la frontière Suisse avec embranchement sur Lods	98 »	343.783 »	
La Cluse à St-Claude	43 »	281.849 »	
Clamecy à Triguères	70 »	194.144 »	
Dôle à Poligny	38 »	264.692 »	
Firminy à Annonay	65 »	494.721 »	
Le Pertuiset à St-Just	16 »	450.581 »	
Gillet à Pontarlier	23 »	212.934 »	
Roanne à Châlon-sur-Saône et Montchanain	132 »	246.700 »	
Tamnay à Château-Chinon	24 »	242.406 »	
Voujaucourt à St-Hippolyte	27 »	233.327 »	
Annemasse à la frontière Suisse	2 »	153.249 »	
La Joliette à l'Estaque	8 »	7.246.923 »	Double voie.
Champagnole à St-Laurent	23 »	380.856 »	
Champagnole à Lons-le-Saunier	44 »	254.788 »	
Epinac aux Laumes	70 »	168.870 »	
Forcalquier à Volx	15 »	473.863 »	
Apt à la ligne de Forcalquier à Volx	39 »	286.038 »	
La Roche à Cluses	24 »	272.609 »	
Lyon-Saint-Clair à Collonges	5 »	1.260.344 »	Double voie.
Raccordements de Chasse et de Vénissieux	2 »	298.077 »	
Raccordement de la Mouche à Lyon	2 »	159.735 »	Double voie.
Compagnie du Midi.			
Millau à Rodez	74 »	539.403 »	Double voie sur 30 kilom.
Mende à ligne de Millau à Rodez près Séverac et embranchement sur Marvejols	70 »	655.818 »	Double voie sur 18 kilom.
Condom à la ligne de Bordeaux à Cette	39 »	310.307 »	
Oloron à la ligne de Pau à Bayonne	35 »	414.835 »	
Marvejols à Neussargues	88 »	546.058 »	
Buzy à Laruns	19 »	317.778 »	
Cette à Montbazin	12 »	451.816 »	
Moux à Caunes	28 »	463.103 »	
Narbonne à Bize	20 »	440.031 »	

DÉSIGNATION des LIGNES	LONGUEUR kilométrique	DÉPENSES kilométriques totales non compris le matériel roulant	OBSERVATIONS
Mont de Marsan à Roquefort	24 kilom.	279.800 fr.	
Mazamet à Bédarieux	73 »	486.097 »	
Condom à Eauze	34 »	390.895 »	
Montauban à St-Sulpice	44 »	240.543 »	
St-Sulpice à Castres	48 »	225.734 »	
Puyoo à St-Palais	30 »	552.399 »	
Tarascon-sur-Ariège à Ax	26 »	427.039 »	
Elne à Céret	24 »	363.880 »	
St-Martin-Autevielle à Mauléon	25 »	241.490 »	
Marmande à Casteljaloux	26 »	356.425 »	
Mont-de-Marsan à Saint-Sever	17 »	202.424 »	
Bayonne à Ossés	39 »	377.289 »	
Nérac à Mézin	14 »	326.923 »	
Etat.			
Marcenais à Libourne	19 »	214.789 »	
Taillebourg à St-Jean d'Angély	66 »	203.561 »	
St-Jean d'Angély à Niort			
Niort à Montreuil-Bellay	119 »	267.302 »	
Airvault à Moncontour			
Niort à Ruffec	76 »	216.276 »	
Neuville à Parthenay	70 »	164.843 »	
Parthenay à Bressuire			
Brou à Bessé	58 »	300.603 »	Double voie.
Patay à Nogent-le-Rotrou	87 »	137.735 »	
Fayè à Chalonnes	26 »	230.731 »	
Vendôme à Blois	64 »	170.078 »	
Vendôme à Pont de Braye			
Fontenay-le-Comte à Benet	30 »	221.433 »	
Velluire à Fontenay-le-Comte			
Cholet à Clisson	38 »	196.132 »	
Port de Piles à Port-Boulet	51 »	206.569 »	
St-Laurent à la Pointe de la Fumée	8 »	125.500 »	
Loudun à Châtellerault	48 »	152.712 »	
Saumur à Château du Loir raccordement des gares de Saumur	72 »	372.236 »	Double voie.
Cavignac à la Grave d'Ambarès	22 »	830.273 »	Double voie.
Tonnay-Charente à Marennes et au Chapus	31 »	180.677 »	
Fontenay-le-Comte (Cazais) à Breuil. Barret	15 »	199.267 »	
Fontenay-le-Comte à Cholet (station de Fontenay à Cazais)	14 »	296.071 »	
Port de Pallice à La Rochelle	7 »	332.286 »	

IX. — Railvay and canal traffic Act (Angleterre).

PREMIÈRE PARTIE

TRIBUNAL ET PROCÉDURE DES COMMISSAIRES DE CHEMINS DE FER ET DES CANAUX.

Établissement de la commission des chemins de fer et des canaux.

Institution d'une nouvelle commission des chemins de fer et des canaux.

2. A dater de l'abrogation des dispositions relatives aux Commissaires, contenues dans l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer, il sera institué une nouvelle commission qui portera le nom de Commission des chemins de fer et des canaux (à laquelle on fait allusion au cours du présent acte lorsqu'on dit « les Commissaires ») et qui se composera de deux membres en titre et de trois membres d'office. Cette Commission constituera une cour de record et aura un sceau officiel qui sera reconnu en justice. Elle pourra fonctionner malgré les vacances qui se produiraient parmi ses membres.

Nomination et conditions de nomination des Commissaires en titre.

3. (1) Les deux Commissaires en titre pourront être nommés par Sa Majesté à toute époque après le vote du présent acte, et de temps en temps, lorsque des vacances se produiront.

(2) Ils seront nommés sur la proposition du président du *Board of Trade* et l'un d'eux devra posséder l'expérience des affaires de chemins de fer.

(3) L'article 5 de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer sera applicable à chacun des Commissaires en titre [1].

1. Cet article est ainsi conçu :

« Article 5 : Toute personne nommée Commissaire en vertu du présent acte devra, dans un délai de trois mois à dater de sa nomination, se défaire absolument de toutes les valeurs, actions, obligations, bons à terme ou autres titres des compagnies de chemins de fer ou de canaux du Royaume-Uni qu'elle pourrait posséder ou dont elle pourrait retirer un bénéfice au moment de sa nomination ; et tant que la personne nommée Commissaire en vertu du présent acte conservera ces fonctions, elle ne pourra acquérir par voie d'achat ou autrement ou retirer un bénéfice de semblables valeurs, actions, obligations, bons à terme ou autres titres ; et s'il lui en échoit par testament ou succession, elle devra s'en défaire absolument dans un délai de trois mois.

« Il sera interdit aux Commissaires, à moins que ce ne soit du consentement des parties en cause, d'exercer la juridiction qui leur est conférée par le présent acte dans

(4) Les Commissaires en titre recevront chacun un traitement annuel n'excédant pas trois mille livres (75.000 fr.) et dont le montant sera arrêté par le Président du *Board of Trade* d'accord avec la Trésorerie.

(5) Le Lord Chancelier [1] pourra, s'il le juge opportun, révoquer pour incapacité ou inconduite l'un quelconque des Commissaires en titre.

Nomination et attributions des Commissaires d'office.

4. (1) Les trois membres d'office de la Commission des chemins de fer et des canaux seront nommés l'un pour l'Angleterre, l'autre pour l'Écosse et le troisième pour l'Irlande. Ils ne pourront être appelés à fonctionner que dans la partie du Royaume-Uni à laquelle ils auront été affectés.

(2) Les Commissaires d'office seront des juges de cour supérieure choisis :

a) Pour l'Angleterre, par le Lord Chancelier ;

b) Pour l'Écosse, par le Lord Président de la cour de session ;

c) Pour l'Irlande, par le Lord Chancelier d'Irlande ;

Ils seront nommés pour une période qui ne pourra être inférieure à cinq ans.

(3) Le Lord Chancelier, le Lord Président de la cour de session et le Lord Chancelier d'Irlande établiront, chacun en ce qui le concerne, des règlements régissant le service respectif des Commissaires d'office d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande, fixant l'époque et le lieu de leurs sessions et tendant à assurer une prompte et convenable expédition des affaires.

Sessions de la Commission.

5. (1) Sous les conditions stipulées dans le présent acte et dans les règlements généraux qui en dépendent, les commissaires pourront siéger en un lieu quelconque du Royaume-Uni, suivant les besoins de l'affaire qu'ils auront à instruire.

(2) Le siège central de la Commission sera établi à Londres. Lorsque les sessions publiques seront tenues à Londres, les Commissaires siégeront aux Cours Royales de justice ou en tout autre lieu que le Lord Chancelier désignera de temps en temps.

(3) Les affaires seront instruites par trois Commissaires au moins ; le Commissaire d'office remplira les fonctions de président et son opinion

les affaires où ils auraient un intérêt direct ou indirect.

« Les Commissaires devront consacrer la totalité de leur temps à remplir les fonctions que leur confère le présent acte et ne pas accepter ou occuper de charge ou d'emploi qui soit incompatible avec cette condition. ».

2. Président de la Chambre des Lords et chef de la magistrature.

sera prépondérante sur tous les points qui, de l'avis de la Commission, constitueront les questions de droit.

(4) Sous réserve des dispositions qui précèdent, l'article 27 de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer sera applicable à la Commission [1] et deux Commissaires quelconques pourront toujours prendre une décision.

(5) Tout juge qui aura consenti à remplir les fonctions de Commissaire d'office devra se saisir des affaires qui seront de sa compétence aussitôt que leur instruction en sera prête ou dans le plus bref délai possible. Il ne sera tenu de remplir ses autres fonctions de juge de cour supérieure que lorsque ses services comme Commissaire ne seront pas requis.

(6) Lorsqu'un juge nommé Commissaire d'office se trouvera temporairement dans l'impossibilité de remplir ses fonctions, le Lord Chancelier, le Lord Président de la cour de session ou le Lord Chancelier d'Irlande désignera suivant le cas, pour l'Angleterre, pour l'Écosse ou pour l'Irlande, le juge de cour supérieure qui devra le remplacer comme Commissaire d'office ; le juge suppléant ainsi nommé sera considéré comme Commissaire d'office pour toutes les affaires qu'il aura à traiter.

(7) Lorsque le président du *Board of Trade* constatera qu'un Commissaire en titre se trouve dans l'impossibilité d'instruire une affaire ou qu'il existe un poste vacant au sein de la Commission, il pourra, s'il reconnaît la nécessité de statuer promptement sur la question, nommer un Commissaire temporaire qui sera chargé d'en assurer l'instruction. Ce Commissaire aura, pour tout ce qui concerne l'affaire qui lui sera confiée et jusqu'à la complète liquidation de ladite affaire, la même juridiction et les mêmes pouvoirs qu'un Commissaire en titre ; il recevra une rétribution qui lui sera payée par le Commissaire qu'il remplace ou qui sera prélevée, si la charge est vacante, sur le traitement attribué à ladite charge ; le montant de la rémunération sera fixé par le Président du *Board of Trade*.

Nomination de juges auxiliaires.

6. Lorsqu'une adresse des deux Chambres du Parlement représentera que, en raison des devoirs imposés par le présent acte aux Commissai-

1. Cet article est ainsi conçu :

« Article 27. — Les Commissaires fixeront les époques et les lieux de leurs sessions ainsi que leur mode de procédure de la manière qu'ils croiront la plus convenable pour la prompte expédition des affaires. Ils pourront, en se conformant aux prescriptions du présent acte, siéger ensemble ou séparément, à huis clos ou en audience publique ; mais toute plainte dont ils auront été saisis devra être, si l'une des parties en cause le demande, entendue et jugée en audience publique. »

res d'office, l'expédition des affaires de la Haute Cour d'Angleterre exige l'adjonction d'un juge auxiliaire de cette Cour, Sa Majesté aura le droit d'en nommer un et de pourvoir, à l'occasion, à son remplacement si son poste devient vacant, mais seulement lorsqu'une adresse de même nature lui aura été présentée. Les dispositions légales relatives à la nomination et à la désignation des juges de ladite Cour supérieure, à leurs attributions, à leur rang, à leur traitement, à leur pension de retraite et autres seront applicables à tout juge nommé conformément au présent article. Tout juge nommé en exécution du présent article sera attaché à la division ou à la section de la Cour que désignera Sa Majesté, en tenant compte des droits déjà acquis par les autres juges de ladite division ou section.

Dispositions relatives aux plaintes formulées dans certains cas par des autorités publiques.

7. (1) Les autorités désignées ci-après, savoir :

a) Parmi les autorités locales, les conseils de ports, les autorités de conservation, le conseil communal de la ville de Londres, le conseil municipal d'une ville ou d'un bourg, les corps de représentants de comtés qui pourront être constitués par un acte voté pendant la session actuelle ou une des sessions futures du Parlement, les juges siégeant en sessions trimestrielles, les commissaires des finances d'un comté d'Écosse, la commission métropolitaine des travaux publics, les autorités sanitaires urbaines ne faisant pas partie des conseils précités, les autorités sanitaires urbaines ne faisant pas partie des conseils précités, les autorités sanitaires rurales ;

b) Les associations des commerçants ou d'affréteurs, les chambres de commerce ou d'agriculture munies d'un certificat du *Board of Trade* attestant qu'elles ont qualité pour agir,

pourront adresser des plaintes aux Commissaires au sujet de toutes les questions sur lesquelles s'étend leur juridiction, sans que les plaignants aient à prouver qu'ils sont lésés par la contravention, Elles pourront faire opposition à une décision prise par les Commissaires à l'occasion d'une plainte relative à une question ressortissant à leur juridiction, lorsque les Commissaires estimeront que leur décision est de nature à affecter les intérêts desdites autorités ou des personnes qu'elles représentent.

(2) Le *Board of Trade* pourra, lorsqu'il le jugera convenable, ne délivrer le certificat susvisé qu'après avoir exigé le dépôt d'un cautionnement dont il fixera le montant et qui sera appelé à garantir le payement des dépens que les plaignants pourraient être condamnés à verser.

(3) Tout certificat délivré conformément aux stipulations du présent

article sera valable pendant douze mois à dater du jour où il aura été remis, à moins qu'il n'ait été retiré.

Juridiction.

Transfert à la Commission de la juridiction des Commissaires de chemins de fer.

8. La juridiction et les pouvoirs qui auront été conférés aux Commissaires de chemins de fer en vertu de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer et de tout autre acte ou disposition, ou qu'ils seront susceptibles d'exercer lors de la mise en vigueur du présent acte, seront transférés aux nouveaux Commissaires. A dater de la mise en vigueur du présent acte, les dispositions relatives aux Commissaires de chemins de fer contenues dans l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer ou dans tout acte ou document seront applicables à la Commission des chemins de fer et des canaux instituée par le présent acte.

Juridiction des Commissaires en ce qui concerne les actes spéciaux.

9. Lorsque les dispositions d'un acte spécial :

a) Contiendront des stipulations relatives aux facilités de transport, aux préférences indues et autres matières visées à l'article 2 de l'acte de 1854 sur les transports par chemins de fer et canaux [1] ; ou

b) mettront une des compagnies soumises au présent acte en demeure d'établir une station, un chemin ou tout autre ouvrage d'utilité publique ; ou

c) imposeront à l'une des compagnies soumises au présent acte une obligation quelconque en faveur du public ou d'un particulier ;

ou lorsqu'un acte contiendra des dispositions relatives aux embranchements particuliers et voies de garage privées, les Commissaires auront, en matière des plaintes formulées au sujet de contraventions auxdites dispositions, les mêmes pouvoirs que ceux qui leur ont été conférés pour connaître des plaintes auxquelles peut donner lieu une infraction à l'article 2 de l'acte de 1854 sur les transports par chemins de fer et canaux amendé par les actes subséquents.

Juridiction en matière de péages et de tarifs.

10. Les Commissaires auront le pouvoir de trancher les difficultés qui pourraient surgir au sujet de la légalité d'un droit de péage, de transport ou autre se rapportant au service des marchandises et perçu ou

1. L'article 2 de l'acte de 1854 se trouve reproduit en entier à l'article 25, page 674.

réclamé en partie ou en totalité par une des compagnies soumises au présent acte. Ils pourront rendre obligatoire le payement de la partie ou de la totalité du droit de péage, de transport ou autre dont ils auront reconnu la légalité.

Pouvoir d'ordonner des facilités de trafic contrairement aux conventions préexistantes.

11. Aucune disposition contenue dans une convention passée avant ou après le vote du présent acte, sans avoir été ratifiée par un acte, par le *Board of Trade*, par la Commission instituée par l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer, ou par le présent acte, ne pourra empêcher une des compagnies soumises au présent acte d'accorder les facilités de trafic que les Commissaires jugeront raisonnable d'exiger d'elle dans l'intérêt du public, ni l'autoriser à refuser lesdites facilités, ni empêcher les Commissaires de prendre et de faire exécuter une décision à ce sujet.

Pouvoir d'accorder des dommages-intérêts.

12. Dans toutes les affaires qui seront de leur compétence, les commissaires pourront joindre ou substituer aux indemnités qui auront pu être allouées à la partie plaignante lésée des dommages-intérêts correspondant au préjudice qu'elle aura éprouvé ; la partie plaignante sera dès lors considérée comme complètement désintéressée et ne pourra réclamer aucune autre indemnité ni remboursement de taxe indûment perçue.

Les commissaires ne pourront cependant accorder de dommages-intérêts que lorsque la partie lésée leur aura adressé une plainte motivée dans les douze mois qui suivront la date de la constatation par elle faite du dommage.

Les commissaires pourront s'assurer du montant du dommage soit par un jugement rendu par leur tribunal, soit par une enquête ouverte par un ou plusieurs d'entre eux ou par un agent de leur tribunal.

Refus de dommages-intérêts lorsque les prix de transport sont publiés sous certaines conditions.

13. En cas de plainte relative à une préférence indue, les commissaires n'accorderont pas de dommages-intérêts s'ils constatent que les prix de transport formant l'objet du litige ont été dûment publiés dans les recueils de tarifs que la compagnie est tenue d'avoir en dépôt à chacune de ses stations, conformément à l'article 14 de l'acte de 1873, portant réglementation des chemins de fer amendé par le présent acte [1] ;

(1) Voir plus loin les articles 33 et 34 et la note de la page 682.

à moins et jusqu'à ce que la partie plaignante ait demandé par écrit à la Compagnie de remédier à la plainte et que celle-ci n'ait pas accordé dans un espace de temps raisonnable les compensations que les commissaires jugeront équitables.

Ordres à deux ou plusieurs compagnies.

14. Les commissaires pourront contraindre deux ou plusieurs des compagnies visées par le présent acte à exécuter un de leurs ordres et, à cet effet, à prendre conjointement les mesures nécessaires. Les compagnies devront soumettre à la commission des propositions relatives à l'exécution de l'ordre qu'elles auront reçu. Lorsqu'ils auront définitivement adopté ces projets, les commissaires pourront obliger chacune des compagnies intéressées à assurer l'exécution de la partie qui la concerne ; ils auront la faculté de fixer la part de dépense qui incombe à chacune d'elles et pourront, s'ils le jugent opportun, adresser des ordres distincts à l'une ou à quelques-unes d'entre elles.

Le présent article n'autorise cependant pas les commissaires à imposer à deux compagnies un ordre qu'ils n'auraient pas le droit de donner si ces deux compagnies n'en formaient qu'une.

Amendement de l'article 8 *de l'acte de* 1873 *portant réglementation des chemins de fer, en ce qui concerne les règlements par arbitrage.*

15. Aux fins de l'article 8 de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer [1] et de toute autre prescription relative au renvoi à la commission des chemins de fer des différends élevés entre compagnies, qui, aux termes d'un acte général ou spécial doivent ou peuvent être soumis à un arbitrage, les dispositions contenues dans toute convention confirmée ou autorisée par un acte général ou spécial seront considérées comme faisant partie dudit acte.

(1) Cet article est ainsi conçu :

« Art. 8. — Quand un différend élevé entre des compagnies de chemins de fer, ou entre des compagnies de canal, ou entre une compagnie de chemin de fer et une compagnie de canal devra ou pourra être soumis à un arbitrage, en vertu d'un acte général ou spécial antérieur ou postérieur au présent acte, ce différend, si l'une des compagnies en cause le demande et si les commissaires y consentent, sera déféré à ceux-ci au lieu d'être soumis à un arbitrage. Toutefois la faculté stipulée ici de saisir les commissaires ne s'appliquera pas aux affaires pour lesquelles un arbitre aurait été désigné dans quelque acte général ou spécial, par son nom ou par le titre de ses fonctions, ou pour lesquelles un arbitre permanent ayant été nommé en vertu d'un acte général ou spécial, les commissaires penseraient que le différend peut lui être plus convenablement soumis ».

Pouvoir de répartir les dépenses entre les compagnies de chemins de fer et les personnes qui réclament l'exécution de certains travaux.

16. (1) Lorsque, sur la demande qui lui en aura été faite, le *Board of Trade*, ou les commissaires, usant des pouvoirs qui leur sont conférés par un acte général ou spécial, ordonneront à une des compagnies soumises au présent acte d'établir un pont, un souterrain, un chemin d'accès ou tout autre ouvrage de même nature, ils pourront, avant de formuler l'ordre, exiger que les requérants, ou quelques-uns d'entre eux, ou les personnes qu'ils croiront devoir désigner, s'engagent par contrat à payer la totalité ou une partie des dépenses que ledit ouvrage comportera. Les autorités locales suivantes, savoir : les autorités sanitaires, le conseil des chemins publics, l'inspecteur des chemins publics agissant avec le consentement du conseil de fabrique de sa paroisse et toute autre autorité ayant qualité pour percevoir des taxes, pourront, si elles le jugent convenable, souscrire aux engagements que leur imposeront le *Board of Trade* ou les commissaires au sujet de l'ordre.

(2) Dans ce cas, les questions relatives aux personnes qui doivent supporter les dépenses afférentes à l'ouvrage visé par l'ordre, ainsi que la proportion de ces dépenses qui doit leur incomber seront réglées par les commissaires sur la demande de l'un des requérants ou avec l'assentiment du *Board of Trade*.

(3) Dans le présent article l'expression « *paroisse* » aura le sens qui lui est attribué dans les actes relatifs aux routes et l'expression « *le consentement du conseil de fabrique de sa paroisse* » signifiera, pour les localités dépourvues d'assemblée paroissiale, le consentement d'une assemblée d'habitants contribuant aux taxes de routes, à condition toutefois que les assemblées de ce genre auront été notifiées comme la loi l'exige pour les assemblées paroissiales.

Appels.

Pourvois en appel sur certaines questions, par-devant une cour supérieure d'appel.

17. (1) Il ne pourra être introduit d'appel sur une décision de la commission relative à une question de fait ou à une question concernant le *locus standi* d'un plaignant.

(2) Sauf les exceptions prévues par le présent acte, les appels sur les jugements des commissaires devront être interjetés par devant une cour supérieure d'appel.

(3) Les appels devront être interjetés conformément aux règles de procédure qui seront établies de temps en temps pour les régir par les

autorités ayant qualité pour établir les règles de procédure de la cour supérieure d'appel.

(4) La cour d'appel qui instruira une affaire en appel déduira les conclusions qui résulteront des faits qu'elle aura reconnus et qui seront nécessaires pour vider la question de droit; elle aura à cet effet les mêmes pouvoirs que si l'appel était relatif au jugement d'une cour supérieure et pourra formuler les ordres que les Commissaires ont le pouvoir d'établir ainsi que tous ceux qui lui paraîtront équitables ; elle taxera discrétionnairement les frais principaux et accessoires de l'appel sans que lesdits frais puissent aucunement incomber aux Commissaires.

(5) La décision de la cour supérieure d'appel sera définitive. Toutefois, en cas de différence d'opinion entre deux cours supérieures d'appel, l'une d'elles pourra autoriser un nouvel appel devant la Chambre des Lords et taxer les frais afférents à ce nouvel appel.

(6) Sous réserve des dispositions contenues dans le présent acte, les règlements ou actes des Commissaires ne seront pas susceptibles d'être revisés et ne pourront être amoindris ou annulés par défense, injonction ou autrement sur la demande de la Couronne ou de toute autre manière.

Dispositions supplémentaires.

Pouvoirs généraux et exécution obligatoire des règlements.

18. (1) Aux fins et sous les conditions du présent acte, les Commissaires auront le pouvoir judiciaire d'examiner et de vider toutes questions de droit ou de fait. Ils auront les pouvoirs, droits et privilèges d'une cour supérieure pour tout ce qui concerne la convocation et l'interrogation des témoins, la production et l'inspection des documents, l'exécution obligatoire de leurs règlements, l'occupation et la visite des propriétés et autres formalités que comporte la juridiction qui leur est conférée par le présent acte ou qui sont propres à assurer l'exécution du présent acte.

Les peines encourues pour mépris de la cour ne pourront cependant être infligées qu'avec l'autorisation d'un commissaire d'office.

(2) Les commissaires pourront reviser, rapporter ou modifier un de leurs règlements ; mais, sauf les exceptions prévues par le présent acte, leurs décisions seront définitives.

Dépens.

19. Les frais principaux et accessoires de procédure devant la Commission seront taxés discrétionnairement par les Commissaires ; ils en établiront également la répartition et le mode de taxation.

Pouvoir d'établir les règlements.

20. (1) Les Commissaires pourront de temps en temps, avec l'approbation du Lord Chancelier et du Président du *Board of Trade*, établir, rapporter ou modifier les règlements généraux qui régissent la procédure établie par le présent acte ou, en général, qui ont pour objet l'exécution de la présente partie du présent acte.

(2) Tout règlement établi en exécution du présent article sera soumis au Parlement dans les trois semaines qui suivront sa publication si le Parlement est en session, et, dans le cas contraire, dans les trois semaines qui suivront l'ouverture de la session suivante ; ce règlement sera reconnu en justice et aura son effet comme s'il était compris dans le présent acte.

Nomination d'employés, commis, etc.

21. (1) La Commission des chemins de fer et des canaux aura à sa disposition des employés et des commis dont le nombre sera arrêté de temps en temps par le Lord Chancelier d'accord avec la Trésorerie.

(2) Les appointements de ces employés et commis seront fixés de temps en temps par la Trésorerie.

Traitement, dépenses, etc.

22. Le traitement des Commissaires en titre et des employés et commis attachés à la Commission des chemins de fer et des canaux ainsi que les dépenses de ladite commission et celles qu'entraînera l'exécution du présent acte seront prélevés sur les fonds que votera le Parlement.

Compagnies visées par la présente partie du présent acte.

23. La présente partie du présent acte sera applicable à toute compagnie de chemin de fer, à toute compagnie de canal et à toute compagnie de chemin de fer et de canal.

IIe PARTIE.

TRAFIC.

Revision de la classification du trafic et des tarifs.

24. (1) Nonobstant les dispositions contenues dans un acte général ou spécial quelconque, toute compagnie de chemin de fer sera tenue de soumettre au *Board of Trade* une classification revisée du trafic des marchandises, ainsi qu'un recueil également revisé des taxes et perceptions maxima que la compagnie se propose d'appliquer audit trafic. La classification et le recueil en question feront connaître la nature et

le montant de tous les frais accessoires que la compagnie propose d'être autorisée à percevoir pour chaque classe du trafic, ainsi que les circonstances suivant lesquelles ces frais accessoires devront être perçus. En établissant le montant des frais accessoires, les compagnies de chemins de fer ne tiendront compte que des dépenses raisonnables qu'elles devront supporter pour assurer les services correspondant à ces perceptions, sans avoir égard à la première mise de fonds qu'aura pu occasionner l'établissement desdits services.

(2) La classification et le recueil des taxes seront soumis au *Board of Trade* dans les six mois qui suivront le vote du présent acte ou à toute époque ultérieure que le *Board of Trade* fixera dans certains cas particuliers ; ils devront être publiés dans la forme prescrite par le *Board of Trade*.

(3) Le *Board of Trade* examinera la classification et le recueil et recevra dans la forme et dans les délais prescrits les objections qui pourraient être présentées à leur sujet, puis ouvrira, s'il y a lieu, des négociations entre la compagnie et les réclamants, dans le but de résoudre les difficultés qui auraient pu s'élever.

(4) Si, après avoir reçu au sujet de la classification et du recueil, les réclamations de toutes les parties qu'il jugera dignes d'être entendues, le *Board of Trade* parvient à se mettre d'accord avec la compagnie de chemin de fer, il incorporera la classification et le recueil approuvés dans un ordre provisoire, puis adressera au Parlement un rapport dans lequel il exposera ses observations.

(5) Lorsque la classification et le recueil approuvés auront été incorporés dans un ordre provisoire (lequel sera considéré comme ayant été établi à l'instigation de la compagnie), le *Board of Trade* fera déposer dans le plus bref délai possible, à l'une des deux Chambres, un projet de loi tendant à en ratifier les dispositions ; l'ordre provisoire sera reproduit en entier dans l'annexe au projet de loi.

(6) Lorsqu'une Compagnie de chemin de fer n'aura pas soumis au *Board of Trade* dans les délais ci-dessus stipulés la classification et le recueil de taxes ou lorsqu'elle les lui aura soumis et que le *Board of Trade*, après avoir reçu les déclarations de toutes les parties qu'il jugera dignes d'être entendues, ne parviendra pas à se mettre d'accord avec la compagnie, il établira lui-même la classification de trafic qui, suivant lui, convient d'être adoptée par la compagnie de chemin de fer, ainsi que le recueil des taxes et frais accessoires applicables à cette classification qui lui paraîtra juste et raisonnable. Il adressera ensuite au Parlement un rapport contenant les observations qu'il croira devoir présenter au sujet de la classification et du recueil et faisant connaître les points sur lesquels l'entente n'a pu se produire.

(7) Dès l'ouverture de la session du Parlement qui suivra celle pendant laquelle le rapport aura été présenté, la compagnie pourra demander au *Board of Trade* de soumettre au Parlement la question de la classification et du recueil qu'elle devra adopter. A la suite de cette demande, et de toute façon, le *Board of Trade* pourra incorporer dans un ordre provisoire la classification et le recueil de taxes que, selon lui, la compagnie devra adopter, puis fera déposer à l'une des deux Chambres du Parlement un projet de loi tendant à en ratifier les dispositions ; l'ordre provisoire sera reproduit en entier dans l'annexe au projet de loi.

(8) Si pendant le dépôt à l'une des deux Chambres du Parlement d'un projet de loi tendant à confirmer un ordre provisoire publié par le *Board of Trade*, conformément au présent article, il survient une pétition protestant contre le projet de loi ou contre la classification et le recueil de taxes qui en font l'objet, les parties du projet de loi que vise la pétition seront soumises à une commission ou, si les deux Chambres du Parlement le jugent opportun, à une commission mixte prise dans les deux Chambres, et le pétitionnaire aura le droit de comparaître et de faire valoir ses objections comme s'il s'agissait d'un projet de loi privé.

(9) Le *Board of Trade* pourra employer ou consulter pour la préparation, la revision et l'établissement des classifications et recueils de taxes, toutes personnes habiles dont les services lui paraîtront nécessaires et utiles ; ces personnes recevront la rémunération que le *Board of Trade* jugera équitable et que la Trésorerie approuvera.

(10) L'acte du Parlement qui ratifie un ordre provisoire établi conformément au présent article sera un acte général public et les taxes spécifiées dans un ordre provisoire confirmé par un acte seront, à dater de la mise en vigueur dudit acte, celles que la compagnie aura le droit d'appliquer et de percevoir.

(11) A toute époque après la ratification d'un des ordres provisoires visés par le présent article, il sera possible à une compagnie de chemin de fer, et à toute personne qui aura prévenu vingt et un jours au moins d'avance une compagnie de chemin de fer, de demander au *Board of Trade*, suivant les formes prescrites, de modifier la classification et le recueil de taxes d'une compagnie de façon à y comprendre de nouveaux articles, substances ou objets. Le *Board of Trade* statuera sur ces demandes et prendra au sujet desdits articles, substances ou objets et de leur classification les décisions qui lui paraîtront convenables. Ces décisions seront à l'avenir publiées dans la *Gazette de Londres* et seront exécutoires à partir du jour de leur publication.

(12) Aucune disposition du présent acte ne s'applique à la rémunération qui est due aux compagnies de chemins de fer par l'administration des postes pour le transport des malles-poste, sacs de lettres et colis,

conformément à un acte général ou spécial quelconque relatif au transport des dépêches ou à l'acte de 1882 sur le service des Postes (colis postaux).

(13) Aucune disposition du présent acte ne s'applique à la rémunération payable aux compagnies de chemins de fer par le secrétaire d'Etat au département de la guerre pour le transport des approvisionnements du ministère de la guerre conformément aux pouvoirs conférés par l'acte de 1883 sur les trains à bon marché.

Dispositions relatives au trafic en transit.

25. Attendu que l'article 2 de l'acte de 1854 sur les transports par chemins de fer et canaux contient les dispositions suivantes : Toute compagnie de chemin de fer, de canal ou de chemin de fer et canal devra, suivant ses pouvoirs respectifs, accorder toutes les facilités raisonnables pour la réception, l'expédition et la livraison des marchandises sur les diverses voies ferrées et les divers canaux qui lui appartiennent ou qu'elle exploite, et pour le retour des voitures, wagons et autres véhicules. Aucune des compagnies susvisées ne pourra faire ou accorder des préférences ou avantages indus ou déraisonnables à un particulier ou à une compagnie pour une espèce particulière de marchandises, sous quelque rapport que ce soit. Aucune des compagnies susvisées ne pourra soumettre un particulier ou une compagnie quelconque ou une espèce particulière de marchandises à un préjudice ou désavantage indû ou déraisonnable, sous quelque rapport que ce soit. Toute compagnie de chemin de fer, de canal ou de chemin de fer et canal qui possède ou exploite des chemins de fer ou des canaux formant une voie de communication continue ou qui possède des gares terminales ou intermédiaires ou des quais contigus à ceux d'une autre compagnie, devra accorder toutes les facilités dues et raisonnables pour la réception et l'expédition de tout le trafic allant de l'un de ces chemins de fer ou canaux sur l'autre, sans retard déraisonnable et sans préférence, avantage, préjudice ou désavantage, de manière à n'entraver d'aucune façon le public qui désire faire usage de ces lignes comme d'une voie de communication continue, et de sorte que toute facilité raisonnable puisse, au moyen des canaux et voies ferrées des diverses compagnies, être, à toute époque, assurée au public.

Et attendu qu'il convient d'interpréter et d'amender lesdites dispositions.

Qu'il soit en conséquence ordonné que :

Sous les conditions exprimées ci-après, les facilités à accorder comprendront : 1° la réception, l'expédition et la livraison du trafic en transit par toute compagnie de chemin de fer, de canal et de chemin de fer

et canal, à la requête de toute autre compagnie, moyennant des prix de transit, droits de péage et prix de transport (mentionnés dans le présent acte comme prix de transit) ; 2° la réception, l'expédition et la livraison du trafic en transit par toute compagnie de chemin de fer, de canal et de chemin de fer et canal, quand elle en sera requise par une personne que le trafic en transit intéresse, moyennant des prix de transit : à condition que ladite personne ne présentera sa requête aux Commissaires qu'après qu'elle aura formulé une plainte au *Board of Trade* conformément aux dispositions du présent acte concernant les plaintes adressées au *Board of Trade* au sujet de prix déraisonnables et que le *Board of Trade* aura instruit la plainte suivant les formes prévues.

Toutefois :

(1) La compagnie ou la personne qui requiert l'expédition du trafic notifiera par écrit à chacune des compagnies expéditrices le prix de transit qu'elle propose, en spécifiant à la fois le montant de ce prix, sa répartition entre les compagnies et l'itinéraire qu'elle propose de faire suivre au trafic. Le prix de transit proposé pourra être établi par wagon complet ou par tonne ;

(2) Dans les dix jours qui suivront la réception de cet avis ou à l'expiration du délai que les Commissaires pourront fixer de temps en temps dans un règlement général, chacune des compagnies qui doivent participer au transport fera connaître par écrit à la compagnie ou aux personnes qui ont requis l'expédition du trafic si elle accepte le prix et l'itinéraire et, en cas de refus de l'un ou de l'autre, les objections sur lesquelles ce refus est fondé ;

(3) Si, à l'expiration du délai prescrit, les compagnies expéditrices n'ont formulé aucune objection, le prix deviendra exécutoire ;

(4) Si, avant l'expiration du délai prescrit, quelque objection a été présentée contre le prix ou l'itinéraire, la question sera soumise à la décision des Commissaires ;

(5) Si les objections portent sur le prix ou la route à suivre, les commissaires examineront si le prix proposé constitue une juste et raisonnable facilité au point de vue de l'intérêt public et si, eu égard aux circonstances, la route proposée est une route raisonnable ; ils approuveront ou rejetteront le prix en conséquence ou fixeront tout autre prix qui leur paraîtra juste et raisonnable ;

(6) Lorsque, à la suite d'une demande d'expédition de trafic, le prix de transit aura été adopté par les compagnies expéditrices ou aura été établi par ordre des commissaires, la répartition de ce prix entre lesdites compagnies sera, en cas de désaccord, arrêtée par les commissaires ;

(7) Si l'objection ne porte que sur la répartition du prix, ce prix deviendra exécutoire à l'expiration du délai prescrit ; mais la décision des commissaires, quant à la répartition, aura un effet rétroactif. Dans tout autre cas l'application du prix demeurera en suspens jusqu'à ce que les commissaires aient fait connaître leur décision ;

(8) Dans la répartition du prix de transit, les commissaires prendront en considération toutes les circonstances de l'affaire, y compris les dépenses afférentes à la construction, à l'entretien ou à l'exploitation de tout ou partie des lignes comprises dans l'itinéraire, aussi bien que les prix spéciaux qu'une compagnie peut avoir été autorisée à établir en conséquence ;

(9) En aucun cas les commissaires ne pourront obliger une compagnie à accepter des prix milliaires[1] inférieurs à ceux qu'elle peut alors légalement percevoir pour des transports semblables effectués suivant le même mode de transit, sur toute autre ligne allant du même point de départ au même point d'arrivée.

Lorsqu'une compagnie de chemin de fer ou de canal emploiera, entretiendra ou exploitera seule ou en participation un service de bateaux à vapeur dans le but d'établir une communication entre des villes ou des ports, les dispositions du présent article s'étendront à ces bateaux à vapeur et au trafic qu'ils desservent.

Toute compagnie qui, ayant reçu une notification écrite ainsi qu'il vient d'être dit, refusera ou négligera sans raison d'accepter les prix de transit, l'itinéraire ou la répartition proposée, pourra être condamnée par les commissaires à verser aux réclamants l'indemnité qu'ils jugeront équitable, si les commissaires ont formulé un ordre à la suite d'une demande de prix de transit.

Pouvoirs des commissaires quant au prix de transit.

26. Sous les conditions stipulées dans le précédent article, les commissaires auront pleins pouvoirs pour décider qu'un prix de transit est juste et raisonnable, quand bien même la portion de ce prix attribuée à l'une des compagnies qui participent au transport serait inférieure au prix maximum que cette compagnie est autorisée à percevoir, et pour répartir en conséquence le prix du transport en transit.

Préférence indue en cas de perceptions et de services inégaux.

27. (1) Lorsqu'il sera établi : qu'une compagnie de chemin de fer applique à un commerçant, à une classe de commerçants ou aux commerçants d'un district des tarifs inférieurs à ceux qu'elle applique

1. « *Mileage rates* » littéralement : prix par mille.

à d'autres commerçants, à d'autres classes de commerçants ou aux commerçants d'un autre district, pour des marchandises ou des services identiques ou similaires ; ou qu'elle fait subir à un ou plusieurs commerçants des inégalités de traitement, ladite compagnie sera tenue de prouver que ces inégalités ne constituent pas des cas de préférence indue.

(2) Lorsqu'elle aura à décider si une différence de taxation ou de service constitue ou non un cas de préférence indue, la cour compétente en la matière ou, suivant le cas, la commission pourra, autant qu'elle le jugera raisonnable, tenir compte entre autres considérations de la nécessité qu'il a pu y avoir d'agir ainsi dans le but d'attirer, dans l'intérêt du public, le trafic que concerne ladite différence, et examinera la possibilité de détruire l'inégalité sans réduire les prix appliqués au plaignant :

A condition qu'aucune compagnie de chemin de fer n'établira de différence de péages, de prix et conditions de transport et de frais accessoires entre les marchandises nationales et les marchandises étrangères transportées dans les mêmes conditions et que la cour compétente ou la commission ne sanctionnera aucune différence de cette nature.

(3) La cour ou les commissaires pourront défendre d'appliquer à un expéditeur des prix plus élevés que ceux qui sont perçus d'un autre expéditeur pour des services analogues rendus à une même espèce et une même quantité de marchandises transportées à une plus grande distance sur une même ligne.

Application des dispositions concernant les préférences indues aux marchandises transportées par mer.

28. Les dispositions contenues dans l'article 2 de l'acte de 1854 sur les transports par chemins de fer et canaux[1], dans l'article 14 de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer[2] et dans les stipulations légales qui amendent ou développent lesdites dispositions seront applicables aux transports effectués par mer dans des navires appartenant à, ou affrétés ou exploités par une compagnie de chemin de fer ou dans les navires dont une compagnie de chemin de fer se sert pour transporter ses marchandises, tout comme si ces transports faisaient partie du trafic de terre de ladite compagnie de chemin de fer.

Prix de groupes que les compagnies de chemins de fer peuvent percevoir.

29. (1) Nonobstant les dispositions contenues dans un acte général

1. Cet article se trouve reproduit en entier à l'article 25, page 674.
2. Voir page 682.

ou spécial, une compagnie de chemin de fer pourra, lorsqu'il s'agira d'établir les prix à percevoir pour le transport de marchandises en provenance ou à destination d'un point de son réseau, grouper un certain nombre de localités d'un même district situées à diverses distances d'un lieu de destination ou d'expédition et percevoir un prix uniforme ou des prix uniformes pour le transport des marchandises à destination ou en provenance de l'une des localités faisant partie du groupe et en provenance ou à destination d'un point quelconque :

(2) A condition que les distances soient raisonnables et que les prix appliqués au groupe et le groupement des localités ne soient pas de nature à créer des préférences indues.

(3) Lorsqu'un prix de groupe est établi ou proposé et, dans tous les cas, lorsqu'il y a doute sur la question de savoir si les prix qu'une compagnie de chemin de fer perçoit ou propose de percevoir ne sont pas établis contrairement aux dispositions de l'article 2 de l'acte de 1854 sur les transports par chemins de fer et canaux (1) et des actes qui l'amendent, la compagnie pourra en référer aux commissaires après avoir donné avis suivant les formes prescrites ; les commissaires pourront, après avoir entendu les parties intéressées et les autorités visées à l'article 1er du présent acte, décider si le prix perçu ou dont la perception est proposée ainsi qu'il vient d'être dit comporte ou ne comporte pas de préférence indue. Toute personne lésée ou l'une quelconque des autorités visées à l'article 7 du présent acte pourra demander aux commissaires de modifier ou de rapporter leur ordre, et ceux-ci, après avoir entendu toutes les parties intéressées, pourront publier un ordre satisfaisant à cette demande.

Pouvoir aux compagnies de docks et aux conseils de ports de se plaindre de préférences indues.

30. Toute autorité de port ou compagnie de dock pourra adresser une plainte aux Commissaires lorsqu'elle aura quelque motif de croire qu'une compagnie de chemins de fer, par ses prix de transport ou autrement, place indûment son port ou son dock dans une situation défavorable par rapport à tout autre port ou dock en provenance ou à destination duquel ladite compagnie de chemins de fer effectue des transports soit seule, soit conjointement avec d'autres compagnies. Les Commissaires exerceront en matière de ces plaintes la juridiction qui leur est conférée pour statuer sur les plaintes formulées au sujet d'une contravention à l'article 2 de l'acte de 1854 sur les transports par chemins de fer et canaux amendé par les actes subséquents [1].

1. Cet article se trouve reproduit en entier à l'article 25, page 674.

Plaintes adressées au Board of Trade *au sujet de prix exagérés perçus par des compagnies de chemins de fer.*

31. (1) Toute personne qui recevant, expédiant ou désirant expédier des marchandises par voie ferrée, trouvera que les prix que la compagnie de chemin de fer perçoit sont injustes ou déraisonnables ou que sa manière de procéder envers elle est vexatoire ou déraisonnable, pourra adresser une plainte au *Board of Trade.*

(2) Lorsque le *Board of Trade* estimera que la plainte est fondée, il invitera la compagnie à lui fournir des explications et s'efforcera de régler à l'amiable le différend survenu entre l'expéditeur et elle.

(3) Le *Board of Trade* pourra désigner dans ce but un fonctionnaire appartenant à son administration ou toute autre personne capable de communiquer avec les parties et de recevoir et apprécier les explications et observations qui pourront être formulées au sujet de la plainte ; si cet arbitre est étranger à l'administration, il recevra une rétribution qui sera fixée par le *Board of Trade* de concert avec la Trésorerie.

(4) Le *Board of Trade* adressera de temps en temps au Parlement des rapports dans lesquels il exposera les plaintes qui lui auront été adressées conformément au présent article, le résultat des négociations ouvertes et les observations qu'il jugera intéressantes.

(5) Les plaintes prévues par le présent article peuvent être adressées au *Board of Trade* par l'une quelconque des autorités citées à l'article 7 du présent acte toutes les fois qu'elle estimera qu'une compagnie de chemin de fer lui applique des prix exagérés ou déraisonnables, à elle, à des négociants ou à des personnes de son district ; toutes les dispositions du présent article seront applicables auxdites plaintes comme si elles émanaient de l'une des personnes autorisées à en formuler.

Comptes rendus annuels dressés par les compagnies de chemins de fer et devant contenir tous les renseignements statistiques dont le Board of Trade *a besoin.*

32. (1) Les comptes rendus statistiques que les compagnies de chemins de fer sont tenues de fournir conformément à l'article 9 de l'acte de 1871 portant réglementation des chemins de fer [1] comprendront tous

1. Cet article est ainsi conçu :

« Art. 9. — Toute compagnie préparera chaque année des états faisant connaître son capital, son trafic et ses dépenses d'exploitation pendant son dernier exercice financier, conformément à la formule de l'annexe nº 1 au présent acte. Un exemplaire de chaque état signé par le président ou le vice-président du conseil d'administration de la compagnie et par l'agent responsable de tout ou partie de chaque état, sera adressé par la compagnie au *Board of Trade* aux époques ci-après :

« Si la compagnie est incorporée dans les quatorze jours qui suivront la première

les états dont le *Board of Trade* prescrira de temps en temps l'établissement et les formules visées à l'article précité pourront être modifiées de temps en temps par le *Board of Trade* de façon à mieux remplir l'objet du présent article. L'article 9 de l'acte de 1871 portant réglementation des chemins de fer continuera d'ailleurs à être applicable.

Le *Board of Trade* pourra changer de temps en temps les dates fixées par l'acte de 1871 précité ou par l'acte de 1873 portant règlementation des chemins de fer (situation des signaux, système d'exploitation, etc.) pour l'envoi des comptes rendus exigés par ledit acte ou par le présent acte.

Obligation de communiquer au public les tableaux de la classification et d'en vendre des copies.

33. (1) Les registres, tableaux ou autres documents contenant le relevé de la classification générale adoptée pour les marchandises transportées sur le réseau d'une compagnie devront, pendant toutes les heures raisonnables, être gratuitement communiqués au public dans toutes les gares ouvertes au service des marchandises ou dans toutes celles qui seront le plus rapprochées de points autres qu'une gare ouverts au service des marchandises. Lesdits registres, tableaux ou autres documents devront être mis en vente au bureau central de la compagnie à un prix n'excédant pas un schelling (1 fr. 25).

(2) Des copies imprimées de la classification du service des marchandises et du recueil des péages, prix de transport et perceptions appliqués par toute compagnie de chemin de fer seront par elles mis en vente aux lieux et prix raisonnables que le *Board of Trade* prescrira par un ordre général ou spécial.

(3) Toute compagnie de chemin de fer dont le secrétaire aura reçu une demande formulée par écrit par une personne quelconque intéressée au transport d'une marchandise qui a été ou qui doit être transportée sur son réseau, devra, dans les huit jours qui suivront la réception de ladite demande, faire connaitre à cette personne la répartition du

assemblée ordinaire semestrielle de chaque année ;

« Si la compagnie n'est pas incorporée ou ne tient pas d'assemblée semestrielle, le 31 mars de chaque année au plus tard.

« Toute compagnie qui n'aura pas adressé ses états conformément aux prescriptions du présent article sera passible d'une amende n'excédant pas cinq livres sterling (125 francs) pour chaque jour pendant lequel se continuera cette contravention.

« Le *Board of Trade* pourra, avec le consentement d'une compagnie, modifier les formes de ces états pour les mieux adapter à la situation particulière de cette compagnie ou pour mieux remplir l'objet du présent article ».

prix qu'elle a perçu ou qu'elle se propose de percevoir pour le transport de cette marchandise, en distinguant le prix de transport proprement dit des frais accessoires ou des frais de docks, s'il y en a, et dans ce dernier cas, la nature et le détail desdits frais accessoires ou frais de docks.

(4) Toute compagnie de chemins de fer sera tenue de publier dans toutes les gares ouvertes au service des marchandises ou dans toutes celles qui sont le plus rapprochées de points autres qu'une gare ouverte au service des marchandises, un avis établi suivant la forme prescrite de temps en temps par le *Board of Trade* et faisant connaître que, conformément au présent article et à l'article 14 de l'acte de 1873 portant règlementation des chemins de fer [2], elle tient à la disposition du public les registres, tableaux et documents relatifs à la classification des marchandises et aux prix de transport et que l'on peut obtenir tout renseignement sur un prix quelconque en s'adressant au secrétaire ou à tout autre agent de la compagnie dont l'adresse sera donnée dans ledit avis.

(5) Lorsqu'une compagnie de chemin de fer transporte des marchandises par terre et par mer, tous les registres, tableaux et documents relatifs aux prix de transport qu'elle applique, déposés dans les ports du Royaume-Uni qu'empruntent les navires qui assurent les transports maritimes de la compagnie contiendront, indépendamment des prix perçus pour les transports sur mer, la proportion des prix de transit qui s'applique à la partie maritime desdits transports et celle qui concerne les transports effectués par terre de part et d'autre de la mer.

(6) Lorsqu'une compagnie aura l'intention d'augmenter l'un quelconque des péages, prix de transport ou autres publiés dans les registres qu'elle est tenue de mettre à la disposition du public conformément à l'article 14 de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer et au présent acte, elle devra, quatorze jours au moins à l'avance, publier un avis de cette augmentation suivant les formes prescrites par le *Board of Trade* et faire connaître dans ledit avis à partir de quelle date le prix modifié devra être applicable ; les péages, prix de transport ou autres ainsi augmentés ne pourront être applicables que lorsque la compagnie aura satisfait aux conditions qui précèdent.

(7) Toute compagnie qui ne se conformera pas aux prescriptions du présent article sera, sur procédure sommaire, passible, pour chaque contravention et pour chaque jour pendant lequel se continuera cette contravention, d'une amende qui n'excédera pas cinq livres sterling (125 francs).

Lieux de publication des prix se rapportant au trafic des points autres que les stations.

34. Lorsqu'un point, situé sur le réseau d'une compagnie et autre que l'une des stations visées à l'article 14 de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer [1], sera ouvert au service de la réception et de la livraison des marchandises, la compagnie tiendra à la station la plus rapprochée de ce point un ou plusieurs registres indiquant tous les prix qu'elle perçoit actuellement pour les transports autres que ceux des voyageurs et de leurs bagages, depuis ce point jusqu'à tout endroit pour lequel la compagnie enregistre, y compris les prix qui peuvent être perçus en vertu de conventions spéciales et avec l'indication de la distance entre ledit point et les stations, quais, voies de garage et autres endroits auxquels le prix est applicable.

Ces registres seront mis gratuitement, à toute heure raisonnable, à la disposition du public.

Pouvoir d'établir des règlements en exécution de la 2e partie de l'acte.

35. (1) Le *Board of Trade* pourra de temps en temps établir, rapporter ou modifier les règlements se rapportant aux matières suivantes :

a) Formes suivant lesquelles les classifications et recueils de prix visés à la présente partie du présent acte devront être préparés et soumis au *Board of Trade* et au Parlement ; publication, notification et

1. Cet article est ainsi conçu :

« Art. 14. — Toute compagnie de chemin de fer ou de canal tiendra à chacune de ses stations et sur chacun de ses quais un ou plusieurs registres indiquant les prix qu'elle perçoit actuellement pour les transports autres que ceux des voyageurs et de leurs bagages depuis cette station ou ce quai jusqu'à tout endroit pour lequel la compagnie enregistre, y compris les prix qui peuvent être perçus en vertu de conventions spéciales et avec l'indication de la distance entre la station ou le quai de départ et les stations, quais, voies de garages et autres endroits auxquels le prix est applicable.

« Ces registres seront mis gratuitement, à toute heure raisonnable, à la disposition du public.

« Les Commissaires pourront de temps en temps, sur la demande de toute personne intéressée, faire des ordres de service relatifs à une espèce particulière de transports, requérant une compagnie de chemin de fer ou de canal de distinguer dans le registre indicateur des prix quelles portions de chacun de ces prix s'applique : au transport du trafic sur le chemin de fer ou le canal, y compris les droits de péage ; à l'usage des wagons ou des bateaux ; à la traction par locomotive ; et à d'autres dépenses dont la nature devra être spécifiée.

« Toute compagnie qui ne se conformera pas aux prescriptions du présent article sera passible, pour chaque contravention et pour chaque jour pendant lequel se continuera cette contravention, d'une amende qui n'excédera pas cinq livres sterling (125 francs) et qui sera recouvrée suivant les formes prévues par l'acte de réunion des clauses de chemins de fer de 1845 et l'acte de réunion des clauses de chemins de fer de 1845 spécial à l'Écosse, suivant les circonstances. »

établissement (par le *Board of Trade*) de ces classifications et recueils et des ordres provisoires ;

b) Formalités à remplir auprès du *Board of Trade* conformément à la présente partie du présent acte.

c) Frais à payer à l'occasion desdites formalités ;

d) Toutes les matières que, suivant le présent acte, le *Board of Trade* est autorisé à prescrire.

(2) Les règlements que le *Board of Trade* aura établis conformément au présent article seront soumis au Parlement dans les trois semaines qui suivront leur publication, si le Parlement siège, et s'il ne siège pas, dans les trois semaines qui suivront l'ouverture de la session suivante ; ils seront reconnus en justice et auront leur effet, comme s'ils étaient compris dans le présent acte.

IIIe PARTIE.

CANAUX.

La troisième partie est exclusivement applicable aux canaux ; nous ne la reproduisons pas.

IVe PARTIE.

DISPOSITIONS DIVERSES.

Maintien de l'acte de 1873 *portant réglementation des chemins de fer.*

47. Les dispositions de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer qui limitent la durée pendant laquelle ledit acte sera en vigueur sont abrogées, sauf en ce qui concerne la nomination de la Commission. A l'exception de ces dispositions, ledit acte sera perpétuel.

Témoignages en matière d'appel sur des questions de prix de transport.

48. Si, dans le cours d'un appel sur une question de prix de transport, il importe à une compagnie de chemin de fer, de canal ou de chemin de fer et canal de faire connaître au tribunal le montant de ses recettes ou de son produit net, il lui sera légalement possible de le faire au moyen d'états vérifiés, visés et accompagnés de l'affidavit ou d'une déclaration légale émanant du directeur de la compagnie ou de tout autre agent responsable. Ces états constitueront des témoignages *primâ facie* pour les faits produits au sujet desdites recettes ou desdits produits nets :

A condition que la personne qui aura délivré l'affidavit ou la déclaration légale se présente pour être interrogée contradictoirement lorsqu'elle en sera requise.

Recouvrement et application des amendes.

49. Les amendes infligées aux termes du présent acte sur procédure sommaire seront perçues conformément aux prescriptions contenues dans les actes relatifs à la juridiction sommaire par les soins d'une Cour de juridiction sommaire.

Faculté accordée aux parties de comparaître en personne ou de se faire représenter.

50. Dans toutes les affaires visées par le présent acte, les parties pourront comparaître en personne devant les Commissaires ou se faire représenter par un conseil ou avoué.

Agents parlementaires ayant qualité pour pratiquer devant les Commissaires.

51. Toute personne qui pourra établir par un certificat délivré par le Président des comités de la Chambre des Lords ou par le Président de la Chambre des Communes que, pendant les deux ans qui auront précédé le vote du présent acte, elle a pratiqué, à l'occasion de propositions ou de rejets de projets de loi soumis au Parlement, sera autorisée à pratiquer devant les Commissaires comme avocat ou agent pour toutes les affaires visées par le présent acte :

A condition que ces personnes, pour tout ce qui concerne les affaires qu'elles plaideront, seront soumises à la juridiction et aux ordres des Commissaires et qu'elles ne pourront pratiquer ainsi qu'il a été dit que lorsque leur nom aura figuré sur un rôle que les Commissaires sont autorisés par les présentes à tenir à cet effet.

Maintien des pouvoirs conférés aux Commissaires et au Board of Trade.

52. Les pouvoirs et la juridiction conférés par le présent acte aux Commissaires ou au *Board of Trade* compléteront et ne remplaceront pas ceux dont ils sont investis en vertu d'une disposition légale quelconque.

Action du Board of Trade.

53. (1) Les documents tels que règlements, ordres ou certificats établis ou délivrés, par le *Board of Trade* et revêtus du sceau du *Board* ou de la signature du secrétaire, du secrétaire-adjoint du *Board* ou de toute personne autorisée à cet effet par le Président du *Board*, seront

considérés comme authentiques sans autres preuves, à moins que le contraire puisse être démontré.

(2) Tout certificat signé par le Président du *Board of Trade* et attestant qu'un ordre, certificat ou acte est l'ordre, le certificat ou l'acte du *Board of Trade* constituera un témoignage concluant en faveur du fait ainsi certifié.

Dépenses des autorités locales.

54. (1) Lorsque, en vertu du présent acte, une autorité locale aura le pouvoir d'adresser une plainte aux Commissaires ou de faire opposition à une plainte que ceux-ci auront reçue, ou de passer des traités par lesquels elle s'engagera à payer tout ou partie des dépenses nécessitées par l'exécution d'un ordre des Commissaires ou du *Board of Trade* ou de demander l'abandon ou l'acquisition d'un canal conformément au présent acte, les dépenses qu'elle aura à supporter du fait de cette plainte, de cette opposition, de ces traités ou de ces demandes pourront être prélevées sur les fonds mis à sa disposition pour les besoins ordinaires de son service. Lorsque ladite autorité sera une autorité sanitaire rurale d'Angleterre, les dépenses en question seront considérées comme dépenses générales, à moins que le conseil local du gouvernement ordonne de les classer parmi les dépenses spéciales.

(2) Une autorité locale pourra s'engager par contrat, elle et ses successeurs, à payer les dépenses autorisées par le présent article.

(3) Lorsqu'une autorité locale n'aura pas le pouvoir d'effectuer un emprunt pour payer les dépenses autorisées par le présent article, elle pourra, à l'exception de l'inspecteur des chemins publics, emprunter suivant les formes prescrites par l'acte de 1875 sur les emprunts locaux, après avoir obtenu le consentement du *Board of Trade* s'il s'agit d'un conseil de port, ou d'une autorité de conservation et du Conseil Local du Gouvernement s'il s'agit de toute autre autorité ; les fonds sur lesquels seront prélevées les dépenses autorisées serviront à garantir les sommes empruntées et la durée de l'emprunt sera arrêtée par le *Board*.

(4) Sur la requête des conseils qui ont qualité pour autoriser de tels emprunts, le *Board of Trade* ou la Commission certifiera auxdits conseils les renseignements qu'ils auront demandés au sujet du montant des dépenses en question et de l'opportunité qu'il peut y avoir de les supporter et d'emprunter pour les payer.

(5) En Irlande, toute autorité empruntant en exécution du présent article pourra emprunter suivant les formes prescrites par l'acte de 1878 sur la santé publique de l'Irlande de la même manière que si les dispositions de cet acte relatives aux emprunts se trouvaient reproduites

dans le présent article et étaient conçues en termes qui lui fussent applicables.

Définitions.

55. Dans le présent acte, à moins que le contexte n'exige une interprétation contraire, les expressions définies dans l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer auront la signification qui leur est attribuée ci-après :

L'expression « *autorité de conservation* » comprend les agents qui sont, autrement que dans un intérêt privé, chargés du devoir ou investis du pouvoir de conserver, d'entretenir ou d'améliorer la navigation des voies d'eau maritimes ou intérieures.

L'expression « *conseil de port* » comprend les personnes qui sont, autrement que dans un intérêt privé, chargées du devoir ou investis du pouvoir de construire, améliorer, administrer, réglementer et entretenir un port naturel ou artificiel ou un dock ;

L'expression « *Lord Chancelier* » s'applique au Lord Grand Chancelier de la Grande-Bretagne ;

L'expression « *préférence indue* » comprend une préférence indue accordée ou un préjudice ou un désavantage indu ou déraisonnable causé d'une façon quelconque à l'avantage ou au détriment d'une personne, d'une classe particulière de personnes ou d'une espèce particulière de trafic ;

L'expression « *frais accessoires* » comprend les taxes perçues pour usage de gares, voies de garages, quais, dépôts, halles, grues et pour autres services de même nature ;

L'expression « *marchandises* » comprend les marchandises, le bétail et les animaux de toute espèce ;

L'expression « *négociant* » comprend toute personne qui expédie, reçoit ou désire expédier des marchandises par chemin de fer ou canal ;

La qualification « *nationales* » appliquée aux marchandises signifie les marchandises du Royaume-Uni, des îles de la Manche et de l'île de Man ;

L'expression « *appel sur une question de prix de transport* » signifie un appel au sujet d'un tarif d'évaluation, des droits perçus pour les pauvres et de toute autre taxe locale ;

L'expression « *actes de juridiction sommaire* » comprend, pour l'Écosse, l'acte de procédure sommaire de 1864, l'acte de juridiction sommaire de 1881 (procès) et l'acte ou les actes qui les amendent ; pour l'Irlande, dans le district de police de la métropole de Dublin, les actes réglementant les pouvoirs et attributions des juges de paix et de police ; dans les autres districts irlandais, l'acte de 1851 sur les sessions inférieures d'Irlande et tout acte qui l'amende ;

L'expression « *Cour supérieure* » signifie, en ce qui concerne l'Angleterre, la Haute Cour de justice, en ce qui concerne l'Écosse, la Cour de session, et en ce qui concerne l'Irlande, la Haute Cour de justice ;

L'expression « *Cour supérieure d'appel* » signifie, en ce qui concerne l'Angleterre, la Cour d'appel de Sa Majesté ; en ce qui concerne l'Écosse, l'une et l'autre divisions de la Chambre centrale de la Cour de session, et en ce qui concerne l'Irlande, la Cour d'appel de Sa Majesté.

L'expression « *règlement du tribunal* » s'applique, en ce qui concerne l'Écosse, aux actes de « sederunt ».

En ce qui concerne l'Irlande, l'expression « *Conseil municipal de Bourg* » comprend les commissaires de ville ou commissaires municipaux, et celle de « *juges siégeant en assemblées trimestrielles* » s'applique à un grand jury ; par « *Conseil Local du Gouvernement* » et « *autorités sanitaires, urbaines ou rurales* » on entendra le Conseil Local du Gouvernement pour l'Irlande et les autorités sanitaires urbaines ou rurales de l'Irlande.

Mise en vigueur de l'acte.

56. Le présent acte entrera en vigueur le premier jour de janvier mil huit cent quatre-vingt-neuf ; cette date est désignée au cours du présent acte par l'expression : la mise en vigueur du présent acte.

Affaires en instance.

57. Conformément aux règlements généraux à intervenir aux termes du présent acte, toute affaire qui, lors de la mise en vigueur du présent acte, sera en instance devant les Commissaires de chemins de fer en exécution de l'acte de 1873 portant réglementation des chemins de fer ou de tout autre acte, sera transférée à la nouvelle Commission des chemins de fer et des canaux instituée par le présent acte, qui en poursuivra l'instruction comme si elle avait été en principe déposée devant elle.

Transfert des affaires en instance devant les cours supérieures.

58. Toute action ou affaire qui aurait dû être soumise aux Commissaires de chemins de fer, si le présent acte avait été en vigueur lorsque l'action ou l'affaire a été intentée, et qui sera en instance devant une Cour supérieure lors de la mise en vigueur du présent acte, pourra, sur la demande de l'une des parties, être transférée par un juge de ladite Cour supérieure à la Commission des chemins de fer et des canaux instituée par le présent acte, qui en poursuivra l'instruction comme si elle avait été en principe déposée devant elle :

A condition que lesdits transferts et les dispositions du présent article ne pourront modifier ou affecter les droits et obligations des parties en cause.

Dispositions abrogées ou maintenues.

59. (1) Les dispositions qui figurent dans l'annexe au présent acte sont abrogées suivant les limites qui y sont établies.

(2) L'abrogation prévue par le présent acte ne pourra affecter :

a) Une mesure prise avant la mise en vigueur du présent acte en exécution d'une disposition légale abrogée par le présent acte ; ou l'expiration de la durée d'une charge qui aurait atteint sa limite en vertu d'une disposition légale abrogée par le présent acte ;

b) Un droit ou un privilège acquis, une servitude, une obligation ou une incapacité imposée conformément à une des dispositions abrogées ;

c) Une amende, confiscation ou autre punition infligée ou devant être infligée à raison d'une infraction commise ou devant être commise au mépris d'une des dispositions abrogées ;

d) Le dépôt ou l'instruction d'une action intentée conformément à une des dispositions abrogées ou autrement et relative à l'une des obligations ou incapacités sus-visées ou au recouvrement des amendes, confiscations ou peines dont il vient d'être fait mention.

X. — Interstate commerce law (Etats-Unis).

Art. 1er. — Les dispositions contenues dans le présent Acte seront applicables à toutes les entreprises de transports de voyageurs ou de marchandises, par voie ferrée, ou par voie ferrée et par eau, si l'une et l'autre voies appartiennent à une même administration, d'un État ou territoire des États-Unis ou du district de Colombie, à un point quelconque d'un autre État ou territoire des États-Unis, ou du district de Colombie, ou d'un point quelconque des États-Unis à un pays étranger limitrophe ; ou d'un point à un autre des États-Unis en passant par un pays étranger. Elles s'appliqueront également au transport des marchandises embarquées à un point quelconque des États-Unis, à destination d'un pays étranger, après avoir suivi une voie ferrée, ou embarquées à l'étranger à destination d'un point des États-Unis et transportées, par voie ferrée, du port d'entrée au lieu de destination.

A condition toutefois,

Que les dispositions du présent Acte ne s'appliqueront ni aux voyageurs, ni aux marchandises, ni à la réception, livraison, au magasinage ou à la manutention des marchandises lorsque le transport se sera effectué dans les limites d'un seul État et non d'un pays étranger, à un État ou territoire quelconque ou vice versà, comme il a été dit plus haut.

L'expression « chemin de fer » employée dans le cours du présent Acte comprendra tous les ponts et bacs qui correspondent avec une voie ferrée ainsi que toutes les voies employées par une société concessionnaire ou fermière de chemins de fer ; le terme « transport » comprendra toutes les opérations relatives aux transports par terre ou par eau.

Les sommes perçues pour services rendus ou à rendre, relativement au transport des voyageurs ou au transport, à la réception, à la livraison, au magasinage ou à la manutention des marchandises devront être raisonnables et justes, toute perception injuste et exagérée est interdite et contraire aux dispositions de la loi.

Art. 2. — Lorsque, au moyen d'un tarif spécial, d'un rabais, d'un drawback ou de tout autre procédé, un entrepreneur de transports recevra directement ou indirectement d'une personne une rémunération plus forte ou plus faible que celle qu'il aura perçue d'une autre personne, pour une même nature de services rendus dans les mêmes

circonstances, il sera reconnu coupable d'une infraction aux dispositions de la présente loi.

Art. 3. — Conformément aux dispositions du présent Acte, il est interdit aux entrepreneurs de transports d'accorder des préférences indues ou des avantages à une personne, compagnie, maison de commerce, corporation, localité ou partie de trafic, ou de causer du préjudice quelconque à une personne, compagnie, maison de commerce, corporation, localité ou partie de trafic.

Les entrepreneurs de transports devront, autant qu'il leur sera possible, faciliter raisonnablement, convenablement et également, l'échange du trafic entre leurs lignes respectives, ainsi que la réception, expédition et livraison des marchandises et voyageurs en provenance ou à destination de leurs lignes ou des lignes qui communiquent avec elles ; ils ne devront établir, pour la perception de leurs tarifs, aucune distinction entre ces dernières lignes, mais ne seront cependant pas obligés d'accorder le droit de passage sur leurs voies ou des facilités terminales à une entreprise concurrente.

Art. 4. — Il est formellement interdit aux entrepreneurs de transports de percevoir de plus fortes taxes pour les petits parcours que pour les grands, lorsqu'il s'agit de voyageurs ou de marchandises transportés dans les mêmes circonstances, aux mêmes conditions, sur une même ligne et dans une même direction, les petites distances se trouvant comprises dans les grandes. Il est bien entendu d'ailleurs que la présente disposition n'aura jamais pour effet d'autoriser un entrepreneur à percevoir la même taxe pour une faible distance et pour une grande.

A moins cependant,

Que lesdits entrepreneurs soient, sur leur demande, autorisés après enquête par la Commission instituée par le présent acte, à percevoir de moins fortes taxes pour les longs parcours que pour les petits. Les commissaires pourront de temps en temps faire connaître jusqu'à quelle limite le présent article sera applicable aux dits entrepreneurs.

Art. 5. — Il est illégal pour tout entrepreneur de transports soumis à la présente loi de conclure avec d'autres entrepreneurs de transports, des contrats, arrangements ou combinaisons (*pooling*) à l'effet de rendre invariables les tarifs de différents chemins de fer concurrents et de partager entre eux le produit brut ou le bénéfice net des lignes, ou une partie de ce produit. Dans chaque cas où les tarifs sont soumis à un « *pool* » comme il vient d'être dit, chaque jour de ce régime sera considéré comme un délit distinct.

Art. 6. — Les entrepreneurs de transports visés au premier article du présent Acte devront faire imprimer et livrer à la publicité des

recueils des tarifs de voyageurs et de marchandises qui sont en vigueur sur leurs lignes.

Ces recueils feront connaître les gares ouvertes au service des voyageurs et à celui des marchandises et contiendront la classification des tarifs qui est appliquée sur le réseau ; les frais accessoires de gares y figureront séparément ainsi que les conditions ou règlements susceptibles de modifier lesdits tarifs. Ils seront imprimés clairement en caractères au moins aussi gros que le « *cicéro* » ordinaire, des exemplaires en seront mis à la disposition du public dans chaque dépôt ou gare du chemin, dans la forme et aux lieux qui permettront de les consulter le plus facilement.

Les entrepreneurs qui recevront dans les États-Unis, des marchandises à destination d'un point des Etats-Unis, en passant par un pays étranger, devront également faire imprimer et notifier au public dans tous les lieux de réception desdites marchandises, des recueils faisant connaître les prix qu'ils appliquent pour les transports directs de ce genre ; les marchandises de cette catégorie dont les prix de transport n'auront pas été publiés seront frappées de droit de douane lors de leur rentrée dans les Etats-Unis. Les lois contraires aux dispositions qui précèdent sont abrogées par le présent Acte.

Les tarifs qui auront été dressés et publiés ainsi qu'il est dit plus haut ne pourront être élevés sans que l'entrepreneur en ait avisé le public dix jours auparavant. Il devra, dans ce cas, faire connaître les changements qu'il se propose d'apporter aux tarifs ainsi que la date de leur mise en vigueur ; les recueils mis à la disposition du public devront être soit renouvelés, soit modifiés de façon à indiquer clairement les changements que les tarifs ont reçus. Les tarifs pourront être réduits sans que le public en soit avisé au préalable ; toutefois les entrepreneurs devront, dès la mise en vigueur des tarifs réduits, notifier les changements au public au moyen d'affiches et remplacer ou modifier en conséquence les recueils mis à la disposition du public.

Il est formellement interdit aux entrepreneurs de percevoir pour le transport des voyageurs ou des marchandises, ou pour les services accessoires, de plus fortes taxes que celles qui seront spécifiées dans les recueils de tarifs qu'ils auront publiés et qui seront actuellement en vigueur.

Les entrepreneurs seront tenus de communiquer à la Commission instituée par le présent Acte des exemplaires des recueils de tarifs qu'ils auront publiés conformément aux stipulations du présent article et de lui notifier sans retard les changements qu'ils apporteront auxdits tarifs ; ils devront également communiquer à ladite Commission des copies de tous les contrats et traités passés avec d'autres entrepreneurs

relativement à des questions d'exploitation visées par le présent Acte.

Lorsque le trafic des voyageurs et des marchandises empruntera des lignes exploitées par plusieurs entreprises qui auront établi entre elles des tarifs communs, des exemplaires desdits tarifs communs devront aussi être adressés à la Commission. La Commission décidera le mode de publicité qu'il conviendra de donner à ces tarifs et les entrepreneurs seront tenus de s'y conformer strictement.

Un entrepreneur ne sera jamais responsable des pertes qu'aura éprouvées un autre entrepreneur par suite de l'application des tarifs communs susvisés.

Tout entrepreneur qui négligera ou refusera de communiquer ou de publier ses tarifs conformément aux dispositions du présent article, y sera mis en demeure par une ordonnance du tribunal siégeant au chef-lieu de la région qu'habite ledit entrepreneur ou de la région où le délit a été commis, et sera en outre passible des peines prévues par le présent Acte. Lorsque l'entreprise sera exploitée par une compagnie étrangère, l'ordonnance émanera du tribunal siégeant dans la région où la compagnie exerce le trafic et où elle a un agent pour diriger le service. Ces ordonnances seront dressées, sur la requête des commissaires, au nom du peuple des États-Unis.

Les infractions aux prescriptions contenues dans le présent article seront considérées comme commises au mépris de la loi et punies en conséquence.

En outre, tant qu'un entrepreneur ne se sera pas conformé aux stipulations du présent article, les commissaires pourront, par la voie des tribunaux, lui interdire de recevoir ou de transporter des marchandises entre les divers États ou territoires des États-Unis ou entre les États-Unis et les pays étrangers adjacents ou entre les ports d'arrivée et de départ et l'un quelconque des États ou des territoires des États-Unis.

Art. 7. — Il est illégal pour tout entrepreneur de transports soumis à la présente loi de conclure des contrats, arrangements ou combinaisons formellement exprimées ou tacites, à l'effet d'empêcher, par quelque moyen que ce soit, que le transport entre le port de débarquement et le lieu de destination se fasse sans interruption. En cas d'interruption, l'expédition devra être considérée comme continue entre le port de débarquement et le lieu de destination, à moins que l'entrepreneur ne prouve que l'interruption a été causée par lui de bonne foi et dans un but utile et non en vue d'interrompre inutilement le transport et d'éluder les dispositions de la présente loi.

Tout entrepreneur qui, d'une façon évidente, se sera rendu passible de l'un des délits prévus par le présent Acte sera condamné par l'un

des tribunaux régionaux, à une amende n'excédant pas 25,000 francs pour chaque délit, à condition toutefois que lorsque l'entreprise sera exploitée par une compagnie, le directeur ou l'agent coupable sera personnellement condamné, par le tribunal des États-Unis siégeant dans la région où s'est commis le délit, à une amende n'excédant pas 25,000 francs pour chaque délit.

Art. 8. — Tout entrepreneur de transports soumis à la présente loi qui agira ou permettra d'agir contrairement aux stipulations de la présente loi sera responsable vis-à-vis des parties lésées des dommages qu'elles auront éprouvées de ce chef, sans préjudice des frais de la défense qui seront taxés par le tribunal et perçus comme faisant partie des dépens.

Art. 9. — Toute personne qui prétendra avoir été lésée par un entrepreneur de transports pourra adresser sa plainte soit à la Commission instituée par le présent Acte, soit à un tribunal compétent de la région. Elle ne pourra cependant adopter à la fois les deux modes de procédure qui sont mis à sa disposition, et devra choisir celui qu'elle préférera suivre. Le tribunal saisi d'une demande de dommages-intérêts pourra citer les directeurs, fermiers, administrateurs, agents ou représentants d'une compagnie défenderesse à comparaître devant lui et à produire leur témoignage. Il pourra exiger la production de ses livres et documents. Les témoins ne seront pas dispensés de faire leur déposition lorsqu'elle sera de nature à les mettre sous le coup de la loi. Toutefois, dans les affaires criminelles, les dépositions de ce genre ne pourront être invoquées à la charge des personnes qui les auront faites

Art. 10. — Les entrepreneurs de transports et, en cas de constitution de compagnie, les directeurs, administrateurs, fermiers, représentants agents ou employés d'une façon quelconque d'une compagnie qui, seuls ou de concert avec d'autres personnes ou compagnies, agiront ou permettront d'agir contrairement aux stipulations de la présente loi, seront condamnés, par le tribunal situé dans la région où le délit aura été commis, à une amende n'excédant pas 25,000 francs pour chaque délit.

Art. 11. — Par l'effet du présent article, il est créé une Commission dite « Commission commerciale des États », qui se composera de 5 commissaires nommés par le Président, sur l'avis conforme du Sénat. Les membres qui font partie de la première Commission sont nommés pour deux, trois, quatre, cinq et six ans respectivement à compter du 1er janvier 1887. Le tour de sortie de chacun est déterminé par le Président. Leurs successeurs seront nommés indistinctement pour un terme de six ans ; en cas de vacance, le membre nouvellement nommé

achève le terme de celui qu'il remplace. Les commissaires peuvent être révoqués par le Président pour incapacité, négligence ou mauvaise gestion. La Commission ne peut compter dans son sein plus de trois membres appartenant au même parti politique. Quiconque est actionnaire ou au service, ou intéressé d'une manière quelconque à une entreprise de transports ne peut faire partie de la Commission. Les commissaires ne peuvent cumuler aucun autre emploi avec leurs fonctions. Lorsqu'une vacance se produira dans la Commission, les commissaires restants conserveront tous leurs pouvoirs.

Art. 12. — La Commission nommée en vertu du présent Acte a le droit : de se faire renseigner sur la gestion des entreprises de transports ; de se tenir au courant de leur mode de fonctionnement, et de recueillir toutes les indications qui lui seront nécessaires pour remplir son mandat. Elle a le droit d'enquête judiciaire et peut exiger la production des livres, papiers, tarifs, contrats, marchés et documents se rapportant aux affaires dont l'instruction lui est confiée. Elle peut requérir l'assistance de toutes les cours de justice des États-Unis pour exiger la comparution des témoins et la production des livres, papiers et documents. Le tribunal régional de la circonscription pourra, en cas de contumace ou de refus d'obéir aux injonctions de la Commission, mettre l'entrepreneur ou son représentant en demeure de se présenter devant elle pour produire ses livres et papiers et fournir les justifications et les renseignements relatifs à l'affaire en instance ; lorsque cet ordre ne sera pas exécuté, le tribunal pourra poursuivre le délinquant pour mépris de la loi. Les témoins ne seront pas dispensés de faire leur déposition lorsqu'elle sera de nature à les mettre sous le coup de la loi. Toutefois, dans les affaires criminelles, les dépositions de ce genre ne pourront être invoquées à la charge des personnes qui les auront faites.

Art. 13. — Toute personne, maison de commerce, corporation, association, société commerciale, agricole ou manufacturière, corps politique ou municipal qui aura à se plaindre à quelque titre que ce soit d'une entreprise de transports, adressera à la Commission une pétition dans laquelle seront exposés sommairement les griefs.

La Commission donnera communication de cette plainte à l'entreprise et lui fixera un laps de temps raisonnable pour faire droit à la partie plaignante ou pour se justifier par écrit. L'entrepreneur qui aura satisfait à la demande du plaignant dans les délais voulus sera déchargé de sa responsabilité envers ce dernier, en ce qui concerne le fait en question. Lorsque l'entrepreneur n'aura pas satisfait en temps voulu à la réclamation ou que ladite réclamation semblera devoir être l'objet d'une

étude spéciale, la Commission procédera à une enquête, dans la forme qu'elle jugera convenable.

La Commission ouvrira également une enquête lorsque, au sujet d'une plainte, elle en sera requise par le commissaire ou par la commission des chemins de fer d'un État ou territoire quelconque des États-Unis. Elle pourra encore ouvrir une enquête *proprio motu*, alors même qu'aucune plainte ne lui aura été adressée.

Pour que la plainte soit prise en considération, il ne sera pas indispensable que le dommage éprouvé par le plaignant ait été direct.

Art. 14. — Toutes les fois que la Commission procédera à une enquête, elle sera tenue de dresser un rapport dans lequel elle exposera le résultat de ses investigations, ainsi que les faits sur lesquels elle s'appuiera pour établir ses conclusions. Ce rapport contiendra également, s'il y a lieu, une proposition des indemnités qu'il conviendra que l'entreprise accorde à la partie ou aux parties lésées. Il constituera, pour la procédure à intervenir, un document *prima facie*.

Une copie en sera adressée à la partie plaignante et une autre à l'entreprise.

Art. 15. — Lorsque les résultats de l'enquête établiront clairement que les réclamations de la partie plaignante sont fondées et qu'elle a éprouvé un dommage par le fait de l'entrepreneur, la Commission, en adressant à ce dernier une copie de son rapport d'enquête, l'invitera à cesser l'acte illégal qu'il commet et à indemniser la partie lésée à raison des dommages qu'il lui a causés. Si, pendant le temps que la commission lui a assigné, l'entrepreneur cesse de contrevenir à la loi, et indemnise la partie plaignante conformément à la décision contenue dans le rapport des commissaires, il sera déchargé de toute responsabilité et cessera d'être passible d'une amende à raison de l'infraction qu'il aura commise.

Art. 16. — Lorsqu'un entrepreneur de transports coupable d'un acte illégal refusera ou négligera d'obtempérer aux injonctions de la Commission les commissaires devront, et les personnes ou compagnies lésées pourront exposer leurs griefs dans une pétition adressée au tribunal régional de la circonscription judiciaire dans laquelle l'entrepreneur a fait élection de domicile ou de celle dans laquelle l'action illégale aura été commise. Ce tribunal aura le pouvoir d'entendre et de prononcer un jugement décisif sur la question. L'instruction de l'affaire sera expéditive et ne comprendra pas les plaidoiries et procédures exigées pour les procès ordinaires. Le tribunal pourra faire ouvrir les enquêtes qu'il jugera nécessaires à l'éclaircissement de la question. Le rapport de la Commission constituera un document *prima facie*. Lorsqu'il sera établi que l'entrepreneur n'a tenu aucun compte de l'invitation

qui lui aura été faite par les commissaires lors de la communication de leur rapport, le tribunal prendra les dispositions voulues pour le mettre en demeure de se soumettre à la loi et d'obéir aux injonctions de la Commission. En cas de refus, l'entrepreneur, directeur, administrateur ou agent responsable sera passible d'une amende n'excédant pas 2,500 francs par jour de retard à compter de l'expiration du délai fixé, laquelle somme sera versée suivant la décision du tribunal soit à la partie plaignante, soit au tribunal lui-même, soit enfin au Trésor.

Lorsque le montant du dommage atteindra 50,000 francs, les parties seront tenues de porter l'affaire par devant la Cour suprême des États-Unis. Un appel par devant cette cour n'aura cependant jamais pour effet d'arrêter ou de suspendre les poursuites judiciaires qui pourraient déjà être commencées. Les frais et dépens seront arrêtés par ladite Cour suprême. Lorsque l'instance sera présentée par la Commission, les poursuites légales seront exécutées par le procureur général assisté du procureur de district. Les frais de poursuites seront prélevés sur les fonds affectés aux dépenses des tribunaux des Etats-Unis.

Pour tout ce qui concerne les dispositions contenues dans le présent acte, sauf celles qui se rapportent aux mesures pénales, les tribunaux régionaux des Etats-Unis seront considérés comme siégeant constamment.

Art. 17. — La Commission expédiera rapidement et avec la plus grande équité les affaires dont elle sera saisie : elle pourra fonctionner lorsque la majorité des membres seront présent, mais aucun commissaire ne pourra prendre part à une affaire à laquelle il sera personnellement intéressé au point de vue financier.

La Commission pourra de temps en temps dresser ou modifier les règlements généraux ou ordonnances en vigueur lorsque la mesure lui paraîtra utile pour la bonne et prompte expédition des affaires. Ces créations et changements devront cependant être conformes aux types adoptés par les tribunaux des Etats-Unis.

Toute personne pourra se présenter et se faire entendre devant la Commission, soit en personne, soit par l'intermédiaire d'un avocat.

Les décisions et délibérations de la Commission seront conservées ; ses décisions seront rendues publiques sur la demande de l'une des parties intéressées.

Elle possédera un sceau officiel qui sera reconnu en justice. Chaque commissaire pourra recevoir des prestations de serment et affirmations.

Art. 18. — Chaque commissaire recevra un traitement annuel de 37,500 francs qui sera payé de la même façon que le traitement des juges des tribunaux des États-Unis. La Commission nommera un secrétaire qui recevra 16,500 francs payables de la même façon.

La Commission aura pleins pouvoirs pour nommer des employés lorsque leurs services lui paraîtront nécessaires à la bonne exécution de son mandat. Elle fixera elle-même le montant de leurs appointements. Toutefois ces dispositions devront recevoir l'assentiment du secrétaire d'État au Département de l'intérieur.

Les frais de bureaux de la Commission seront à la charge du secrétaire d'État au Département de l'intérieur.

Les témoins cités par devant la Commission recevront les mêmes indemnités de déplacement et de voyage que ceux des tribunaux ordinaires des États-Unis.

Toutes les dépenses des commissaires, y compris leurs frais *de transport* et ceux de leurs employés, à l'occasion d'une enquête ouverte en dehors de la ville de Washington, seront payées sur présentation de mémoires détaillés, approuvés par le président de la Commission et par le secrétaire d'État au Département de l'intérieur.

Art. 19. — Le siège central de la Commission sera établi à Washington ; les sessions générales se tiendront dans cette ville. Cependant, par mesure de facilité pour le public ou pour les parties, ou afin d'éviter des retards ou des dépenses, la Commission pourra tenir des sessions spéciales dans une localité quelconque des États-Unis. La Commission représentée par un ou plusieurs de ses membres pourra procéder à une enquête dans toutes les parties des États-Unis et sur toutes les questions se rattachant à l'industrie des entrepreneurs de transport soumis à la présente loi.

Art. 20. — La Commission est autorisée à exiger des entrepreneurs soumis à la présente loi des rapports annuels dont elle établira elle-même le modèle. Les entrepreneurs devront également répondre d'une façon explicite à toutes les questions que la Commission jugera à propos de leur adresser. Les rapports annuels feront connaître en détail : le montant du capital émis et du capital réalisé ainsi que le mode des versements, les dividendes payés, les fonds de réserve s'il y a lieu et le nombre des actionnaires ; les dettes actives et flottantes et le service des intérêts afférents à ces dettes ; les dépenses d'établissement ; le coût et la valeur du matériel ; le nombre des employés et le traitement de chacun d'eux ; les dépenses pour amélioration et le détail desdites améliorations ; les recettes de toutes natures ; les dépenses d'exploitation et autres ; le produit net ; le compte rendu financier de l'exercice, y compris le bilan de l'année.

Ces rapports devront contenir en outre, au sujet des tarifs et des conventions de toute nature conclues avec d'autres entreprises similaires, tous les renseignements que demandera la Commission, qui

peut, si elle le juge faisable, prescrire à toutes les entreprises subordonnées à son contrôle un mode de comptabilité uniforme à adopter dans un délai déterminé.

Art. 21. — Avant le 1er décembre de chaque année, la Commission adressera au secrétaire d'État au Département de l'intérieur un rapport qui sera transmis au Congrès ; il en sera distribué des copies de la même manière que pour les rapports publiés par le Département de l'intérieur. Ce rapport contiendra les renseignements que la Commission jugera de nature à faciliter l'étude des questions commerciales ou des réformes législatives qu'elle croira devoir proposer.

Art. 22. — Aucune des dispositions contenues dans le présent Acte ne sera applicable : aux marchandises dont le transport, le magasinage ou la manutention s'effectuera gratuitement ou à prix réduit pour le compte d'un Etat ou d'une municipalité ; aux marchandises transportées dans un but charitable ; à celles en provenance ou à destination des foires et expositions ; aux billets militaires ou d'excursions.

Aucune des dispositions contenues dans le présent Acte ne sera interprétée de façon à priver un entrepreneur d'accorder des réductions aux ministres de la religion. Aucune disposition du présent Acte ne défend aux compagnies de transporter gratuitement leurs propres employés ou d'échanger entre elles des permis de circulation pour leurs agents respectifs.

Les dispositions du présent Acte n'auront jamais pour effet de modifier les mesures légales précédemment adoptées ; elles pourront seulement les compléter.

Les affaires actuellement en instance ne seront aucunement affectées par le présent Acte.

Art. 23. — Une somme de 500,000 francs est votée dans le but de faire face aux besoins et exigences que comporte le présent Acte pendant l'année financière se terminant le 30 juin 1888 et pendant la période restant à courir avant la mise en vigueur de la présente loi.

Art. 24. — Les dispositions visées aux articles 11 et 18 du présent Acte, relatives aux institutions et à l'organisation de la Commission, seront immédiatement exécutoires.

Les autres dispositions seront applicables soixante jours après le vote de la loi.

TABLE DES MATIÈRES

TROISIÈME PARTIE

MATÉRIEL ROULANT ET TRACTION

CHAPITRE XI

MATÉRIEL ROULANT

§ 1. — Eléments du matériel roulant.

		Pages
255.	Caractères distinctifs	2
256.	Véhicule proprement dit	3
257.	Conjugaison des véhicules	15
258.	Inscription du matériel dans les courbes	20

§ 2. — Voitures.

259.	Aménagement des voitures	25
260.	Eclairage	27
261.	Chauffage	28
262.	Intercommunication	29
263.	Poids morts	29
264.	Prix des voitures	31

§ 3. — Wagons à marchandises.

265.	Wagons à grande vitesse	31
266.	Wagons ordinaires	31
267.	Prix des wagons	33

§ 4. — Voitures et wagons des lignes à voie étroite.

268.	Dispositions générales	33
269.	Poids mort et prix	34

§ 5. — Machines.

270.	Principes généraux	35
271.	Puissance des locomotives	37
272.	Vitesse des locomotives	39
273.	Classification des machines	40

274. Machines anglaises 46
275. Machines légères 47
276. Prix des machines 49
277. Machines des lignes à voie étroite. 50

§ 6. — Unité technique du matériel des chemins de fer.

278. Unité au point de vue des échanges de matériel entre réseaux étrangers. 51
279. Unité dans le même réseau 52

CHAPITRE XII

RÉSISTANCE DES TRAINS A LA TRACTION

§ 1. — Eléments de la résistance des trains.

280. Utilité de l'étude des résistances. 55
281. Frottement des roues sur les fusées 56
282. Résistance due à la voie. 57
283. Résistance de l'air. 58
284. Résistance propre des machines. 60

§ 2. — Mesure expérimentale de la résistance des trains à la traction.

285. Mesure directe des résistances. 60
286. Méthode des accélérations. 64

§ 3. — Formules usuelles.

287. Train non compris la machine et son tender 64
288. Machines et tenders. 68
289. Résistance totale d'un train 69
290. Influence de la résistance de l'air aux très grandes vitesses 70
291. Démarrage 71
292. Résistance des trains sur les voies étroites. 72

CHAPITRE XIII

MARCHE DES TRAINS.

293. Marches types 73
294. Double traction. 75
295. Conduite des machines 76
296. Consommation des machines 78

CHAPITRE XIV

FREINS.

297. But des freins 79

298. Contre-vapeur 79
299. Freins à main 80
300. Freins automatiques 83
301. Équation des freins 89
302. Prix des freins 92

CHAPITRE XV

INSTALLATIONS NÉCESSAIRES POUR LES SERVICES DE TRACTION.

§ 1. — Alimentations d'eau.

303. Consommation d'eau des machines 93
304. Espacement des prises d'eau 94
305. Prise d'eau proprement dite 94
306. Réservoirs 100
307. Conduites de distribution 103
308. Grues hydrauliques 103
309. Fosses à piquer le feu 104
310. Elévation de l'eau au moyen de la vapeur de la locomotive. 105
311. Alimentation en route, système Ramsbottom 107
312. Prix des alimentations 107

§ 2. — Remisage et accessoires.

313. Généralités 108
314. Classification des installations de remisage 109
315. Remises 110
316. Locaux accessoires 114
317. Voies nécessaires au service 116
318. Remises à voitures 119
319. Ateliers de la traction 120

QUATRIÈME PARTIE

EXPLOITATION TECHNIQUE

CHAPITRE XVI

MOUVEMENT

§ 1. — Nature et affectation des trains.

320. Trains ordinaires 125
321. Trains de service 131
322. Trains légers 132

§ 2. — Circulation des trains.

I. *Règles générales.*

323. Attributions respectives du chef de train et du mécanicien. 137
324. Signaux 138
325. Marche des trains 141
326. Maintien de l'espacement des trains 144
327. Règles spéciales à la double voie 146
328. Règles spéciales à la voie unique 148
329. Passage des trains aux bifurcations 159
330. Incidents de la marche des trains 161

II. *Rôle des gares au point de vue du mouvement.*

331. Système français 166
332. Système anglais 173
333. Système américain 174

III. *Block-System.*

334. Modes d'emploi du block-system 175
335. Règles relatives à l'ouverture des signaux 179
336. Position des signaux 183
337. Extrémités des lignes 184
338. Dépassement des trains 185
339. Relations entre les appareils de block-system et les signaux des gares 188
340. Observations sur l'emploi du block-system 190
341. Block-system aux bifurcations 191

IV. *Etude de la marche des trains.*

342. Graphique de la marche des trains 192
343. Capacité des lignes 195

§ 3. — Service des voyageurs.

344. Service général 199
345. Vitesse des trains 202
346. Utilisation du matériel 211
347. Service de banlieue 212
348. Service des stations de très faible importance 212

§ 4. — Service des marchandises.

349. Expédition des marchandises 214
350. Transport 216
351. Transbordement 218
352. Triage 219
353. Délais de transport 225
354. Remise des marchandises aux destinataires 227
355. Utilisation du matériel 228

356. Répartition du matériel vide 230
357. Simplification du service des marchandises sur les lignes peu importantes. 233

CHAPITRE XVII

AMÉNAGEMENT DES GARES, STATIONS ET DÉPENDANCES.

§ 1. — Dispositions relatives au mouvement.

358. Définitions. 235
359. Disposition des aiguilles 236
360. Voies d'évitement. 236
361. Voies de garage. 239
362. Diagonales. 241
363. Bifurcations 241

§ 2. — Installations spéciales au service des voyageurs.

I. *Stations et gares de passage.*

364. Dispositions générales 248
365. Trottoirs. 249
366. Bâtiment des voyageurs. 252
367. Abris. 260
368. Traversées de voies 260
369. Accessoires. 261
370. Cours et avenues d'accès 261

II. *Gares de bifurcation.*

371. Dispositions générales. 263
372. Bâtiment des voyageurs. 269
373. Cabinets d'aisances. 271
374. Abris. 271
375. Parcs à voitures 272
376. Communications entre les voies. 272

III. *Gares terminus.*

377. Disposition des voies. 273
378. Bâtiment des voyageurs. 275

§ 3. — Installations spéciales au service des marchandises.

I. *Stations et gares de passage.*

379. Dispositions générales. 279
380. Raccordement des voies de marchandises avec les voies principales 279
381. Disposition des voies de marchandises. 285
382. Halles à marchandises 292

383. Quais 293
384. Bureaux de petite vitesse. 294
385. Ponts à bascule, gabarits et grues. 294
386. Cours 295

II. *Gares de bifurcation.*

387. Dispositions générales. 297
388. Service local 297
389. Transbordement 298
390. Garage, triage et formation des trains. 300
391. Garage du matériel vide 306

§ 4. — Services accessoires.

I. *Installations spéciales au service de la traction.*

392. Dépôts de machines. 307
393. Ateliers. 308

II. *Eclairage des gares.*

394. Eclairage au pétrole et au gaz. 309
395. Eclairage électrique. 310

§ 5. — Règles générales relatives à l'étude des gares et stations.

396. Dispositions des gares et stations par rapport à la ligne sur laquelle elles se trouvent 312
397. Raccordement des tracés aux gares de bifurcation 315
398. Détermination de l'importance à donner aux diverses installations. 316
399. Observation générale 321

CHAPITRE XVIII

ORGANISATION DES GARES ET BIFURCATIONS AU POINT DE VUE DE LA SÉCURITÉ.

§ 1. — Emploi des signaux dans les gares.

400. But des signaux 323
401. Nature des signaux. 324
402. Mode d'emploi des signaux 326
403. Groupement des leviers de manœuvre des signaux et appareils 328

§ 2. — Enclenchements.

I. *Objet et classification des enclenchements.*

404. Principes généraux. 332
405. Enclenchements de direction 334
406. Enclenchements de continuité. 338

407. Enclenchements de circulation 339
408. Enclenchements de protection. 340

II. *Réalisation des enclenchements.*

409. Système des signaux indicateurs de direction 344
410. Spécialisation des enclenchements 345
411. Système des enclenchements directs 349
412. Système des signaux à leviers multiples. 350
413. Système des leviers directeurs. 351
414. Identité théorique des différents systèmes d'enclenchements. 353
415. Enclenchements à distance 355
416. Enclenchements partiels. 355
417. Simplifications relatives aux traversées-jonctions. 358

§ 3. — **Etude des consignes de gares.**

418. Objet des consignes de gares. 360
419. Détermination des signaux à placer 361
420. Programmes d'enclenchements 362
421. Vérification des enclenchements. 374

CHAPITRE XIX

ACCIDENTS DE CHEMINS DE FER.

422. Etude des causes des accidents 379
423. Moyens généraux de prévenir les accidents. 380
424. Déraillements. 384
425. Collisions en pleine voie. 390
426. Collisions dans les gares 391
427. Accidents de personnes causés par les trains. 391

CINQUIÈME PARTIE

LES CHEMINS DE FER CONSIDÉRÉS AU POINT DE VUE FINANCIER.

CHAPITRE XX

EXPLOITATION COMMERCIALE.

§ 1. — **Principes généraux.**

I. *Objet et bases de l'exploitation commerciale.*

428. Caractères de l'exploitation commerciale des chemins de fer. 395
429. Bases d'établissement des tarifs 397

II. *Classification des tarifs.*

430. Définition 399

431. Tarifs proportionnels 400
432. Tarifs différentiels 401
433. Prix fermes 407

III. *Détails de l'application des tarifs.*

434. Soudure des tarifs 409
435. Tarifs communs 410
436. Clause des stations non dénommées 411
437. Clause des au delà 412
438. Réversion 412

IV. *Abaissement des tarifs.*

439. Comment ils peuvent être réalisés 413
440. Dans quelles conditions il convient d'abaisser les tarifs . . 415
441. Abaissement au point de vue de l'augmentation du produit net 416
442. Abaissement des tarifs au point de vue de l'intérêt public. 418
443. Principes généraux relatifs à l'abaissement des tarifs . . . 419
444. Causes autres que les abaissements de tarifs qui influent sur le développement du trafic 427

§ 2. — Tarif des voyageurs.

I. *France.*

445. Compagnies 430
446. Réseau de l'Etat 433

II. *Pays étrangers.*

447. Intérêt de l'étude des tarifs à l'étranger 435
448. Belgique 436
449. Hongrie 437
450. Autriche 444
451. Roumanie 446
452. Hollande 448
453. Allemagne 448
454. Angleterre 449

§ 3. — Tarifs de marchandises.

I. *Tarifs de grande vitesse.*

455. Définition 450
456. France 450
457. Etranger 452

II. *Tarifs de petite vitesse.*

458. France 452
459. Allemagne 458
460. Autriche-Hongrie 460
461. Belgique 462

462. Italie 463
463. Angleterre 463

CHAPITRE XXI

DÉPENSES DE CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER.

§ 1. — Construction proprement dite.

464. Bases d'établissement des prix 465
465. Causes qui influent sur les dépenses de construction . . . 468
466. Prix moyens de construction 471

§ 2. — Valeur du matériel roulant nécessaire à l'exploitation.

467. Lignes à voie normale 475
468. Lignes à voie étroite 477

CHAPITRE XXII

DÉPENSES D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

469. Influence du mode d'établissement des comptes 479
470. Formules usuelles 480
471. Causes qui font varier les dépenses d'exploitation 482
472. Répartition des dépenses d'exploitation 492

CHAPITRE XXIII

RÉGIME DES CONCESSIONS DE CHEMINS DE FER.

§ 1. — Base des contrats de concession.

473. Régime financier 493
474. Régime technique et commercial 494
475. Expiration des concessions. Rachat 465
476. Droits de l'Etat sur les chemins de fer concédés 496

§ 2. — Concessions accordées aux grandes Compagnies.

477. Traités de concession 500
478. Construction des lignes nouvelles 501
479. Travaux complémentaires 501
480. Lignes exploitées 502
481. Sanction des obligations des Compagnies 503

§ 3. — Concessions accordées à des Compagnies secondaires.

482. Importance de la question 504
483. Subventions 504
484. Garanties d'intérêt 505

485. Barèmes d'exploitation 509

CHAPITRE XXIV

CHEMINS DE FER DE SYSTÈMES DIVERS.

486. Différents types en usage 519

§ 1. — Chemins de fer à crémaillère

487. Principe 520
488. Crémaillère 521
489. Attaches de la crémaillère 522
490. Appareils de changements de voie 523
491. Entrée de la crémaillère 524
492. Tracé 524
493. Machines 525
494. Circulation des trains 526
495. Dépenses de construction 527

§ 2. — Chemins de fer funiculaires.

496. Principe 527
497. Chemins de fer funiculaires à mouvement alternatif . . . 528
498. Chemins de fer funiculaires à câble continu et véhicules indépendants 530

§ 3. — Chemins de fer électriques.

499. Chemins de fer électriques à moteur fixe 534
500. Chemins de fer électriques à moteur mobile 535

§ 4. — Moteurs divers.

501. Moteurs à air comprimé et à eau surchauffée 537

ANNEXES

I. — Extrait du cahier des charges joint à la loi du 4 décembre 1875 541
II. — Loi du 11 juin 1880 relative aux chemins de fer d'intérêt local et aux tramways 564
III. — Extrait du décret du 6 août 1881 sur l'établissement et l'exploitation des voies ferrées sur le sol des voies publiques 573
IV. — Extrait du cahier des charges type pour la concession des chemins de fer d'intérêt local 588

V. — Conventions techniques relatives au matériel roulant et aux signaux de l'Union des chemins de fer allemands. 603

VI. — Documents statistiques relatifs à l'exploitation des chemins de fer français 633

VII. — Note sur la forme des bandages des roues et des boudins des rails. 638

VIII. — Dépenses de construction des chemins de fer d'intérêt général en France.

a) Prix des ponts, viaducs et ouvrages accessoires . . . 641

b) Prix de construction total 656

IX. — Railway and Canal traffic Act (Angleterre) 662

X. — Interstate commerce Law (Etats-Unis). 689

Imp. G. Saint-Aubin et Thevenot, St-Dizier (Hte-Marne), 15-17, passage Verdeau, Paris.