

ne donnent en général ce résultat satisfaisant qu'autant que la circulation y est médiocrement active, que les transports s'y opèrent à des vitesses modérées, et qu'on n'y fait un service de nuit qu'exceptionnellement.

TRACÉ DES CHEMINS DE FER.

La question du tracé des chemins de fer est en même temps technique, financière, commerciale et politique.

Tracés directs et indirects. — On s'est trop préoccupé, dans l'origine des chemins de fer, de diminuer la distance entre les stations extrêmes, en négligeant les localités intermédiaires, qui ont souvent une grande importance. Il importe, avant de fixer le tracé d'un chemin de fer, de bien déterminer l'importance réelle de chacune de ces localités.

Tracé des vallées et des plateaux. — Les premières grandes lignes de chemins de fer ont été établies parallèlement aux voies navigables, dans les vallées où existaient déjà des éléments du trafic, dans le but de développer ce trafic. Dans un grand nombre de circonstances toutefois on a avec raison placé des chemins de fer sur les plateaux.

Il n'y a donc pas lieu de poser en principe que le tracé des chemins de fer doit suivre les vallées ou les plateaux.

Emplacement des gares de voyageurs relativement au centre des villes. — Les gares extrêmes de voyageurs ne doivent être rapprochées du centre des villes qu'autant que la dépense pour les rapprocher, dépense généralement considérable, serait en rapport avec les avantages qui en résultent.

Répulsion des habitants des villes pour les gares. — On a cru à tort, pendant longtemps, que les gares deviendraient des points d'attraction pour les habitants des villes. — Loin de là, il est démontré aujourd'hui qu'ils s'éloignent plutôt de ces centres bruyants. Les hôtels trop voisins des gares ont même rarement un grand succès.

Gares de marchandises placées en dehors des grandes villes. — Les gares extrêmes de marchandises, occupant de vastes terrains,

ont été généralement établies en dehors des villes, soit afin de les placer sur des terrains moins coûteux, soit pour soustraire les marchandises au droit d'octroi.

Gares communes. — Les gares communes ne sont avantageuses que sur les chemins de fer où la circulation n'a pas atteint l'extrême activité qu'elle a prise sur nos grandes lignes.

Le service dans les gares communes doit toujours être fait par une seule et même administration.

Maximum d'inclinaison des rampes et pentes. — Il faut, dans le tracé des lignes principales, se résigner à quelques sacrifices pour réduire l'inclinaison des rampes et pour agrandir le rayon des courbes.

Nous ne prétendons pas cependant imposer ici une règle absolue. Les sacrifices ont aussi leurs limites, et, avec des machines suffisamment puissantes, les fortes pentes, pourvu qu'elles ne dépassent pas un certain maximum, n'exerceront pas sur les frais d'exploitation une influence à beaucoup près aussi grande que celle qu'on leur avait supposée dans l'origine.

On ne craint pas aujourd'hui de construire même des lignes du premier ordre avec des pentes que l'on avait considérées comme entièrement inadmissibles il y a quelques années.

La limite de pente ordinairement adoptée dans les pays médiocrement accidentés est de 10 à 12 millimètres; dans les pays de montagnes, de 20 à 25 millimètres. On trouve cependant, sur le chemin de Turin à Gênes, des pentes de 5 centimètres et demi gravies par des locomotives. — L'état des rails, généralement humides et boueux dans les souterrains, y augmente la résistance, en sorte que, eu égard à la résistance, la pente de 5 centièmes en souterrain équivaut à une pente de 5 centièmes et demi à ciel ouvert. La pente dans les stations intermédiaires doit être nulle ou à peu près. Dans les stations extrêmes, elle doit être de 5 millimètres en descendant dans le sens du départ.

Mode de répartition des pentes. — Le mode de répartition des pentes sur un chemin de fer n'est pas sans importance. Les pentes variées, même d'une assez faible inclinaison, sont peu favorables à l'emploi des locomotives. Les pentes uniformes sont préférables.

Si toutefois la raison d'économie, devant laquelle le principe technique des pentes uniformes doit aussi plier, oblige à préférer une pente variée, il faut diviser autant que possible les lignes ou parties sur lesquelles l'effort varierait du simple au double ou à peu près.

Inclinaison avantageuse. — Une inclinaison très-avantageuse est celle pour laquelle l'effort du moteur est le même dans les deux sens, eu égard à la différence de chargement à la descente et à la remonte.

Concentration des fortes pentes. — Il faut autant que possible concentrer les fortes pentes en les allongeant plutôt que de les multiplier en les raccourcissant, et les placer dans le voisinage des points où la création des dépôts est nécessaire.

Les inconvénients des fortes rampes peuvent être aggravés ou amoindris par la direction du plus grand mouvement. Si ce plus grand mouvement s'opère à la descente, les fortes pentes sont moins désavantageuses. Elles sont également moins redoutables lorsque les convois sont généralement faiblement chargés, comme cela arrive sur certains chemins.

On s'effraye quelquefois des fortes pentes, parce qu'on suppose que sur ces pentes il est impossible de contenir les convois.

Elles ne sont certainement pas sans danger, mais on en calculait mal les effets lorsqu'on proscrivait les pentes dépassant 5 millièmes comme exposant les voyageurs à la descente à de nombreux accidents. Il est reconnu aujourd'hui que sur une pente de 1 centième la résistance devient telle à la vitesse de 60 à 70 kilomètres par heure, que les convois abandonnés à eux-mêmes ne peuvent la dépasser, et que sur les plus fortes pentes en usage les freins et les machines-locomotives agissant elles-mêmes comme les freins les plus puissants lorsqu'on renverse la vapeur peuvent toujours arrêter les convois.

Inconvénients des courbes de petit rayon. — Sous le rapport de l'économie de premier établissement, les courbes de petit rayon sont avantageuses, puisqu'elles permettent de tourner les difficultés au lieu de les vaincre au moyen de grands travaux d'art et de terrassement; mais elles exercent sur les frais de traction la même

influence que les fortes pentes : elles forcent à réduire la vitesse des trains.

Les courbes de trop petit rayon deviennent aussi une cause d'accidents et d'usure du matériel.

Tranchées ou souterrains courbes. — Les tranchées ou souterrains courbes aux approches des stations sont toujours dangereux. Il faut les éviter autant que possible.

Parties du tracé qui admettent des courbes de petit rayon. — Les courbes de petit rayon et les fortes pentes étant en même temps des causes d'accroissement de résistance et d'accident, il faut autant que possible éviter de les placer simultanément sur un même parcours.

Les courbes de petit rayon doivent être évitées surtout dans les parties du chemin où les convois marchent généralement à de grandes vitesses. On peut diminuer le rayon aux abords des gares d'une certaine importance où tous les convois s'arrêtent, et dans l'intérieur de ces gares.

Courbes tournées en sens contraire. — Lorsque deux courbes tournées en sens contraire se trouvent à la suite l'une de l'autre, il faut les séparer par un alignement ayant la longueur des plus grands convois.

Rayon minimum des courbes. — Les courbes sur les grandes lignes à grande vitesse les mieux exécutées ont généralement de 800 à 1,000 mètres, sauf à l'approche des gares importantes, où elles n'ont que 500 mètres, ou dans l'intérieur de ces gares, où le rayon devient encore plus petit. Sur quelques chemins de fer d'Autriche, on n'a pas craint de réduire le rayon des courbes à 180 mètres; mais on ne marche sur ces chemins qu'à de petites vitesses (30 kilomètres à l'heure, avec des machines à 6 ou à 8 roues à essieux mobiles du système américain). Sur les chemins américains on est descendu même au-dessous de cette limite. — Les Allemands renoncent aujourd'hui assez généralement au matériel américain, donnant aux courbes de leurs nouvelles lignes de 500 à 600 mètres au moins de rayon.

Sur plusieurs chemins d'une certaine importance, construits récemment en France et en Suisse, on a adopté en quelques points,

par raison d'économie, des rayons de 300 à 350 mètres; mais alors on ralentit le train au passage de ces courbes.

La courbure du chemin, dans les changements de voie, où l'on marche toujours doucement, a pour limite minima 260 mètres.

Passages à niveau. — Les passages à niveau, quand, sur les alignements ou sur des courbes en remblais, on peut les apercevoir de loin, ne sont pas dangereux; mais il en est tout autrement s'ils se trouvent à l'extrémité de tranchées ou de souterrains courbes.

Il faut aussi éviter autant que possible de placer des passages à niveau à l'extrémité des gares sur des chemins fréquentés; mais souvent cela devient très-difficile.

Inconvénients des points de rebroussement. — Il ne faut recourir, dans les tracés, aux rebroussements que dans quelques cas particuliers où ils deviennent indispensables pour se rapprocher du centre des villes; et encore est-il nécessaire, dans ce cas, d'établir des courbes de raccordement pour éviter aux convois directs de pénétrer dans les stations où ils seraient obligés de rebrousser.

Passage des souterrains. — Le passage des souterrains n'est pas, comme on l'a prétendu, nuisible à la santé des voyageurs.

Les déblais ne doivent pas être nécessairement compensés par les remblais. — Dans le tracé des routes de terre on cherche ordinairement à compenser les déblais par les remblais. Plusieurs ingénieurs ont cru devoir, à tort, étendre cette règle au tracé des chemins de fer.

Il faut souvent détourner le tracé d'un chemin de fer pour éviter certains terrains difficiles ou recourir aux dépôts et aux emprunts.

Action des vents. — Il importe, en étudiant le tracé des chemins de fer, de se rendre compte de l'action que les vents peuvent avoir sur la marche des convois.

Influence des neiges. — Il faut aussi, dans les pays de montagnes surtout, diriger les tracés de manière à se préserver autant que possible des amas de neige. — Toutefois la neige est moins redoutable qu'on ne l'a supposé. On a exprimé la crainte que dans les pays de montagnes, et même dans les pays de plaines où le froid est rigoureux, elle ne devint un obstacle insurmontable à l'exploit-

tation des chemins de fer en hiver. Cette crainte n'est pas fondée.

Considérations stratégiques. — On divise en général les voies de fer stratégiques en voies parallèles et voies perpendiculaires. Il est essentiel que les voies parallèles, surtout si elles sont voisines de la frontière, soient protégées par un obstacle naturel quelconque, tel qu'un grand fleuve ou un rempart de hautes montagnes.

Dans le voisinage des places fortes les chemins de fer doivent être, autant que possible, établis à la surface du sol.

Tracé au point de vue financier. — Le tracé le plus parfait au point de vue technique n'est pas toujours le plus convenable. Il n'est généralement avantageux d'améliorer un chemin de fer, et même une voie de communication quelconque, ou, en d'autres termes, d'adopter, pour ce chemin ou pour cette voie de communication, un mode de construction et un tracé plus parfaits en augmentant le capital engagé que lorsque la circulation est plus active.

Embranchements. — Le tracé d'un chemin de fer ne doit jamais être étudié isolément. Une des conditions auxquelles doit satisfaire le tracé de tout chemin destiné à unir de grands centres de population est donc de se prêter aisément à l'établissement d'embranchements. Le tracé de ces embranchements n'exige pas la même perfection que celui des lignes principales.

Étendue des gares ou stations. — La surface couverte par les gares extrêmes de chemins de fer, lorsqu'elles se trouvent dans de grandes villes comme Paris ou Londres, est considérable.

A Paris, les grandes gares de voyageurs couvrent une surface de 8 à 9 hectares. Celles de marchandises occupent jusqu'à 55 hectares.

La surface occupée par les grandes gares intermédiaires hors ligne, et par les gares terminales autres que les gares parisiennes, celles de Londres et de Bruxelles, abstraction faite de celles de Pesth, de Lyon et de Valenciennes, qui sont exceptionnelles, est de 8 à 12 hectares.

Pour les stations d'embranchements, abstraction faite de celle d'Épernay, qui contient de vastes ateliers, et de celle de Juvisy, qui est exceptionnellement petite, cette surface est de 6 et demi à 7 hectares.

Pour les stations de banlieue :

1° D'un chemin placé dans les conditions du chemin d'Auteuil, de 3,000 à 4,000 mètres carrés;

2° D'un chemin placé dans les conditions du chemin de Vincennes, de 10,000 à 20,000 mètres carrés.

Pour les stations intermédiaires de première classe, 3 à 6 hectares et demi, suivant l'importance et la nature du mouvement des marchandises.

Pour les stations intermédiaires de deuxième classe, 2 hectares et demi environ.

Pour celles de troisième classe, de 1 et demi à 2 hectares.

Pour celles du dernier ordre, de 1 demi à 1 hectare, rarement 1 hectare.

Dimensions de la voie. — La largeur de la voie sur tous les chemins de fer servant au transport des voyageurs, en France, en Belgique, en Suisse, ainsi que sur la plupart des chemins anglais et allemands, est de 1^m,50 à 1^m,51 d'axe en axe des rails, ou de 1^m,44 à 1^m,46 seulement si on la mesure de la face intérieure des rails.

On a adopté des largeurs plus grandes sur quelques chemins en Angleterre, sur les chemins d'Irlande, sur ceux de Hollande, d'Espagne et de Russie. Cette augmentation de largeur présente des avantages au point de vue de la construction des machines; mais, une partie d'un réseau étant déjà construite avec la largeur de 1^m,50 ou 1^m,51, comme le réseau français, le réseau belge ou le réseau suisse, ce serait à tort que l'on augmenterait la largeur des nouvelles lignes. Ces nouvelles lignes ne pourraient alors communiquer avec les anciennes qu'à l'aide d'un transbordement toujours très-fâcheux, surtout pour les marchandises.

La largeur de l'entre-voie est, sur la plupart des chemins français, de 1^m,80. Cette largeur est insuffisante, et il serait convenable de l'augmenter; mais cette augmentation serait sans objet si tout le réseau parcouru par le même matériel roulant n'avait pas été établi avec la même largeur d'entre-voie.

La largeur des accotements varie, suivant la nature du terrain,

de 1 mètre à 5 mètres. En général, elle est de 1 mètre en tranchée et de 1^m,50 en remblai.

La largeur et la profondeur des fossés dépendent de la quantité d'eau qui pourrait envahir le chemin. Une insuffisance des fossés peut donner lieu à de graves accidents.

La largeur moyenne de la bande occupée par un chemin dépend essentiellement de la nature des travaux de terrassement exécutés. D'après un relevé fait sur un assez grand nombre de chemins, elle est en moyenne de 54 mètres. Elle ne dépasse jamais 44 mètres.

FRAIS DE CONSTRUCTION

DEVIS ET PRIX DE CONSTRUCTION.

Le prix de construction des chemins établis a varié entre des limites fort écartées.

Il est important, en procédant par analogie pour l'établissement du prix des chemins à construire, de tenir compte de l'augmentation qu'ont subie généralement les prix de main-d'œuvre, ceux des matériaux, etc.

S'il est difficile d'établir exactement le devis d'une maison, à plus forte raison l'est-il d'établir celui d'un chemin de fer, composé d'éléments si divers. Il est surtout fort difficile de se rendre compte à l'avance du prix des terrains, qui dépend du caprice d'un jury; des surcroîts de dépense occasionnés par les exigences des localités et de l'administration supérieure, ou par les retards apportés à l'approbation des projets, retards qui ont pour conséquences des pertes d'intérêt souvent considérables; du prix de revient des terrassements ou des ouvrages d'art dans des terrains de mauvaise nature; de l'accroissement des prix de main-d'œuvre du fait même de la construction des chemins de fer, etc.

Moyenne des prix. — La moyenne des prix de construction a été :

Pour les chemins anglais d'environ.	550,000 fr.
Pour les chemins français.	391,000
Pour les chemins belges faits par l'État.	270,000
Pour les chemins allemands de.	201,000
Pour les chemins américains de.	96,500