

amène d'importants changements dans le matériel ou même dans l'art de les construire? On est réduit, nous regrettons de le dire, à se contenter de quelques règles empiriques déduites de l'étude des chemins de fer déjà établis, règles dont la plus grande partie a déjà été exposée précédemment en traitant des considérations générales qui doivent présider au choix des tracés, et qui se trouveront complétées par l'indication des limites de courbure ou de pentes adoptées dans certains cas donnés pour le tracé des chemins de fer.

Limites de courbure. — Les courbes sur les chemins de fer à *grandes vitesses* les mieux exécutés ont en général de 800 à 1,000 mètres de rayon au moins (chemins de Liverpool à Manchester, Liverpool à Birmingham, Londres à Birmingham, Londres à Bristol, Paris à Lyon, Paris à Strasbourg). 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 8 roues à essieux mobiles du système américain. Sur les chemins américains, on est descendu même au-dessous de cette limite¹.

Ces chemins ont été construits il y a quelques années. Aujourd'hui, selon M. Couche, les Allemands renoncent assez généralement à l'emploi du matériel américain, 5 ou 600 mètres de rayon sont le minimum qu'ils cherchent à atteindre, au prix même de sacrifices assez grands. Ce n'est que dans les stations que les ingénieurs admettent sans scrupule des rayons qui nous paraissent d'une petitesse excessive, et dont l'influence sur le matériel est d'autant plus destructive, que les manœuvres se font, en Allemagne, presque exclusivement par les changements de voie.

Un rayon de 2 à 300 mètres suffit lorsqu'on emploie des chevaux courant au trot, ou qu'on se sert de machines traînant de fortes charges à de très-petites vitesses (chemin de Roanne à Saint-Etienne, chemin des houillères de Newcastle et du pays de Galles méridional).

¹ Michel Chevalier, *Voies de communication*.

Enfin, avec des chevaux allant au pas, on pourra adopter un rayon aussi petit qu'on le voudra, puisque alors rien n'empêchera d'employer les roues mobiles sur l'essieu, le système Laignel ou tout autre système ayant pour but de diminuer la résistance dans le circuit.

« Les courbes d'un très-faible rayon ne doivent plus d'ailleurs être considérées comme des obstacles insurmontables, dit M. Boulanger¹, même pour les grosses machines à marchandises à six roues couplées, telles que celles du chemin de Paris à Strasbourg. On sait en effet que le service du matériel et de la traction de cette Compagnie, placé sous la direction de M. Sauvage, a exploité, pendant quatre mois et sans aucun accident, l'embranchement de Metz à Forbach, sur la voie de ceinture exécutée provisoirement autour de la montagne de Steinberg, avec une rampe de 0^m,006 et des courbes de 150 mètres de rayon. On avait eu le soin d'augmenter quelque peu l'écartement des rails, de manière à diminuer les frottements. On usa quelques bandages, mais le service ne fut pas interrompu. »

Le fait articulé par M. Boulanger est vrai. Mais nous ajouterons, pour qu'on n'en tire pas des conséquences trop absolues, qu'en passant dans les courbes de 150 mètres avec une machine à six roues on a fait un véritable tour de force, afin de ne pas interrompre le service, que les machines ne marchaient qu'au pas et qu'elles éprouvaient une fatigue excessive.

Dans le voisinage des villes, ou aux points d'intersection avec les routes, lorsqu'il faut diminuer la vitesse, les courbes peuvent avoir de moins grands rayons.

Ainsi le chemin de Liverpool à Manchester entrait anciennement à Manchester avec une courbe de 200 mètres, et il se soudait au chemin de Newton par une courbe de 360 mètres.

Sur le chemin de Chester à Crewe, on trouve à la station de Crewe une courbe dont le rayon n'a également que 360 mètres.

Dans les gares belges, on rencontre souvent des courbes de 200 mètres. Les anciennes machines Stephenson à six roues, très-

¹ *Annales des ponts et chaussées.*

communes en Belgique, y passent assez facilement; mais avec les nouvelles machines dans lesquelles un des essieux est placé à l'arrière de la boîte à feu, il convient de donner à ces courbes 250 à 300 mètres de rayon au moins.

On évite avec un soin particulier les courbes de petit rayon sur les fortes rampes, où les chariots descendants marchent souvent animés d'une grande vitesse, et où les chariots montants éprouvent un surcroît de résistance.

Sur le chemin de Vienne à Trieste, toutefois, on s'est trouvé conduit par la configuration du terrain à réduire le rayon des courbes à 180 mètres, même sur des rampes très-fortes au passage des montagnes; mais on ne marche sur ces portions de chemin qu'à de très-petites vitesses; sur celui de Heilbronn à Friedrichshafen, le rayon des courbes n'est que de 227 mètres, les pentes étant de 22 millimètres.

Lorsque deux courbes tournées en sens contraire viennent à la suite l'une de l'autre, il convient de les séparer par un alignement qui ait la longueur d'un convoi au moins; le convoi ne peut pas de cette manière se trouver en partie dans une des courbes et en partie dans l'autre.

Limites de pente. — Sur toutes les grandes lignes récemment construites en France, on s'est attaché à réduire les pentes à 8 ou 10 millimètres, comme au chemin de Strasbourg, et encore n'a-t-on adopté des pentes aussi fortes qu'au passage des portions les plus accidentées sur une petite partie du parcours, tandis que partout ailleurs on s'est attaché à ne pas dépasser la limite de 5 millièmes. Sur le chemin de Lyon, la pente de 8 millimètres s'étend sur un parcours de 36 kilomètres; au chemin de Strasbourg, celle de 8 millimètres sur 20 kilomètres; sur celui d'Orléans, les rampes d'Étampes, inclinées également de 8 millimètres, ont 6,500 mètres de longueur. Au chemin de Londres à Bristol, on trouve une rampe d'environ 1 centimètre, de 5,000 mètres de longueur, et, au chemin de Liverpool à Manchester, des rampes de 11 à 12 millièmes sur un parcours de 2,400 mètres; enfin, sur les chemins de Londres à Brighton et de Londres à Douvres faisant partie de la grande ligne de Londres à Paris, les locomotives re-