

sidéré comme le prolongement de la grande ligne de Newcastle ou d'Édimbourg à Londres vers la mer.

3° Le chemin de Londres à Douvres (South-Eastern-Railway), qui, avec celui de Londres à Bristol, établit, dans le sud de l'Angleterre, la communication entre la mer du Nord et l'Océan.

4° Les chemins de Liverpool à Manchester et de Manchester à Leeds, qui forment les deux chaînons les plus importants de la ligne qui réunit l'Océan à la mer du Nord, aboutissant d'une part à Liverpool, et de l'autre à Hull.

5° Les chemins de Newcastle à Carlisle et de North-Shields, qui traversent, comme les précédents, l'Angleterre de l'orient à l'occident.

6° Le chemin belge de la vallée de la Vesdre entre Liège et Aix-la-Chapelle.

7° Les chemins du midi de la Suisse dits chemins de l'Ouest. Enfin nous classerons parmi les chemins à pentes fortes :

1° Les chemins de Gloucester à Birmingham, de Hetton à Sunderland, de Darlington à Stockton, et de Cromford à Peakforest en Angleterre.

2° Ceux de Saint-Étienne à Andrezieux, Saint-Étienne à Lyon et Roanne à Saint-Étienne, d'Alais à Beaucaire, en France.

3° Les chemins allemands de Vienne à Trieste, les chemins saxo-bavarois de Brunswick à Harzbourg et de Stuttgart à Ulm.

4° Les chemins du nord de la Suisse et du Jura industriel.

5° Le chemin italien de Turin à Gênes.

CHEMINS A PENTES FAIBLES.

De Paris à Lille, Valenciennes, Boulogne. (CHEMIN DU NORD.) —

Les premières études du tracé du chemin du Nord remontent à une époque déjà éloignée.

Dès 1851 et dans les années qui suivirent, des plans dressés par les soins d'une société particulière furent successivement débattus au sein des conseils municipaux et des conseils généraux des départements. A cette époque, la lutte commença entre les localités dont les intérêts étaient contraires. Elle devint plus vive lorsque les en-

quêtes s'ouvrirent sur les projets de M. Vallée, ingénieur en chef, chargé, en 1854, par le gouvernement, « de chercher le moyen le meilleur de réunir entre eux les trois royaumes de France, d'Angleterre et de Belgique. » Telle était la lettre de ses instructions.

Le tracé de la ligne mère avait été étudié dans deux directions principales : l'une par Saint-Denis, Creil, Saint-Quentin, pour aboutir à Valenciennes ; l'autre par Saint-Denis, Creil, Amiens, Arras et Lille. La première ligne conduisait directement à Bruxelles, mais elle allongeait sensiblement le parcours de Paris à Londres. La seconde entrait en communication directe avec les chemins du nord de la Belgique en se prolongeant sur Roubaix et Turcoing ; elle se liait aux chemins du Midi par un embranchement entre Douai et Valenciennes, et se prêtait mieux que la ligne par Saint-Quentin à la construction d'embranchements sur Boulogne, Calais et Dunkerque. Mais ce ne furent pas là les raisons qui lui firent accorder la préférence par le gouvernement. Le ministre des travaux publics, dans le rapport qu'il présenta aux Chambres le 15 février 1858, adoptant le système défendu depuis lors par M. Teisserenc, fit valoir en faveur du tracé par Amiens le parallélisme de la ligne de Saint-Quentin et des canaux.

« Déjà la ligne par Saint-Quentin, dit le rapport, possède une série de voies navigables les plus actives, les plus perfectionnées qui existent sur la surface du royaume ; ces voies ont contribué à un développement rapide de l'industrie des contrées qu'elles traversent et à raison de la nature des marchandises qu'elles transportent et du faible prix auquel ces transports s'effectuent ; elles feraient aux chemins de fer une concurrence nuisible et peut-être ruineuse. La ligne d'Amiens, au contraire, trouve sur une partie de son développement une contrée dépourvue de communications faciles et économiques avec le centre du royaume, et qui n'attend, pour donner son essor au commerce et à son industrie que les débouchés qui lui manquent ; enfin elle rencontre un canal qui aboutit à la mer, et qui, cette fois, loin de nuire au chemin de fer, comme la ligne de Saint-Quentin, lui viendra en aide en lui permettant de s'approprier toutes les marchandises que le canal amènera dans l'intérieur du pays. »

A cette époque, on attachait encore une grande importance aux faibles pentes. « Le tracé par Amiens et Arras, dit le ministre, admet des pentes dont le maximum est de $3\frac{1}{2}$ millimètres; mais *cette infériorité* sur le tracé primitif par Saint-Quentin, dont les pentes n'étaient que de 3 millimètres, est peu sensible dans la pratique, et il n'est pas démontré que les études définitives ne puissent la faire disparaître. »

Les études définitives, en réalité, loin de conduire à une réduction dans le maximum des pentes, ont porté ce maximum à 5 millimètres.

Le tracé de la ligne mère une fois arrêté, les débats ont eu lieu sur celui des embranchements vers l'Angleterre. M. Vallée avait étudié deux combinaisons différentes, et donné la préférence à la construction simultanée de trois lignes, savoir : la ligne d'Amiens à Boulogne par Abbeville et Étaples; celle de Lille à Calais par Aire, Saint-Omer et Watten; et enfin celle de Watten à Dunkerque.

De 1838 à 1843, plusieurs commissions de la Chambre des députés, la Chambre elle-même, les ministres enfin qui se succédèrent au pouvoir, eurent tour à tour à exprimer leur opinion sur la combinaison proposée par M. Vallée. Partout elle rencontra une approbation pour ainsi dire unanime.

En 1843, la Compagnie avec laquelle M. le ministre des travaux publics avait traité pour l'exploitation du chemin de fer du Nord introduisit à son tour dans le débat un tracé nouveau, dû à la main habile et expérimentée d'un ingénieur anglais, M. Robert Stephenson. Dans ce tracé, le point d'intersection de l'embranchement de Calais avec le tronc principal se trouvait placé, non plus à Arras, mais à Ostricourt, petit village situé entre Lille et Douai.

Une commission de la Chambre des députés se prononça en faveur du tracé de M. Stephenson; mais ce tracé fut repoussé par la Chambre des pairs.

Citer le rapport rédigé à cette occasion par M. le comte Daru, c'est présenter le résumé des plus hautes considérations que l'on puisse faire valoir à l'appui du tracé d'un chemin de fer.

« Les bénéfices de l'exploitation du chemin d'Ostricourt, dit M. Daru, seront incontestablement plus considérables que ceux ré-

sultant de l'exploitation de tous les autres tracés. Non que cette augmentation probable de produits soit due à la présence, sur cette direction, de villes plus populeuses, plus riches, de routes plus fréquentées : les circonstances, à cet égard, sont analogues de part et d'autre; mais elle provient de ce que les inflexions de cette ligne imposent à la circulation existante un détour, un déplacement dont le revenu profite. Autrement dit, le nombre de kilomètres parcourus est plus grand pour un même nombre de voyageurs. »

Nous avons vu d'ailleurs que ce tracé économiserait au Trésor (l'État construisant le chemin) dix à douze millions.

« Voilà les avantages réels, incontestables, qu'il présente. Au point de vue financier, il n'y en a pas qui puisse lui être comparé.

« Dès lors on comprend que M. Stephenson, qui opérait pour le compte d'une Compagnie particulière, et la commission de la Chambre des députés, qui délibérait à une époque où l'industrie des chemins de fer était en souffrance, où les capitalistes se montraient timides, défiants; où la formation des associations nécessaires pour l'application de la loi du 11 juin 1842 était tout au moins fort incertaine, on comprend que M. Stephenson et la commission de la Chambre des députés se soient prononcés en faveur de la ligne d'Ostricourt.

« Reste à savoir si, abstraction faite de ces considérations particulières, le double avantage que nous venons d'indiquer (peu de frais de premier établissement et concentration du trafic) l'emporte sur le double inconvénient inhérent à l'exécution de cette ligne : l'allongement de 20 kilomètres de la distance comprise entre Paris et Londres, et l'allongement de 22 kilomètres de la distance comprise entre Lille et Dunkerque.

« La majorité de votre commission, messieurs, ne le pense pas. Le rattachement de la ligne de Calais du côté de Carvin lui paraît grever d'une manière fâcheuse et permanente des transports dont le bas prix est absolument nécessaire, ceux de la circulation partielle.

« En effet, 1° si ce tracé était adopté, Arras, chef-lieu du département du Pas-de-Calais, centre important d'expédition vers la capitale, se trouverait privé de moyens de communication avec Béthune,

Lillers, Aire, Saint-Omer, c'est-à-dire avec les principaux sièges du commerce local, qui resteraient eux-mêmes sans liaison entre eux, ou, du moins, qui auraient à parcourir, pour communiquer les uns avec les autres, des distances doubles ou triples des distances réelles qui les séparent. Or, entre ces villes, les échanges sont continus et les rapports fréquents. Les marchés qui s'y tiennent chaque semaine, ici pour les toiles, là pour les grains, ailleurs pour les huiles, attirent un grand nombre d'individus allant et venant sans cesse. Arras est le marché central vers lequel gravitent ces divers mouvements, qui se déplaceraient par suite des inflexions de la ligne projetée. Le chemin de fer de Carvin les attirerait vers Douai, ville aujourd'hui sans commerce, sans industrie, qui deviendrait avant peu le centre de toutes les opérations commerciales, car Ostricourt est une station trop insignifiante pour pouvoir être jamais autre chose qu'un lieu de passage sans importance. La circulation serait donc plus coûteuse, plus compliquée, et troublée dans son cours et dans sa pente naturelle.

« 2° La voie de Boulogne, par le littoral de la Manche, étant écartée, il convient de ne pas allonger outre mesure la route d'Angleterre, de ne pas ajouter 20 ou 25 kilomètres encore aux 55 kilomètres de longueur que la ligne d'Arras présente de plus que la ligne de Boulogne. On peut bien penser qu'une heure d'augmentation dans la durée du trajet influera peu sur l'activité des voyages de long cours; mais on ne saurait affirmer que la circulation internationale ne souffrira point d'un allongement de 80 kilomètres et de l'élévation de la dépense qui en résulterait.

« 3° Dunkerque se trouve déjà à une grande distance de Lille par le tracé d'Hazebrouck; il en est à 86 kilomètres, tandis que la ligne de fer directe aurait 75 kilomètres seulement. On a rejeté la pensée d'une ligne droite, comme trop dispendieuse et comme ne se reliant pas au réseau du Nord. En subissant cette nécessité, il faut éviter au moins de trop séparer l'une de l'autre deux villes dont la communauté d'intérêts est visible et se révèle par une circulation très-considérable. Sans parler du transport des marchandises, le mouvement seul des voyageurs de l'une ou l'autre extrémité est en effet représenté par 2 millions de kilomètres parcourus chaque

année. L'économie résultant pour les voyageurs d'une abréviation de 20 kilomètres sera donc représentée par un nombre total de 480,000 kilomètres, et, si l'on suppose que cette circulation double, hypothèse bien modérée assurément, par l'effet du chemin de fer, l'économie sera de 960,000 kilomètres, ce qui équivaut, en formant pour tarif appliqué 7 actions, à une valeur de 67,000 fr. par année, laquelle somme, capitalisée à 4 pour 100, représente 1,680,000 fr.

« Pour apprécier l'avantage financier de la combinaison d'Ostricourt, il faut tout compter : il faudrait, par conséquent, retrancher de la somme de 12 millions, provenant de la différence des devis, celle de 1,680,000 fr. qui profiterait sans doute à la Compagnie exploitante, mais au préjudice des populations traversées. On voit donc que l'épargne est moins considérable qu'on ne le suppose; elle se réduit à 8 ou 10 millions selon les tracés; que serait-ce si l'on faisait le même calcul pour la circulation de la ligne d'Arras à Dunkerque et à Calais ?

« 4° Enfin la ligne d'Ostricourt satisfait moins bien que celle d'Arras aux conditions de la défense. L'une se replie, en effet, vers la capitale, s'abrite derrière les rives de l'Aa, de la Deule, de la Lys et des canaux, touche à des places importantes, etc., tandis que l'autre, au contraire, remonte vers le Nord, se rapproche de la frontière, et est par cela même plus accessible aux tentatives de l'ennemi. Elle ne permet pas, en cas d'attaque, de faire arriver aussi promptement des ordres, des troupes ou des munitions sur les points menacés.

« La majorité de votre commission pense donc que de pareils inconvénients sont de nature à contre-balancer les avantages d'une exécution plus économique et d'une exploitation plus fructueuse. »

Dans une autre partie de son rapport, M. Daru s'exprimait dans les termes suivants sur le degré d'importance qu'un gouvernement doit attacher aux économies à faire sur le capital de la construction.

« Une économie de 7,650,000 fr. est certes un argument considérable en faveur du tracé de M. Stephenson. Nous n'admettons pas que l'on soit recevable à le traiter avec dédain. Nous avons bien

entendu formuler, nous avons même lu, dans le rapport des ingénieurs, le singulier reproche que voici : « C'est là, dit-on, un tracé de compagnie, cherchant les longs détours pour gagner davantage, et les travaux faciles pour dépenser moins. » Et l'on ajoute d'ordinaire que le gouvernement doit être animé de préoccupations différentes, qu'il doit avoir plus de prévoyance de l'avenir, plus de soins des intérêts généraux, moins de soucis du produit net et de la dépense. Messieurs, sans discuter en ce moment les avantages ou les inconvénients des deux systèmes, nous nous permettons dès à présent de rappeler qu'aux termes de la loi du 11 juin 1842 ce n'est pas seulement la compagnie exploitante, c'est aussi et surtout le Trésor qui paye les frais de construction première. Or l'État est intéressé, tout comme les compagnies, à mesurer les travaux sur leur utilité réelle, à proportionner les sacrifices qu'il s'impose aux avantages qu'il espère. Le point de vue du gouvernement et celui de l'industrie privée ne sont pas aussi divergents qu'on le suppose et qu'on aime à le répéter. L'administration doit compter; elle ne doit pas affecter trop de mépris pour les considérations économiques et financières. Cela peut paraître mesquin, puéril, indigne d'un grand pays comme la France et de son gouvernement; mais, à notre avis, rien n'est plus sérieux, plus nécessaire et plus sage. Pour nous, la question n'est pas de savoir s'il est théoriquement vrai que les compagnies ont telle ou telle tendance, que l'administration tombe dans tel ou tel excès contraire; si ces reproches, que mutuellement on se renvoie, de préoccupations avides ou de profusions ruineuses sont plus ou moins mérités; tout cela peut trouver place dans des discussions de système, et nous n'avons pas à nous en préoccuper ici. Nous avons uniquement à voir, dans chaque cas particulier, si l'importance des travaux que l'on demande est justifiée par l'importance des besoins auxquels ces travaux s'appliquent, et cela, quel que soit le moyen d'action que l'on emploie; nous avons donc à examiner si une économie de 7,630,000 fr. est achetée trop cher au prix d'un allongement de parcours de 20 kilomètres. Toute la question est là; nous ne faisons que la poser en ce moment; plus tard nous chercherons à la résoudre. »

Ailleurs, M. Daru examine jusqu'à quel point le gouvernement doit, en déterminant le tracé des grandes lignes de chemin de fer, respecter les existences créées, les droits acquis.

« De l'examen des faits, dit-il, il résulte que, pour respecter les droits acquis, ou plutôt les existences créées, établies sous la garantie et par l'effet d'habitudes anciennes, pour éviter des perturbations toujours fâcheuses dans la situation économique du pays, il faudrait donner la préférence à la ligne d'Amiens.

« D'un autre côté, pour satisfaire un plus grand nombre d'intérêts, pour rendre plus productifs les capitaux engagés dans la spéculation, il faudrait donner la préférence à la ligne d'Arras.

« Ainsi voilà deux principes en présence, tous les deux utiles et bons à observer, et que l'on ne peut pas appliquer simultanément. Lequel doit fléchir ? Lequel doit l'emporter ? Telle était la question à résoudre. Votre commission, messieurs, l'a mûrement examinée. Voici le résultat de ses délibérations.

« Il n'en est pas des chemins de fer comme des moyens vulgaires de locomotion. Les routes peuvent se multiplier, se ramifier à l'infini sur la surface du territoire, aller chercher en quelque sorte tous les besoins. Les voies de fer ne le peuvent pas. Elles entraînent avec elles trop de dépenses de construction, de surveillance, d'administration, pour que, dans l'état actuel des faits connus, on puisse songer à les distribuer, nous ne disons pas avec cette profusion, mais en proportion même de tous les besoins. Bien des révolutions s'accompliront dans la science, bien des changements s'opéreront dans la situation de l'industrie, avant que le réseau voté en 1842, où les lignes les plus importantes ont pu seules trouver place, soit construit. Par conséquent, il y aura bien des souffrances, il y aura un grand trouble porté dans la situation respective des diverses localités et dans les conditions de leur richesse relative. Aussi approuvons-nous hautement la juste sollicitude avec laquelle le gouvernement et les Chambres cherchent à diminuer, autant que possible, les maux inévitables, à ménager les transitions, à éviter ces déplacements de circulation qui dépouillent les uns au profit des autres. La sagesse, la justice, l'intérêt à venir des chemins de fer, le commandent. C'est une règle en dessous de toute application aux

cas spéciaux; la commission veut avec raison généralement l'appliquer.

« Mais, lorsque l'application de cette règle a pour résultat de porter atteinte au principe fondamental de l'établissement des voies de fer, lorsqu'elle conduit à en multiplier l'emploi au delà des besoins, sans les proportionner à l'activité des relations existantes, ou à rendre ruineuses des entreprises qui auraient pu sans cela être profitables; alors mieux vaut, selon nous, produire un mal en quelque sorte individuel et local, par des mesures toujours regrettables en elles-mêmes, mais nécessaires, qu'un mal public et général, par des mesures conçues dans un faux esprit de conciliation. »

Les pentes du chemin de fer du Nord ne dépassent jamais 5 millièmes. De Paris à Soisy, dans la vallée de Montmorency, elles sont généralement de moins de 3 millièmes; à Soisy, on commence à s'élever vers Franconville, en suivant une rampe qui a environ 6 kilomètres de longueur, et dont la pente a 3 ou 4 millièmes; de Franconville, on descend à Pontoise par une pente à peu près semblable. De Pontoise à Clermont, les pentes sont ordinairement de 3 millièmes et au-dessous; de Clermont à Quincampoix, on gravit une rampe d'environ 4 millièmes, de 21 kilomètres de longueur, et de Quincampoix, on redescend vers Amiens par une pente qui varie de 2 à 4 millièmes. D'Amiens à Miraumont, les pentes ne dépassent généralement pas 3 millièmes. Un peu plus loin, on trouve une rampe de 4 à 5 millièmes sur une longueur de 8 kilomètres, puis une pente de même inclinaison sur 5 kilomètres. Les pentes varient jusqu'à Douai entre 3, 4 et 5 millièmes; mais, comme elles se succèdent sur de petites longueurs avec des inclinaisons en sens contraire, elles ne sont pas défavorables à la traction. Le profil de Douai à Templemar est à peu près semblable. De Templemar à Wattignies, on suit une rampe de 5 millièmes sur 2,500 mètres environ; puis le profil jusqu'à Turcoing offre une série de pentes et contrepentes variant de 1 à 5 millièmes. Le profil de l'embranchement de Douai à Valenciennes présente une grande analogie avec celui de Douai à Turcoing.

Les courbes de Paris à Saint-Just ont toutes au delà de 1,000 mètres de rayon. De Saint-Just à Amiens, on trouve deux courbes de

800 mètres. Au delà d'Amiens, les courbes ont également 1,000 mètres au moins de rayon, à l'exception de celle de 524 mètres de rayon au raccordement de l'embranchement de Valenciennes, tout près de Douai ; d'une autre de 500 mètres, près de la station de Lille, et d'une troisième de 620 mètres à la station de Turcoing.

Les pentes de 4 à 5 millièmes ne paraissent pas nuire à l'exploitation en ce qui concerne le transport des voyageurs ; mais, lorsqu'elles s'étendent sur une certaine longueur et se trouvent sur des parties de trajet où la courbure du chemin accroît déjà la résistance, elles nécessitent quelquefois pour la traction des convois de marchandises l'emploi de machines de renfort.

On reproche au tracé du chemin du Nord le grand nombre de courbes, surtout dans certaines parties du trajet où il semble qu'on aurait pu les éviter, et la fâcheuse position de ces courbes dans des tranchées aux abords des stations.

A peine sorti de Paris, entre cette ville et la Chapelle-Saint-Denis, où sont placés les ateliers et la gare des marchandises, on trouve une partie de la ligne recourbée en S dans une tranchée où les trains ne peuvent s'apercevoir que d'une petite distance.

A Pontoise, les abords de la station, placée à l'extrémité d'une tranchée courbe et près d'un pont dont les remblais masquent les convois, sont considérés comme très-dangereux. Un passage à niveau dans ces conditions eût été préférable à un pont.

A Saint-Denis, la station se trouve également près d'un pont, et entre deux tranchées dont la courbure est en sens contraire.

De Clermont à Ailly, le tracé est très-tortueux et presque toujours en tranchées ou en remblais.

A Douai, les fortifications masquent les abords de la station, et on avait laissé subsister, tout auprès, des ponts tournants que la Compagnie a regardés comme tellement dangereux, qu'elle leur substitue des ponts fixes.

La station de Breteuil est placée sur une rampe de 2 millièmes et demi, qui rend souvent difficiles la manœuvre et le départ des trains de marchandises.

On reproche aussi au tracé du chemin du Nord la multiplicité des passages à niveau : on en compte 1 par 1,200 mètres ; c'est en

même temps une cause d'accidents et une lourde charge pour l'exploitation.

Les travaux d'art du chemin du Nord n'offrent aucune particularité digne d'intérêt. Les travaux de terrassement ont été assez considérables. Sur certains points, ils ont présenté de grandes difficultés d'exécution, par exemple, la tranchée des Ogiers, entre Lille et la frontière belge, tranchée qui a été creusée par des procédés décrits dans le *Portefeuille de l'Ingénieur*.

Deux stations sur le chemin du Nord méritent d'être étudiées : la station de départ à Paris et la station d'Amiens, commune aux chemins du Nord et d'Amiens à Boulogne. La charpente de la station de Paris est remarquable par sa légèreté.

On trouve, sur le chemin du Nord, quatre stations à point de rebroussement : celle d'Amiens, de Lille, de Valenciennes et de Douai. On a établi des courbes de raccordement pour éviter aux convois l'entrée dans la station.

Le chemin du Nord est l'œuvre de deux habiles ingénieurs des ponts et chaussées, MM. Onfroy de Bréville et Busche.

Chemin de Paris à Rouen. — Le chemin de Rouen est l'un des chemins projetés, il y a quelques années, dans le système des pentes les plus faibles. Les études du projet, qui a été mis à exécution, ont été faites par deux ingénieurs distingués du corps des ponts et chaussées, MM. Bellanger et Polonceau, que l'on a vus avec peine privés de la gloire de mettre à exécution cette grande œuvre qu'ils avaient si habilement préparée.

Ce chemin, qui longe sur une grande partie de son parcours les rives de la Seine, ne présente nulle part des pentes dépassant $0^m,00562$ par mètre, et le rayon des courbes n'y est pas de moins de 1,285 mètres.

Pour obtenir ce double résultat et pour diminuer le parcours, on a dû percer quelques-uns des mamelons que la rivière contourne. Aussi trouve-t-on sur le chemin de Rouen plusieurs tunnels d'une certaine longueur, parmi lesquels nous citerons celui de Rolleboise, long de 2,700 mètres, et exécuté en deux années.

Le tracé du chemin de Rouen, adopté à une époque où déjà l'on attachait moins d'importance à suivre la ligne la plus directe, passe