

Ce qui distingue surtout ce chemin des autres chemins anglais et en fait un sujet digne d'étude pour l'ingénieur, c'est le grand nombre de courbes de petit rayon que l'on a dû admettre pour lui tracer son passage à travers un pays assez accidenté. Plusieurs n'ont pas au delà de 400 mètres de rayon.

Les travaux de terrassement sur ce chemin sont importants. Le plus considérable de tous est la grande tranchée de Cowran, longue de 1,600 mètres, dont le cube a été de 700,000 mètres. M. Wishaw prétend qu'elle a été percée à forfait par un entrepreneur au prix minime de 85 centimes par mètre cube; mais il faut observer qu'une partie seulement des terres a été portée en remblai dans l'axe du chemin; le reste a été retroussé.

Parmi les ouvrages en maçonnerie du chemin de Carlisle, nous nommerons en première ligne le grand viaduc de Corby, qui traverse la rivière Eden à environ 5,500 mètres de Carlisle, à une hauteur de 50 mètres au-dessus du niveau des basses eaux. Ce viaduc est entièrement construit en grès rouge. Il se compose de 5 arches en plein cintre de 24 mètres d'ouverture, posant sur des pieds-droits de 4<sup>m</sup>,80 d'épaisseur.

**Chemin de Malines à Cologne.** — La Belgique, pays généralement plat et peu accidenté, se trouvait dans les circonstances les plus favorables à l'établissement des chemins de fer, et l'on a pu s'y imposer des conditions de tracé assez rigoureuses.

C'est ainsi qu'on a adopté, sur la presque totalité du réseau belge, 4 millimètres pour maximum des pentes et rampes, et 1,000 mètres pour rayon minimum des courbes; cette dernière limite n'étant pas toutefois de rigueur dans le voisinage des stations.

Seule, la portion de la ligne de l'Est établie dans la vallée de la Vesdre, et qui s'étend de la Meuse à la frontière prussienne, s'est trouvée soustraite aux conditions générales, tant par la grande hauteur à franchir dans un aussi court trajet (188 mètres sur 58 kilomètres environ) que par suite des nombreux accidents de terrain qui sont accumulés en cet endroit plus que sur aucun autre point de la Belgique.

Nous voulions d'abord, en nous conformant strictement à la classification que nous avons établie, décrire séparément la section

de la Vesdre parmi les chemins à pente moyenne. Mais nous nous sommes décidé à considérer l'ensemble de la ligne de l'Est, par ce motif que la première section, de Malines à Ans, est parfaitement propre à donner une idée des autres chemins belges. Elle se trouve en effet dans les conditions communes, mais ce n'est sans quelque difficulté qu'on a pu l'y soumettre. Cependant elle présentait par elle-même trop peu d'intérêt pour nous occuper spécialement, et nous n'aurions eu d'ailleurs nulle autre part occasion d'en parler.

Les plans inclinés d'Ans à Liège, des détails desquels nous nous occuperons plus tard, trouveront ici naturellement leur place au point de vue du tracé.

Enfin, nos lignes de démarcation étant ainsi enfreintes une première fois, nous n'avons plus vu d'obstacle à décrire ainsi comme complément le chemin rhénan, qui fait suite, sur le territoire prussien, à la ligne belge de l'Est, et qui présente quelques particularités remarquables.

De Malines à Wespelair, on descend quelque temps, mais de 1 mètre seulement, puis on s'élève vers Ans d'une manière continue jusqu'à une légère contre-pente que l'on rencontre avant Tirlemont.

On passe ainsi à Louvain, à Tirlemont, à Landen, à Warremens, et l'on arrive à Ans, c'est-à-dire à 86 mètres environ au-dessus du point de départ.

A mesure qu'on s'éloigne de Malines, les accidents de terrain se multiplient et deviennent plus considérables; aussi le chemin de fer est-il presque continuellement tracé en courbe. Entre Malines et Louvain, sur une longueur de 25,600 mètres, on trouve encore deux grands alignements, l'un de 10,000 mètres environ, l'autre de 4,000 mètres. Mais, entre Louvain et Waremme, sur une longueur de 42,840 mètres, les courbes se succèdent presque sans discontinuité, sauf deux alignements de près de 3,000 mètres. De Waremme à Ans, distants l'un de l'autre de 19,670 mètres, le railway, se maintenant sur le plateau supérieur de la chaîne qui sépare la Meuse de l'Escaut, ne présente au contraire que deux courbes et trois alignements de 3 à 10 kilomètres.

Quoique cette section ait dû traverser un pays déjà plus accidenté que n'en rencontrent les autres lignes, elle s'est pourtant tenue, comme nous le disions plus haut, à peu près dans les conditions générales.

Une seule pente présente le chiffre de 0,0042; une seule courbe a son rayon au-dessous de 1,000 mètres; c'est celle qui se trouve à la sortie de la station de Malines, et qui n'a que 500 mètres de rayon sur 426 mètres de développement.

Le plateau qui se termine au village d'Ans, situé à 4,000 mètres de la Meuse, et qui forme en quelque sorte un des faubourgs de la ville de Liège, est élevé de 118 mètres au-dessus du lit de la Meuse, et pourtant la station, qui est à son extrémité orientale, n'est éloignée du fleuve que de 4 kilomètres.

Une différence de niveau si considérable ne pouvait être franchie dans un aussi court espace sans qu'on fût obligé de sortir des conditions de pente et de courbure qu'on s'était imposées; toutefois des études multipliées furent d'abord faites dans plusieurs directions pour s'assurer s'il n'était pas possible de descendre vers la Meuse par un tracé développé de manière à ne pas dépasser une pente de 5 millimètres.

L'examen des divers tracés qui furent présentés et qui comprenaient des remblais de 17, 20, 24, 29 mètres de hauteur, des viaducs au-dessus du chemin, hauts de 42, 50 et 77 mètres, fit renoncer à ce projet, et adopter définitivement la descente au moyen de plans inclinés desservis par des machines fixes.

La dénivellation totale est rachetée par deux plans inclinés en ligne droite de 1,980 mètres de longueur, réunis par une courbe horizontale de 350 mètres de rayon, de sorte que chacun d'eux est précédé et suivi d'un palier. Leur pente maxima est de 0<sup>m</sup>,03, mais le passage de l'horizontale à cette inclinaison extrême a lieu insensiblement au moyen de pentes intermédiaires, de la manière suivante :

## PLAN SUPÉRIEUR.

Longueurs	90 mè.	Pentes	0,015	Hauteur franche	1 <sup>m</sup> 35
—	1,150 —	—	0,030	—	34 50
—	628 —	—	0,028	—	17 58
—	112 —	—	0,014	—	4 57
Longueur totale	1,980 mè.	Pente moyenne	0,0283	Hauteur totale	55 <sup>m</sup> 00

## PLAN INFÉRIEUR.

Longueurs	80 mè.	Pentes	0,015	Hauteur franche	1 <sup>m</sup> 20
—	1,275 —	—	0,030	—	38 19
—	489 —	—	0,028	—	13 69
—	158 —	—	0,014	—	4 92
	1,980		0,0283		55 <sup>m</sup> 00

Il paraît qu'on aurait pu arriver à Liège dans les conditions ordinaires, en quittant le tracé actuel à Waremme, et en se dirigeant de là vers la Meuse par la vallée de la Jaar. Mais ce projet eût amené le chemin sur le territoire hollandais, et, s'il fut jamais mis en avant, il dut être écarté par des considérations politiques.

Du pied des plans inclinés, le chemin se dirige horizontalement jusqu'à la Meuse, qu'il franchit à environ 8 mètres au-dessus des eaux moyennes sur un grand pont dit du Val-Benoît. Il a cinq arches, de 20 mètres d'ouverture chacune. Sa longueur totale est de 150 mètres. Il donne à la fois passage au chemin de fer, aux voitures et aux piétons.

Ici commence le tracé de la Vesdre.

Deux systèmes se présentaient pour s'élever du fond de la vallée de la Meuse jusqu'au plateau d'Eupen, où se trouve la frontière de Prusse : celui d'une rampe forte et continue, et celui de pentes douces réunies par des plans inclinés avec machines fixes.

Après avoir discuté les divers projets présentés pour le tracé de cette section, après avoir envoyé en Angleterre une commission d'ingénieurs pour y examiner en détail les divers railways à fortes pentes et à plans inclinés qui y sont en exploitation, on a adopté le premier système, celui des rampes fortes et continues.

L'inclinaison moyenne est de 0<sup>m</sup>,00494; mais les rampes les plus ordinaires sont 0<sup>m</sup>,005 et 0<sup>m</sup>,006, et l'on en peut citer de 0<sup>m</sup>,008 et 0<sup>m</sup>,009. La rampe de 9 millimètres n'a été adoptée qu'en un seul point et sur une petite longueur, 334 mètres. On l'a substituée à un plan incliné primitivement projeté à la station de Verriers. Les rayons des courbes atteignent quelquefois 1,400 et 1,500 mètres, mais le plus souvent ils sont au-dessous de 1,000 mètres, et descendent à 700, 600 et même 480 et 320 mètres.

Les tableaux suivants offrent un résumé des rampes et des courbes employées dans cette section.

1° Tableau des inclinaisons et des longueurs correspondantes.

INCLINAISONS.			LONGUEURS			RAPPORT DES COURBES AUX ALIGNEMENTS.	OBSERVATIONS.
PENTES.	RAMPES.		TOTALE.	ALIGNEMENTS.	COURBES.		
	mini- mum.	maxi- mum.					
»	mm. de 5	à 4	11,692	5,744	5,948	1,05	de rayon. Courbes de 800 à 1,500 m.
»	5	5,1	3,503	204	3,099	15,20	<i>Id.</i> 900 à 1,000
»	5	2	604	»	604	»	<i>Id.</i> 2,000
»	»	5,5	1,769	506	1,463	4,78	<i>Id.</i> 1,000
»	6,5	6,8	1,588	695	893	1,28	<i>Id.</i> 1,000 à 1,400
»	5	6	4,270	1,971	2,299	1,17	<i>Id.</i> 500 à 1,200
»	6,7	6,7	490	490	»	»	<i>Id.</i> »
»	»	»	260	260	»	»	Palier. »
»	5	4	1,693	388	1,505	5,62	Courbes de 320 à 1,600
»	6	6,9	2,757	101	2,656	26,10	<i>Id.</i> 700 à 2,000
»	5,1	5,8	2,778	766	2,012	2,62	<i>Id.</i> 600 à 650
»	9	9	334	334	»	»	<i>Id.</i> » »
»	4,1	5	655	»	655	»	<i>Id.</i> 320 à 480
»	7	»	187	187	»	»	<i>Id.</i> » »
»	8	»	5,834	429	3,405	7,93	<i>Id.</i> 600 à 1,000
»	6	»	1,159	25	1,154	45,56	<i>Id.</i> 708 à 1,100
2,7	»	»	681	645	58	0,06	<i>Id.</i> » »
»	»	»	38,032	12,543	25,489	»	

2° Tableau comparatif des courbes par leurs rayons, leur nombre et leur développement moyen.

NOMBRE DES COURBES.	RAYON.	DÉVELOPPEMENT	
		TOTAL.	MOYEN.
10	2,000 à 1,400	6,952	695
10	1,000	5,159	516
4	900	4,411	1,025
2	800	1,455	726
6	700	5,904	651
1	650	550	550
2	600	1,600	800
1	500	585	585
1	480	276	276
2	520	919	460
59	»	25,484	651
37	Alignements.	12,543	340

On voit, d'après les tableaux qui précèdent, que jusqu'à 680 mètres de la frontière le chemin s'élève d'une manière continue à 188 mètres de hauteur, puis redescend de 1 mètre environ, et se trouve ainsi à 187 mètres au-dessus du point de départ, après un parcours total de 58,052 mètres. Sur cette longueur, les parties courbes occupent un développement deux fois et demie plus grand que celui des alignements. Cependant les fortes pentes et les courbes roides et multipliées n'ont pas suffi pour triompher des accidents du terrain; il a fallu en outre traverser dix-sept fois la même rivière, la rejoindre, et percer dix-huit souterrains de 50 à 637 mètres de longueur. Parmi les ponts, celui de Dolhain est remarquable: il a 20 arcades de 10 mètres d'ouverture et de 17 à 18 mètres de hauteur.

Le chemin Rhénan, qui va de la frontière et de la petite ville d'Eupen à Cologne par Aix-la-Chapelle, Eschweiler et Düren, a été construit dans des conditions à peu près analogues à celles des chemins belges.

L'inclinaison maxima est de 0<sup>m</sup>,005, et l'on n'en trouve pas trois

aussi fortes. L'une est une rampe de 162 mètres de long au sortir d'Aix. Les deux autres sont des pentes de 204 mètres chacune. On arrive à Aix par un plan incliné à machine fixe. Mais on aurait pu l'éviter, si l'on n'avait expressément tenu à passer par Aix, et si l'on était descendu en pente directe sur Düren.

Quant aux courbes, il n'y en a qu'une seule de 800 mètres de rayon après la station d'Eschweiler. Sur tout son parcours de 82 kilomètres, le chemin descend d'une manière presque continue, car il n'y a en tout que cinq rampes assez courtes. La pente moyenne est de 2<sup>mm</sup>,46 seulement.

Entre la frontière et la Roër, le tracé est très-sinueux, à cause du grand détour fait pour passer à Aix, ville de première importance, et à Eschweiler, bassin houiller très-abondant. Après quoi on trouve des alignements dont les plus grands sont de 4,500 à 5,000 mètres; la longueur la plus ordinaire étant de 2,000 mètres. Plus loin, on en rencontre de 13,000 mètres et même de 25,000 mètres. Ces deux derniers, réunis par une courbe de 6,000 mètres de rayon, forment l'arrivée à Cologne. La plus grande difficulté que l'on ait eu à surmonter dans l'exécution de ce chemin a été de franchir le faite qui sépare l'Erft du Rhin. On n'a pu y parvenir qu'en perçant un souterrain de 1,620 mètres dans des terrains difficiles aux environs de Kœnigsdorf.

**Chemin de l'Ouest (Suisse).** — Bien que le chemin de Genève à Versoix ne soit pas construit par la compagnie de l'Ouest (Suisse), nous comprendrons sous le nom de chemin de l'Ouest (Suisse) toute la ligne à établir ou établie dans les cantons de Genève et de Vaud, de Genève à la frontière du Valais, ainsi que celle déjà établie de Morges à Yvedun, avec prolongation dans l'avenir vers le nord de la Suisse.

Le chemin de Genève à Lausanne, portion importante de cette ligne construite sur la rive droite du lac Léman, suit le flanc d'un coteau assez ondulé. La partie que traverse le chemin de fer présente en général une pente douce vers le lac. Quelquefois cette pente devient insensible, et le terrain offre l'aspect d'un plateau ou même d'une vallée parallèle à celle du lac, séparé de celle-ci par un faite longitudinal très-sensible. Dans tous les cas, le versant, qui descend