

Le service se fait uniquement avec le matériel américain propre au service des chemins à petites courbes, et avec un matériel spécial que nous décrirons.

M. Lechatelier pense qu'on aurait pu, en exécutant un tunnel, réduire les pentes pour les passages du Sømmering à 10 millimètres par mètre, et qu'on a sacrifié, sans motifs bien décisifs, les intérêts de l'exploitation à l'économie des frais de premier établissement.

Il fait une observation semblable pour le chemin de Stuttgart à Ulm, où l'on aurait pu réduire de 22 à 10 millièmes la pente d'un plan incliné.

Le chemin de Sømmering se trouvera prochainement en concurrence avec le chemin François-Joseph prolongé, qui, partant de Caniza, rejoindra Trieste sans avoir à franchir le faite élevé, de sorte que Vienne se trouvera en communication avec Trieste par un chemin d'à peu près même longueur que celui de Sømmering, mais beaucoup plus économique au point de vue de l'exploitation aussi bien qu'à celui de la construction.

Chemins saxo-bavarois : section de Neuenmarkt à Marktschor-gast¹. — De Nuremberg jusqu'au Neuenmarkt, c'est-à-dire jusqu'au pied du Fichtelgebirge, montagne qui sépare les bassins du Main et de la Saale (un des affluents de l'Elbe), ce chemin ne présente, sauf des rampes très-courtes, que des inclinaisons de 5 millimètres au plus, et, à l'exception des stations, que des courbes de 292 mètres de rayon au moins.

Mais le terrain présente, à partir de Neuenmarkt jusqu'à la frontière saxonne, des difficultés telles, qu'on crut devoir s'arrêter d'abord à l'idée d'un chemin desservi par des chevaux. On ne tarda pas toutefois à reconnaître que cette solution modeste ne répondait nullement, même d'après les évaluations les plus modérées, aux exigences du trafic ; d'ailleurs, on n'eût pas évité, même à ce prix, des travaux très-coûteux et hors de proportion avec le résultat obtenu. On se décida donc à étudier le tracé au point de vue de l'application du matériel américain.

¹ Extrait de la 2^e livraison de 1852 des *Annales des mines*, mémoire de M. Couche

Parmi les diverses directions étudiées dans l'avant-projet, une seule, la vallée du Streitmühl (ou Schwarzbach), pouvait se prêter à l'établissement d'un chemin de fer. Tout le terrain occupé par cette vallée, d'une largeur très-variable, fut levé par courbes horizontales, et ce travail préliminaire abrégé et facilita singulièrement les études de détail.

Plus on avançait dans cet examen, plus les obstacles semblaient grandir; un moment même le mode de traction fut de nouveau mis en question, et on revint, en désespoir de cause, à l'idée des plans inclinés à câbles.

Une circonstance particulière pouvait d'ailleurs justifier, jusqu'à un certain point, cette solution, quand même elle n'eût pas paru la seule possible. On avait constaté, sur les hauteurs qui dominent Rohresreuth, l'existence d'une source probablement assez abondante pour permettre l'établissement d'une balance d'eau, combinaison déjà proposée par l'ingénieur Robinson pour le chemin de Pottville à Danville (États-Unis); mais ce projet fut bientôt abandonné à son tour.

Indépendamment des inconvénients inséparables de la remorque des trains au moyen d'un câble, des doutes s'élevaient sur la constance du débit de la source qui devait alimenter la balance.

Ramenés de nouveau en présence de la locomotive comme seule solution acceptable, déterminés d'ailleurs, par une longue expérience du système américain et de ses inconvénients, à n'imposer au matériel aucune concession de ce genre, les ingénieurs bavarois ont déduit de la discussion des exemples connus les limites d'inclinaison et de courbures compatibles avec ces conditions, et dirigé leur tracé en conséquence.

La station de Neuenmarkt est située sur un palier de 3,304 mètres, et à 552^m,24 au-dessus du niveau de la Méditerranée. Le chemin présente, à partir de ce point, des rampes de 14 millimètres, 25 millimètres, 24^{mm},6 et 2^{mm},5, sur des longueurs respectives de 1,664, 2,498, 1,780 et 1,129 mètres, et atteint le palier de la station de Marktschorgast à la cote de 510 mètres. Une hauteur de 157^m,76 est donc rachetée sur un développement de 7,071 mètres (inclinaison moyenne, 22^{mm},5).

Les rayons de courbure varient entre 1,168 et 292 mètres; cette dernière limite n'est atteinte qu'une seule fois, à l'entrée de la station de Marktschorgast, et sur 194 mètres de longueur; en rampe, le rayon minimum est de 438 mètres.

Quant au profil, ce n'est pas par l'inclinaison, si inusitée qu'elle soit, c'est par la longueur jusque-là sans exemple de la rampe qu'il est surtout remarquable. Des rampes de 25 millimètres et au delà étaient, depuis plusieurs années déjà, desservies par des locomotives, mais leur longueur ne dépassait pas 3 kilomètres, 5^k,5 au plus. Sur une rampe deux fois plus longue, les conditions pouvaient être gravement modifiées. Suffirait-il encore d'aborder le pied de la rampe avec une machine bien préparée, la chaudière bien en vapeur, le foyer bien rempli, le niveau d'eau très-élevé? Réussirait-on constamment à maintenir sur une pareille étendue la pression au degré nécessaire, à se mettre en garde contre les chances de ralentissement et d'arrêt, devenues bien plus graves en raison du développement de la rampe? La régularité du service serait-elle assurée en dépit de l'état des rails, de la direction et de l'intensité du vent? Un succès accidentel, un succès d'expérience, n'était pas douteux; mais il y avait une véritable hardiesse à compter sur le succès de tous les jours.

L'établissement du chemin entre Neuenmarkt et Marktschorgast a exigé des travaux également remarquables par leur importance, par quelques particularités de construction, et par leur caractère parfaitement en harmonie avec la nature sévère et grandiose de cette contrée.

De Neuenmarkt jusqu'au pied de la montagne, c'est-à-dire sur une longueur de 1^k,66, le tracé suit à peu près la pente du sol; il entre en tranchée à 2 kilomètres au delà seulement sur 290 mètres de longueur et 8^m,80 de profondeur, mais dans un terrain de grauwacke et de schiste argileux très-dur qui a exigé l'emploi presque continu de la poudre. Le chemin se maintient à mi-côte entre les kilomètres 4 et 5, sauf la traversée de trois ravins très-profonds; puis il entre en tranchée d'une faible longueur (292 mètres), mais sur 27^m,70, 12^m,50 et 16^m,60 de profondeur maximum, mesurée respectivement à partir des arêtes des talus et sur l'axe du

chemin. L'ouverture de cette tranchée à travers un terrain de grauwacke et de schistes amphiboliques a entraîné de très-grandes dépenses de main-d'œuvre et de poudre. A partir de là jusqu'au palier de Marktschorgast, c'est-à-dire sur une longueur de 2 kilomètres à peu près, les tranchées et les remblais se succèdent à des intervalles très-rapprochés ; mais cependant, à cause des profondes coupures et des pentes abruptes du terrain, les hauteurs de déblai et de remblai mesurées sur l'axe atteignent encore respectivement 7^m,7 et 16 mètres.

La grande disproportion qui existe entre les cubes de déblai et de remblai, et la nécessité de réduire celui-ci au minimum (les emprunts exigeant l'ouverture de véritables carrières d'une exploitation dispendieuse), ont conduit à adopter un mode particulier pour la formation des remblais. Ce sont des ouvrages mixtes, participant à la fois des remblais proprement dits et des viaducs. Ils se composent d'un noyau formé des déblais meubles et en petits fragments, flanqué de deux murs en pierres sèches construits avec les fragments plus volumineux provenant aussi des tranchées, et maintenus eux-mêmes par deux murs de soutènement maçonnés en gros blocs de schiste micacé provenant de deux grandes carrières situées près de Marktschorgast. Tout ce massif est profondément enraciné dans le sol, et repose sur le roc vif taillé en gradins. Les talus ne sont pas plans ; les parements des murs de soutènement sont des surfaces cylindriques ; la coupe verticale du parement extérieur est un arc de cercle de 41 mètres de rayon, dont le centre est à 9^m,64 au-dessus de la crête du remblai. L'inclinaison du talus sur la verticale est de 14° 30' au sommet, et atteint 45° à 18^m,40 au-dessous du niveau des rails ; à partir de cette limite, quand la hauteur du remblai la dépasse, la tangente en ce point est substituée au prolongement de l'arc, pour éviter un empatement exagéré. Il va sans dire que cette disposition a été adoptée pour les parties à mi-côte comme pour les remblais complets.

Vers la partie supérieure, ce profil se rapproche de la logarithmique qui conduit, pour toutes les sections horizontales, à l'égalité de charge par unité de surface. Il s'écarte peu de la figure d'équilibre, pour le *glissement*, d'un massif homogène et doué de cohé-

sion. Avec les talus plans, la stabilité d'un semblable massif décroît du haut vers le bas; pour qu'elle soit suffisante à la base, il faut qu'elle présente un excès de plus en plus grand vers le sommet.

La stabilité générale est donc, toujours en admettant l'assimilation à un massif homogène, sensiblement la même qu'avec des talus rectilignes ayant pour inclinaison celle de l'élément inférieur de l'arc; et la masse des ouvrages, ainsi que la largeur de terrains qu'ils occupent, est notablement réduite. Pour une hauteur de 18^m,40 par exemple, la largeur de l'emprise et la section du massif sont inférieures respectivement de 16 mètres et de 185^m²,56 à celles qu'exigerait un simple remblai, avec talus plans à 45°; et la largeur en couronne étant de 9^m,60, la largeur à la base et la masse de l'ouvrage sont réduites, l'une de 35, et l'autre de 56 pour 100.

Indépendamment de toute appréciation théorique, de toute hypothèse sur la forme des surfaces de rupture virtuelle, ce profil est justifié, au moins dans sa disposition générale, par l'observation même des phénomènes que présentent souvent les remblais à talus plans et revêtus. Ces talus deviennent convexes, se roidissent beaucoup à la base, et cet accroissement d'inclinaison, joint à la dislocation des matériaux du revêtement, compromet la stabilité de toute la masse.

Un profil concave, avec une flèche notable, et un élément supérieur très-peu incliné sur la verticale ne peut d'ailleurs s'appliquer qu'à des talus revêtus, ou tout au moins consolidés par des moyens artificiels: il suppose l'existence de la cohésion, qui est presque nulle dans les remblais naissants; et, fût-elle rétablie, elle ne résisterait pas longtemps à l'action de la pluie, des gelées, etc., action dont le profil théorique ne tient pas compte, et qui, sans altérer la figure d'équilibre, entraînerait l'éboulement graduel des talus¹. Une grande cohésion superficielle est du reste souvent indispensable, même pour les talus plans et beaucoup moins roides que le talus naturel; de sorte qu'une forme voisine de la figure d'équilibre

¹ On sait que l'effet des dégradations de surfaces est précisément de mettre peu à peu en évidence la figure d'équilibre dans les remblais à talus rectilignes; ce phénomène a été observé depuis longtemps dans plusieurs tranchées.

pourrait sans doute être appliquée assez fréquemment, sans aggraver beaucoup les dépenses de consolidation ou d'assèchement, et dès lors avec une économie très-notable.

L'épaisseur de maçonnerie, tant en pierre sèche qu'en pierre de taille, est, au sommet, de 2 mètres sur chaque flanc; elle augmente graduellement avec la profondeur. Les joints sont normaux aux parements. Ces murs sont couronnés par de gros blocs de grès formant un parapet très-massif de 0^m,51 de haut et de 1^m,75 d'épaisseur. De nombreuses gargouilles débouchant sur les flancs assurent l'assèchement du noyau central.

Le cube total s'élève à 49,250 mètres pour la maçonnerie en pierre sèche, et à 40,390 mètres pour la maçonnerie de mortier; soit en tout 89,640 mètres pour les 7 kilomètres 71 mètres, ou en moyenne 12^m3,6 par mètre courant.

Le plus remarquable des ouvrages de ce genre est celui qui a été exécuté pour le passage du Schützengraben, que le chemin de fer traverse à une hauteur de 52 mètres. L'épaisseur des murs, à la base, atteint 12 mètres, et celle de tout le massif, mesuré horizontalement, 52 mètres.

Le chemin saxo-bavarois est l'œuvre de l'ingénieur Kemtz.

Chemin de Brunswick à Harzbourg. — Ce chemin part de Brunswick et se développe, pendant une grande partie de son parcours, dans la plaine qui s'étend depuis le pied des montagnes du Harz jusqu'au littoral de la mer du Nord et de la mer Baltique; son profil ne présente des inclinaisons supérieures à 5 millièmes qu'aux abords de la station de Wissembourg à la limite de la plaine. A partir de cette station, le chemin gravit les premières pentes de la montagne en se tenant moyennement au niveau du sol; son inclinaison croît successivement jusqu'à 27^{mm},7, limite qu'elle atteint à la station de Harzbourg, placée à l'entrée d'une gorge profonde, à 8 kilomètres environ du sommet de Broken. Le tableau ci-joint donne la longueur et l'inclinaison des rampes qui se succèdent depuis Wissembourg jusqu'à la station de Harzbourg.