

Souterrains. — Les souterrains sur les chemins de fer sont nombreux. Les plus remarquables sont le souterrain de la Nerthe, sur le chemin d'Avignon à Marseille, long de 4,600 mètres; celui de Blaisy, sur le chemin de Lyon, mesurant 4,000 mètres; celui du Credo, au chemin de Lyon à Genève, long de 3,900 mètres; celui de Rilly, sur l'embranchement de Reims, d'une longueur de 3,500 mètres; celui de Hommarting, sur le chemin de Strasbourg, ayant 2,780 mètres, et enfin celui du Hauenstein, au chemin de fer Central (Suisse), long de 2,500 mètres.

Sur le chemin de Roanne à Tarare, tronçon du chemin de Lyon par le Nivernais, récemment concédé, on sera obligé de percer un souterrain plus long encore que celui de la Nerthe: il aura 6,000 mètres de longueur.

Les méthodes qui ont été suivies pour le percement de ces souterrains sont celles usitées depuis longtemps. Nous n'avons donc pas à les décrire; mais l'on vient d'entreprendre le percement du mont Cenis par un procédé nouveau, qui a été décrit dans le journal la *Presse* par l'habile et savant rédacteur M. Figuier. Nous le décrirons aussi, mais à la fin du second volume seulement, dans le chapitre spécial consacré à l'exposition des nouvelles méthodes. Les appareils du mont Cenis ayant alors fonctionné pendant un certain temps, on se fera de leur efficacité une idée plus juste qu'on ne le pourrait aujourd'hui.

Construction de la chaussée. — Après avoir, au moyen des travaux de terrassement et des travaux d'art, adouci convenablement la pente du terrain sur la ligne que doit suivre le chemin de fer, il convient de ne pas poser encore la voie au fond des tranchées ou sur la crête des remblais et même sur les ponts en maçonnerie. Le sol généralement terreux des tranchées ou des remblais, se convertissant en une boue épaisse, cesserait d'offrir une base suffisamment solide, et la voie ne tarderait pas à se déranger de telle façon, qu'il deviendrait impossible de la parcourir à grande vitesse.

La maçonnerie étant, au contraire, trop rigide, le passage des ponts deviendrait fatigant en même temps pour le voyageur et pour le matériel si elle se trouvait en contact immédiat avec la voie.

Il est donc absolument nécessaire d'interposer entre le terrain naturel ou les assises de maçonnerie et la voie en fer une chaussée artificielle, perméable à l'eau, qui soit moins susceptible que le sol naturel de se déformer et moins rigide que la maçonnerie.

On appelle *ballast* la matière dont se compose cette chaussée ; le sable est le ballast le plus généralement employé.

Dans les tranchées, la chaussée est toujours bordée des deux côtés par des fossés dans lesquels se réunissent les eaux qui coulent le long des talus et celles qui proviennent de la chaussée elle-même.

Il est essentiel que la chaussée qui porte la voie en fer soit toujours aussi sèche que possible. Il ne faut donc négliger aucun moyen de donner écoulement aux eaux qui pourraient la détruire.

La capacité des fossés doit être proportionnée à la plus grande quantité d'eau que peuvent y amener les pluies les plus abondantes, et leur profondeur doit être au moins aussi grande que l'épaisseur de la chaussée.

Les longues tranchées sont souvent difficiles à dégorger ; sur le chemin de Versailles (rive gauche), on vide les fossés de la grande tranchée de Clamart au moyen de *puits absorbants* creusés de 500 mètres en 500 mètres. Ces puits doivent atteindre une couche *absorbante*, c'est-à-dire une couche qui retienne toutes les eaux qu'on y jette. Ce n'est que dans un petit nombre de terrains, d'une composition analogue à celle des terrains des environs de Paris, que l'on trouve de pareilles couches.

Avant d'établir la chaussée au fond des tranchées, on donne au sol une légère inclinaison partant de l'axe du chemin vers l'emplacement des fossés ; sur les remblais, dont le tassement est toujours plus fort vers les bords que sur l'axe, cette opération n'est pas nécessaire.

Le sol étant ainsi préparé, on étend une première couche de ballast sur une épaisseur de 25 à 30 centimètres ; on la pilonne avec des espèces de dames de paveur. Le transport de ce ballast se fait en général dans des wagons de terrassement versant de côté

(voy. page 363), et traînés par des chevaux sur une voie de fer provisoire posée *directement* sur le sol à l'emplacement de l'une des voies définitives. Cette première couche de ballast servant de fondation à l'une des voies définitives, la pose peut en être immédiatement commencée.

Cette voie définitive est employée au transport ultérieur du ballast, et l'on peut activer ce transport, qui se fait dans des waggons d'ensablement (voy. page 367) au moyen de machines locomotives.

Que l'on se serve de dés, de traverses ou de longuerines comme moyen de fondation pour la voie de fer, il est très-important que ces supports reposent par une large base sur la couche de sable et la touchent par tous leurs points. Nous nous écarterions de notre but si, dans cet ouvrage élémentaire, nous entrions dans les détails des précautions à prendre pour remplir cette condition. On les trouvera, si on désire se livrer à une étude approfondie du sujet, dans le *Portefeuille de l'ingénieur*.

Les supports de la voie placés et bien assis sur leur base, on remplit encore avec du sable bien pilonné l'espace qu'ils laissent entre eux, de manière à les envelopper parfaitement, précaution nécessaire pour les maintenir dans leur position et pour préserver les bois de la pourriture. La chaussée est alors complétée. *Un bon ensablement de la voie est une condition de durée pour le chemin et de sécurité pour les voyageurs.*

Sur une voie mal ou médiocrement ensablée, non-seulement les traverses se détruisent rapidement ou se déplacent facilement, mais on est exposé aux plus graves accidents lorsque les machines sortent de la voie.

Dans les tranchées, le ballast est quelquefois soutenu le long des fossés par de petits murs en *Pierre sèche* (figure 109), c'est-à-dire par des murs en pierres simplement juxtaposées sans interposition de mortier et perméables à l'eau. D'autres fois, c'est le talus naturel de la couche de sable elle-même qui borde le fossé.

En Suisse, en Bavière (chemin du Palatinat) et dans le duché de Bade, le chemin n'est pas composé exclusivement de ballast. Des

massifs en terre ont été ménagés, comme l'indique la figure 110, le long des fossés (chemin Suisse) et même au milieu (chemins Bavarois et Badois) (fig. 111), afin d'économiser le ballast. Ces massifs sont traversés de distance en distance par des saignées servant à assainir les cuvettes.

On avait adopté une disposition semblable sur les premiers chemins de fer construits en France, mais l'on ne tarda pas à reconnaître qu'en introduisant les pinces sous les traverses pour les relever, on attaquait souvent les massifs et provoquait ainsi le mélange de la terre et du ballast. L'entretien des saignées est d'ailleurs fort coûteux, et elles sont sujettes à s'engorger.

Sur le remblai, les fossés sont supprimés, et les talus de la couche de sable font suite à ceux du remblai; l'eau s'écoule de part et d'autre ou pénètre dans l'intérieur. Mais les grands remblais tassant toujours plus ou moins, on conserve, lors de la construction, deux petites banquettes sur la crête du remblai. A mesure que le tassement a lieu, on relève la voie en rapportant de nouvelles épaisseurs de ballast sous les supports; et, comme la crête de ce ballast doit conserver toujours la même largeur, sa base s'étend

et ses talus finissent par se raccorder avec ceux du remblai.

Sur des terrains très-mous, délayés par des courants d'eau, ou sur des terrains marécageux, il serait impossible, sans de certaines précautions, d'établir une voie durable.

Sur le chemin de Wissembourg, la chaussée reposant en tran-

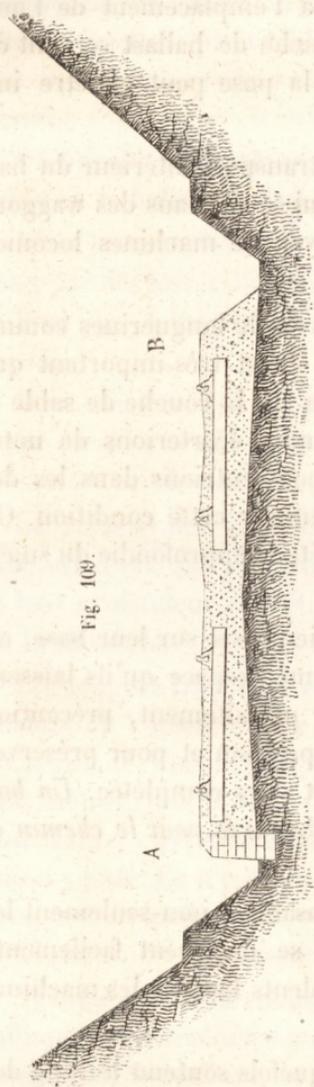


Fig. 109.

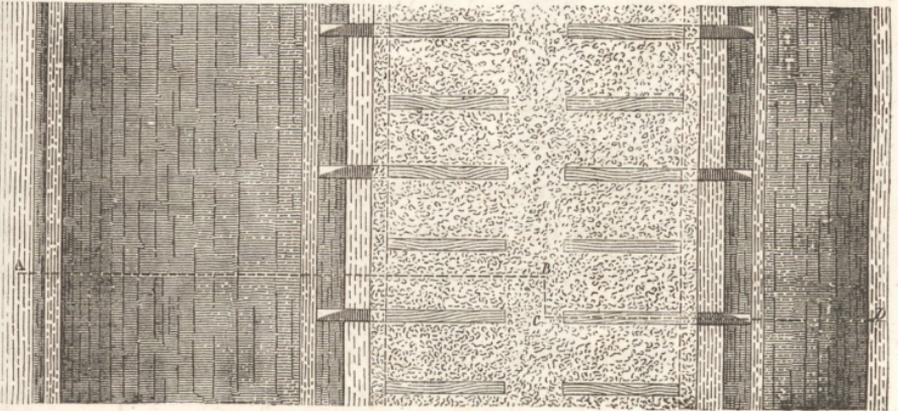
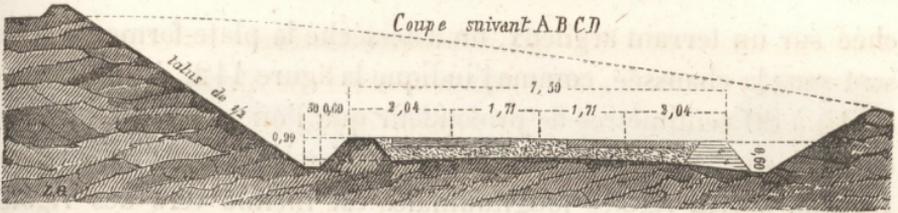
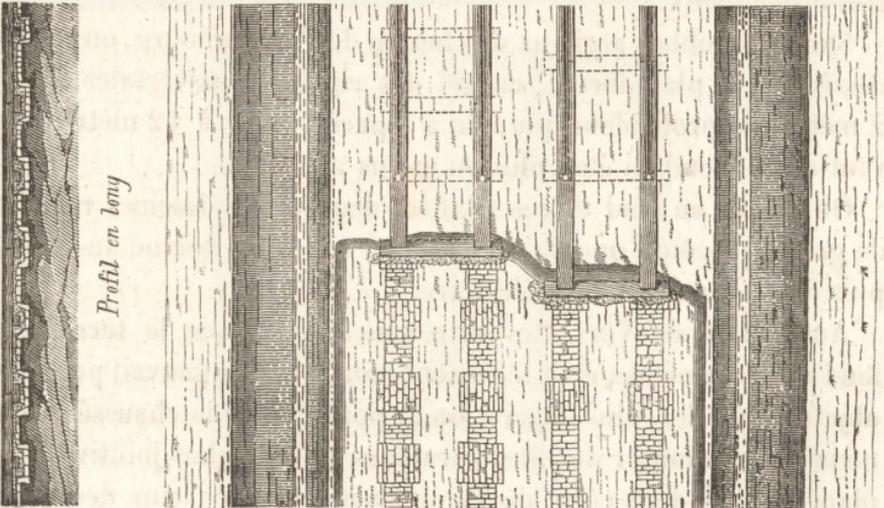


Fig. 110. — Chemin Suisse.



Plan



PECARD.

Fig. 111. — Chemin Badois.

chée sur un terrain argileux, on a desséché la plate-forme en creusant sous la chaussée, comme l'indique la figure 112, des rigoles de 15 à 20 centimètres de profondeur que l'on remplit de gravier d'abord sur 12 à 15 centimètres de profondeur, puis de mousse. Le fond de ces rigoles longitudinales est incliné vers des rigoles transversales traversant la plate-forme d'un fossé à l'autre, de telle façon que les eaux sont inévitablement conduites par ces rigoles dans les fossés.

Dans une autre tranchée où la plate-forme était établie sur un terrain compact, argileux, on a creusé des rigoles longitudinales d'une faible profondeur au bord de la chaussée (fig. 113). On a posé au fond de ces rigoles des tuyaux de drainage que l'on a recouverts de pierraille, puis, de distance en distance, on a dégorgé ces tuyaux dans des tuyaux transversaux.

Le terrain étant humide sur une grande épaisseur, on a donné à la rigole une profondeur de 80 centimètres, en sorte qu'elle descendait au-dessous du fossé. On a posé au fond des tuyaux de drainage inclinés vers les extrémités, on les a recouverts de paille d'abord, puis d'un mélange de ballast et de glaise, et on a dégorgé les tuyaux par leurs extrémités ou latéralement.

Dans ce dernier cas, le dégorgement, devenant difficile et ne pouvant s'effectuer souvent qu'à d'assez grandes distances, devenait très-dispendieux.

Sur les remblais argileux du chemin de Wissembourg, on a, pour dessécher la plate-forme, creusé des rigoles transversales de 1 à 2 mètres de profondeur que l'on a espacées de 5 à 12 mètres, suivant que le remblai était plus ou moins aquifère.

On plaçait au fond de ces saignées deux petites fascines remplies de gravier à côté l'une de l'autre, une troisième fascine au-dessus, puis on recouvrait le tout de terre.

Au chemin de Versailles (rive gauche), comme le terrain, au fond d'une tranchée, était tellement mou, qu'il ne pouvait porter les objets même les plus légers, on a, pour établir la chaussée, commencé par enfoncer des files parallèles de planches jointives (palplanches) des deux côtés de l'emplacement de chacun des fossés. On a vidé les terres jusqu'à une certaine profondeur entre les plan-

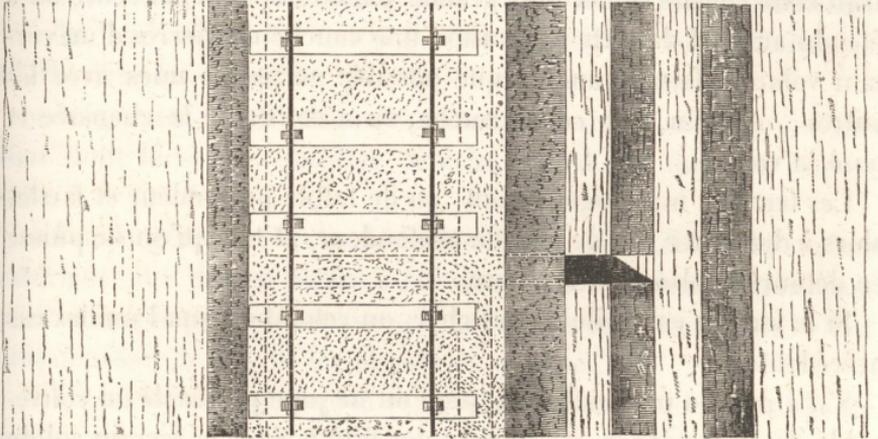
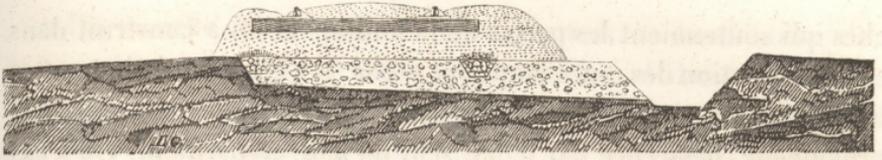
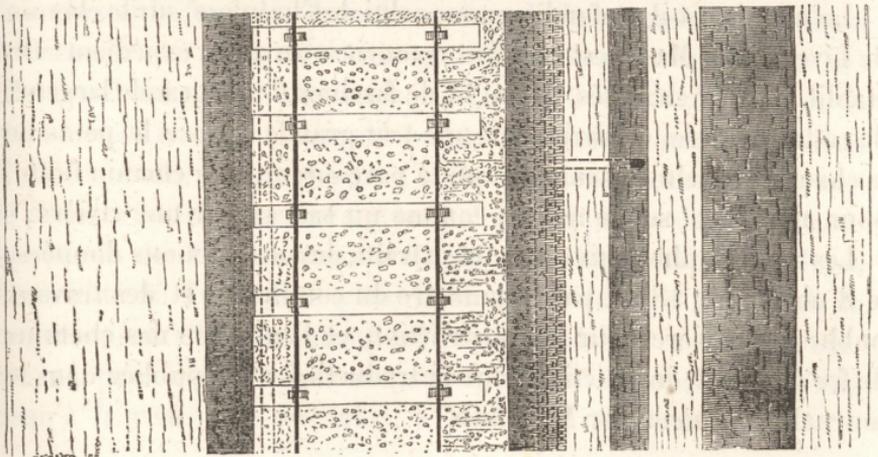
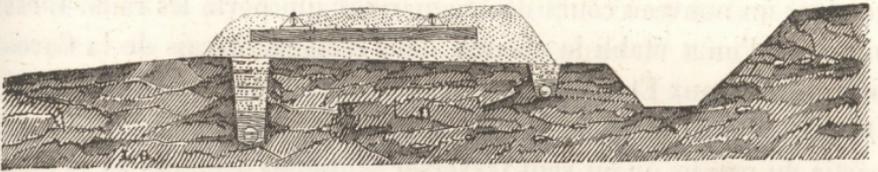


Fig. 112.



PEGAND. 50.

Fig. 113.

ches qui soutenaient les parois de la fouille, et on a construit dans cette excavation des murs en pierre sèche. Il s'est trouvé alors entre les fossés une couche de terre dont l'épaisseur était égale à leur profondeur, desséchée par le fait seul de leur creusement. On a extrait cette couche sur la plus grande partie de son épaisseur, on a étendu au fond de cette excavation une couche de pierres d'un certain volume, faisant autant que possible corps les unes avec les autres ; et enfin, sur cette couche, on a construit la chaussée et posé la voie.

Les terrains marécageux sont, ou de faible profondeur et faciles alors à dessécher, ou de grande profondeur, et tels qu'on ne puisse en détourner aisément les eaux.

Si le terrain est facile à dessécher, on retombe dans l'un des cas précédents.

S'il a peu de profondeur et que l'on ne juge pas facile ou convenable de le dessécher, on enfonce des pilotis dans le terrain solide sur lequel pose le terrain marécageux ; on réunit les têtes de ces pilotis par des *longuerines* ; on pose des *traversines*, et sur ces traversines un nouveau cours de longuerines qui porte les rails. C'est ainsi que l'on a établi le chemin dans certains marais de la Caroline du Sud, aux États-Unis, et à Pontypool, dans le pays de Galles. On peut encore, dans ce cas, combler avec des déblais solides la partie du marais qu'on veut traverser.

Le marais est-il profond, comme celui de Chatmoss, sur le chemin de Liverpool à Manchester, il faut recourir à un autre expédient. On établit alors la chaussée sur un lit de fascines d'une grande largeur ; de cette manière, on divise sur une très-grande surface le poids de la chaussée et celui des convois qui la parcourent, et le chemin flotte, pour ainsi dire, sur le marais comme un radeau sur une rivière.

Les paragraphes suivants sont extraits des instructions données, le 8 novembre 1856, par le ministre du commerce et des travaux publics de Bavière pour la construction, et l'entretien des chemins de fer de l'État, instruction dont la traduction a été publiée dans le journal l'*Ingénieur* par M. Müntz¹.

¹ Nous croyons utile de rappeler que ces instructions sont le fruit d'une longue

« Une couche de ballast de 0^m,60 s'est montrée insuffisante pour les tranchées humides et à fonds imperméables, et il convient de les porter à 0^m,88 en contre-bas de la surface supérieure des traverses. Sur les remblais imperméables elle devrait être de 0^m,73. Cette épaisseur peut être diminuée au fur et à mesure que la perméabilité du fond augmente; toutefois, elle ne doit pas être inférieure à 0^m,60 dans les tranchées, et à 0^m,45 sur les remblais.

« Une couche de 0^m,45 a été reconnue insuffisante dans une station dont le sol n'a pu être asséché que d'une manière imparfaite.

« Une largeur de couche de ballast dépassant de 0^m,15 la surface extérieure des dés en pierre a été reconnue suffisante; tandis que, pour une voie posée sur traverses, la largeur de la couche de ballast doit dépasser de 0^m,30 les abouts de celles-ci.

« L'assèchement prompt et complet du ballast est de la plus haute importance; on l'obtient de la manière la plus parfaite en étendant la couche de ballast sur toute la longueur de la plate-forme. Un moyen également bon, mais bien moins efficace, consiste dans l'établissement de pierrées au travers de la plate-forme de la voie. Ces pierrées sont distantes de 3 à 4^m,50; elles ont 0^m,60 de largeur, et leur fond à pente rapide s'étend jusque sur le talus. Il convient d'établir de ces pierrées partout où elles n'existent pas en dimensions et en nombre suffisants.

« Quand le fond est humide ou rempli de sources, on fait bien de recourir aux tuyaux de drainage. On les place sur un fond en argile damé dans l'axe des voies, et à 0^m,90 en contre-bas de la plate-forme, en ayant soin de la couvrir d'une couche d'environ 0^m,60 de cendres de coke ou d'autres matières perméables avant de poser le ballast. Du drain principal on fait passer dans les fossés du chemin des drains secondaires, qu'on multiplie suivant le degré d'humidité du fond. Une plate-forme ondulée dans le sens de la longueur contribue beaucoup à l'écoulement des eaux de la surface, et, pour cette raison, on prolonge la cavité sous les traverses jusqu'à la rencontre des talus. »

expérience, puisque c'est en Bavière qu'ont été construits, par M. Demis, les premiers chemins de fer allemands à locomotives.

La solidité de la chaussée d'un chemin de fer, et, par suite, celle du chemin de fer lui-même, ne dépend pas seulement du plus ou du moins de soin apporté dans sa construction. Le choix des matériaux qui la composent exerce également la plus grande influence sur sa résistance et sa durée.

Nous indiquerons plus loin les conditions que doivent remplir ces matériaux.