

leur partie supérieure, afin que les roues pussent reposer sur une plus grande surface, et à les fixer, comme nous allons l'indiquer, sur la traverse, par l'intermédiaire de la pièce en fonte nommée coussinet ou chair, de manière à rendre le mode d'assemblage avec les traverses plus parfait. Les rails de ce genre s'appellent *rails à champignons*.

Rails à champignons. — Les premiers rails à champignon, employés sur les chemins de Saint-Étienne à Lyon et de Roanne à Andrezieux, avaient la forme de la figure 121. Le coussinet se composait d'une semelle reposant sur la traverse et de deux saillies S et S' venues de fonte sur cette semelle (fig. 122). Le bourrelet placé au bas du rail se logeait dans une cavité semi-circulaire ménagée dans la saillie la moins élevée, et le rail, s'appuyant sur cette saillie, était maintenu par un coin en bois C remplissant l'espace qui le séparait de l'autre saillie. Le coussinet était fixé à la traverse par des chevilles en fer.

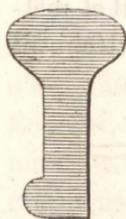


Fig. 121.

La petite saillie du coussinet était à l'intérieur de la voie, le bourrelet des roues frottait, dans les courbes, contre la face latérale du

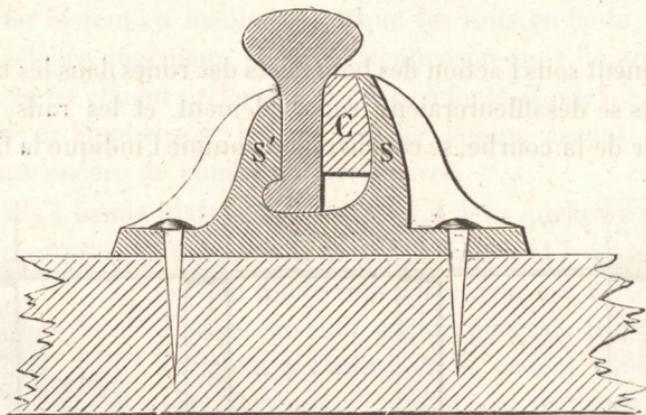


Fig. 122.

champignon la plus voisine de cette saillie, et, cette face usée, il n'était pas possible de retourner le rail bout pour bout afin de la remplacer par la face extérieure. C'est ce qui a déterminé à ajouter un

second bourrelet symétriquement au premier, de manière à obtenir le rail représenté figure 123. Enfin, on a fait des rails (fig. 124) dans lesquels les bourrelets sont remplacés par un champignon absolument semblable au champignon déjà existant. Ces derniers rails peuvent non-seulement se retourner bout pour bout, ils peuvent encore se retourner sens dessus dessous. On a ainsi la faculté de substituer le champignon inférieur au champignon supérieur usé ou fatigué.

La plupart de nos grandes lignes ont été établies avec des rails à double champignon; mais il arrive que, dans ces rails, ainsi que dans ceux à simple champignon, comme l'a fort bien indiqué feu M. Léon Coste, ancien directeur des forges de Decazeville¹ et du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, le métal n'est pas homogène. Celui qui compose le champignon est moins dense, moins bien épuré que celui qui forme la tige. Pour éviter ce défaut, M. Coste avait adopté, pour le chemin de Saint-Étienne, un rail d'épaisseur uniforme (fig. 125) avec bourrelets dans le haut et dans le bas; mais, comme, afin d'éviter l'emploi d'une trop grande quantité de métal, il avait été obligé d'en diminuer la hauteur, le rail se trouva trop flexible, et on revint au rail à champignon.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), on se servit de rails à simple champignon, du même poids que ceux à double champignon, reportant la quantité de métal enlevée aux extrémités du champignon inférieur, partie en dessous du champignon supérieur, partie le long de la tige (fig. 126). On obtint ainsi un rail de même hauteur que le rail à double champignon, du même poids, un peu plus flexible, mais encore suffisam-

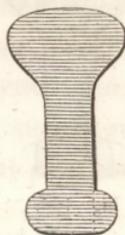


Fig. 123.

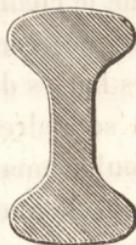


Fig. 124.

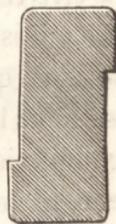


Fig. 125.

¹ *Journal de l'Industriel et du Capitaliste*, année 1856. « Le fer, dans les rails à champignons, dit M. Coste, n'est bien comprimé que dans la partie mince du rail, mais il est refoulé dans toutes les parties arrondies et saillantes. Si on brise la barre, on remarque que la partie mince est d'un grain bien plus serré et bien plus homogène que le champignon, qui, souvent, laisse voir des portions creuses et mal soudées. »

ment rigide, dans lequel le champignon supérieur était mieux soutenu, et dont le métal, sans être entièrement homogène, était d'une qualité plus uniforme. Ce rail, à la vérité, ne pouvait pas se retourner sens dessus dessous ; mais cet avantage est beaucoup moins grand qu'on ne serait porté à le supposer.



Fig. 126.

Remarquons, en effet, que lorsque, en retournant le rail, on fait prendre au champignon supérieur la place du champignon inférieur, ce champignon supérieur, déformé par le frottement, ne se loge qu'imparfaitement dans le coussinet, et que le champignon inférieur, substitué au supérieur, est déjà très-fatigué ; car le rail ne s'altère pas seulement par le frottement : les barres de fer fléchissant entre les appuis au passage des convois et se redressant ensuite, le bas souffre autant que le haut de ce double mouvement. Aussi observe-t-on que les rails retournés au bout de quelques années durent fort peu de temps. Il a même été constaté par M. Grenier, ingénieur principal au chemin de Strasbourg, que les rails, après six et sept ans d'usage, ne pouvaient plus être retournés sans se rompre presque immédiatement.

Le ministre des travaux publics écrivait à la Compagnie, en mai 1857, ce qui suit : « Messieurs, les ruptures de rails sont l'une des causes les plus fréquentes des déraillements qui surviennent dans l'exploitation des chemins de fer, et ces ruptures elles-mêmes proviennent le plus souvent de l'état de vétusté de rails que l'on a retournés après l'usure ou l'exfoliation de l'un des champignons.

« Ces accidents réitérés ont amené à penser que l'opération du retournement des rails est de nature à compromettre la sûreté de la circulation des trains, et qu'il y aurait peut-être lieu de la proscrire. »

Nous ferons remarquer que les rails les plus vieux posés sur la ligne de Strasbourg n'ont cependant pas été employés pendant plus de dix ans.

Le ministre a du reste ordonné une enquête sur la durée des rails retournés ; nous en ferons connaître le résultat à la fin du second volume, s'il y a lieu.

M. Bergeron, qui a été en même temps ingénieur en chef des deux

chemins de fer de Versailles, rive gauche et rive droite, construits la même année avec des rails du même poids, provenant de la même usine, les premiers à simple champignon et les seconds à double champignon, a constaté que ceux à simple champignon s'étaient beaucoup mieux comportés que les autres. Le mouvement a été, à dire vrai, un peu moins grand sur la rive gauche que sur la rive droite. Le fait signalé par M. Bergeron n'en est cependant pas moins très-remarquable.

Les rails devant être introduits, quand on les renouvelle pour l'entretien de la voie, dans le coussinet de haut en bas, et non latéralement, ceux à simple champignon ont encore le mérite de permettre l'emploi de coussinets moins larges et par conséquent moins coûteux. On pourrait au besoin augmenter le poids du rail en y appliquant l'économie faite sur le poids du coussinet.

Quelques ingénieurs, conservant à la tige du rail à simple champignon la même épaisseur qu'à celle du rail à double champignon, et au champignon les mêmes dimensions, ont employé une partie du fer détaché du champignon inférieur à allonger cette tige, comme l'indique la fig. 127. Le rail devient alors plus rigide, mais le métal n'y est pas de meilleure qualité que dans le rail à double champignon, et le champignon n'y est pas plus durable. On peut encore employer le fer enlevé au champignon inférieur en partie à renforcer la tige, en partie à améliorer le champignon (fig. 126).

On a reproché au rail à simple champignon d'être plus difficile à fabriquer que celui à deux champignons. Il résulte, en effet, de sa forme que, le refroidissement de la barre étant inégal, elle tend à se courber plus facilement que la barre symétrique ; mais on obvie aisément à cet inconvénient en prenant certaines précautions.

Les opinions sur les avantages respectifs des rails à simple et à double champignon sont donc très-partagées, et nous inclinons pour les premiers.

En France, on a posé le chemin d'Avignon à Marseille avec des rails à simple champignon, et l'on posera avec des rails de la même espèce toutes les nouvelles lignes du réseau de l'Est, ainsi que le

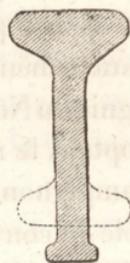


Fig. 127.

chemin de fer Grand-Central, les chemins piémontais et ceux du réseau lombardo-vénitien.

En Allemagne, on emploie presque exclusivement un rail à simple champignon, muni à sa partie inférieure d'une semelle au lieu de bourrelets (fig. 128); la semelle repose immédiatement sur les traverses, et le rail est fixé par des crampons ou avec des vis. On supprime ainsi les coussinets. Ce rail est connu sous le nom de *rail américain* et sous celui de *rail à patin*¹.

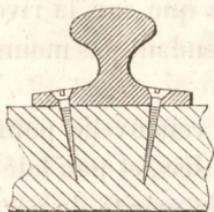


Fig. 128.

On a reproché au rail américain de se renverser dans les courbes; on a dit aussi qu'il était plus difficile à remplacer que le rail à champignon. Des ingénieurs allemands, qui en ont fait souvent usage, nous ont affirmé que, lorsque le patin était suffisamment large et convenablement fixé à la traverse, il conservait sa position, même dans des courbes de petit rayon, les convois marchant à une assez grande vitesse; ils nous ont également assuré qu'on enlevait très-aisément les crampons à l'aide d'un appareil fort simple, de façon que le rail pouvait être remplacé en très-peu de temps.

Ce n'est qu'après avoir recueilli le témoignage de ces ingénieurs que la compagnie de l'Est s'est servie du rail à patin sur les embranchements de Strasbourg à Bâle et de Nancy à Vesoul. La compagnie du Nord a été encore plus hardie que la compagnie de l'Est en adoptant le rail à patin pour le remplacement de ses rails à double champignon, sur la voie principale, où passe un nombre considérable de convois, dont une partie marche à de très-grandes vitesses.

D'après les nombreux écrits qui ont été publiés sur les mérites particuliers du rail à patin, connu sous le nom de rail Vignolles, et plus encore d'après les applications nombreuses qui en ont été faites sur la plupart des chemins allemands, on pourrait croire que la question est définitivement résolue en faveur de ce type.

Il n'en est pourtant pas ainsi : sur quelques lignes de l'État, en Prusse, on conserve encore le rail à double champignon symétrique, supporté par des cornières en fer faisant l'office de mâchoires

¹ On le désigne aussi sous le nom de rail Vignolles, du nom d'un ingénieur anglais, M. Vignolles, qui, le premier, a employé ce rail en Angleterre.

de coussinets, et, sur la ligne bavaroise d'Aschaffembourg à Bamberg, on a posé récemment une voie avec rails à deux champignons inégaux analogues à ceux de la ligne de Paris à Mulhouse.

Quelques ingénieurs allemands même, contrairement à l'opinion de la majorité de leurs collègues, pensent qu'on reviendra au rail à double champignon par les raisons suivantes :

1° La fabrication de ce rail est beaucoup plus simple, et, par suite, moins coûteuse que celle du rail à patin ;

2° La pose de la voie avec le rail à double champignon est infiniment plus facile, plus expéditive ;

3° En cas de rupture d'un rail, le remplacement avec le rail à champignon peut se faire presque instantanément ;

4° Si l'un des champignons est usé, l'autre peut faire encore un long service ;

5° Monté sur coussinets en fonte, il permet d'enfouir les traverses profondément dans le sol, ce qui tend à consolider l'ensemble de la voie tout en conservant le bois pendant un laps de temps plus long qu'en le laissant exposé à l'air ;

6° Monté avec les cornières en fer, il présente tous les avantages du rail à patin sans en avoir les inconvénients ;

7° Il n'oblige pas d'employer pour sa fixation sur les traverses des crampons dont la solidité d'attache n'est jamais parfaite. Lorsque ces crampons s'ébranlent, il faut percer d'autres trous, ce qui, au bout de quelque temps, compromet la résistance de la traverse, qui pourrit beaucoup plus vite.

Le rédacteur de l'instruction sur les chemins bavarois s'exprime de la manière suivante sur les avantages respectifs des rails à coussinets et des rails à base large (rails à patin) :

« Deux systèmes de rails ont été principalement employés jusqu'à ce jour, les rails à coussinets et les rails à base large ; l'expérience n'a pas prouvé de supériorité absolue en faveur de l'un ou de l'autre système, quand on peut se servir de *traverses de bois de l'essence voulue*.

« La simplicité du système de voies et les dépenses moindres de

¹ Ce fait est, avons-nous dit plus haut, très-contesté.

premier établissement parlent en faveur des rails à base large. Une sécurité plus grande et probablement une durée plus grande des rails recommandent le rail à coussinets.

« Avec des dés en pierre de bonne qualité, les rails à base large méritent la préférence, puisqu'ils reposent sur une surface plus grande.

« Quand on n'a pas uniquement des traverses en chêne à sa disposition, et qu'on est forcé de se servir du pin résineux pour traverses intermédiaires, les rails à base large présentent une sécurité suffisante si l'on a soin, 1° d'employer des éclisses à cornières pour faire les joints ; 2° d'intercaler une traverse en plus par longueur de rail dans les courbes ayant moins de 440 mètres de rayon, et 3° enfin si l'on a soin de garnir de platines en tôles au moins trois traverses par longueur de rail dans les courbes extérieures ayant moins de 580 mètres de rayon ; le tout dans la supposition que les rails ne soient pas fixés avec des chevilles en spirales, mais avec des chevilles rectangulaires à crochets.

« Quand on se trouve forcé de se servir uniquement de traverses en pin ou en sapin, on fait bien de donner la préférence au système de rails avec coussinets. »

Constatons toutefois que le rail à patin, adopté sur la plupart des chemins allemands, sur un grand nombre de chemins de fer en Amérique, et sur tous les chemins suisses, commence à être employé en France sur une grande échelle.

Les ingénieurs ne sont pas encore fixés sur la forme et sur les dimensions qu'il convient d'adopter pour ce rail.

Dans les rails les plus nouveaux, on a rendu l'épaulement du champignon horizontal, de telle sorte que celui-ci affecte une forme quasi-rectangulaire. On facilite ainsi, comme nous le verrons plus loin, la consolidation des joints.

Au chemin du Nord le champignon n'est pas entièrement plat au-dessous, il est légèrement incliné, en sorte que l'éclisse le touche par une surface plane. On a ménagé sur le patin une surface plane de même inclinaison. L'éclisse est alors symétrique, ce qui en facilite beaucoup la pose.

Dans l'origine, on a donné à la surface de roulement des rails la

forme convexe. Plus tard, on a aplati cette surface, pensant qu'en augmentant ainsi la largeur du contact entre la roue et le rail, on diminuerait l'usure du rail. Mais on a bientôt reconnu que les petites irrégularités inévitables dans la pose de la voie et l'usure des roues, qui se creusent en forme de gorge, rendaient cette précaution illusoire. Bien plus, on a remarqué que, avec les rails à surface plate, les roues reposaient en général sur une des arêtes du champignon et l'écrasaient. Enfin, les roues étant coniques, elles ne peuvent rouler en ligne droite sur une surface plane sans qu'il y ait glissement, par conséquent frottement et usure. *Aussi en est-on revenu à bomber la surface des rails.*

Restait à fixer le rayon du bombement.

Avec un rayon très-prononcé, les roues coniques ne sont en contact avec le champignon que par un élément très-étroit. Le frottement à la jante est pour ainsi dire insensible; mais, la pression se trouvant répartie sur une petite surface, l'usure des bandages et des rails n'en est pas moins très-rapide. Si le bombement est au contraire trop faible, les roues reposant sur le rail par un élément d'une grande largeur, il en résulte un frottement de glissement à la jante considérable. Il y avait un moyen terme à prendre pour le bombement; la pratique seule pouvait conduire à le déterminer. Celui qui a été adopté pour les derniers rails à patin du chemin du Nord nous paraît être l'expression la plus correcte des résultats fournis par l'expérience sur ce chemin. Le rayon de bombement est de $0^m,200$; le champignon ayant $0^m,629$ de largeur entre les deux extrémités de l'arc, la flèche du bombement devient $0^m,0005$.

Quand une roue repose sur un rail, dans l'intervalle d'une traverse à la suivante, elle fait fléchir le rail, et, par cela même, tend à le rompre. L'expérience et la théorie s'accordent à prouver que, toutes choses égales d'ailleurs, cette rupture a lieu au point où repose la roue. Mais l'intensité de l'action qui provoque la rupture est d'autant plus grande que ce point est plus rapproché du milieu de l'intervalle entre les deux supports. Il est donc rationnel de donner aux rails des sections variables présentant une résistance minima aux points où ils reposent sur les traverses, maxima au milieu de l'intervalle de ces traverses; et on avait adopté, pour les rails en

fonte, la forme dite d'*égale résistance*, représentée dans la fig. 129, dans laquelle la courbe inférieure est sensiblement une ellipse.

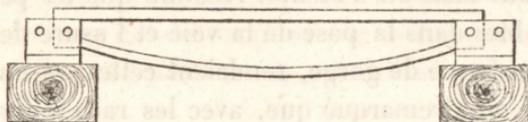


Fig. 129.



Fig. 150.

On avait même imaginé des procédés de laminage fort ingénieux, qui permettaient d'obtenir des rails ondulés en fer (fig. 150). Mais on a bientôt reconnu que l'économie de matière

obtenue par ce moyen était loin de compenser les défauts suivants, inhérents au système des rails ondulés. Dans les courbes, la file extérieure des rails présente une plus grande longueur que la file intérieure. Avec les rails ondulés, l'écartement des traverses est nécessairement invariable; les traverses ne peuvent donc pas être normales aux rails. Il arrive aussi assez fréquemment que le terrain s'affaisse sous l'une des traverses et qu'elle cesse alors de servir d'appui. La portée du rail est ainsi doublée, et sa section est la plus faible précisément au point où il doit résister au plus grand effort. Il est impossible de varier l'écartement des points de support des rails ondulés, comme cela peut se faire avec les rails dont la section est la même dans toute leur longueur (rails parallèles) (fig. 151).

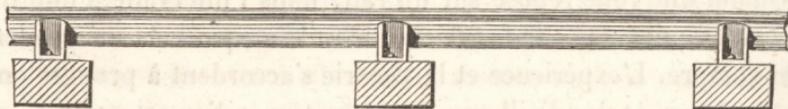


Fig. 151.

Enfin, l'économie que l'on réalise en employant les rails ondulés est bien faible, parce qu'ils sont plus coûteux à fabriquer, et que leur valeur, quand ils sont usés, est bien moindre que celle des rails parallèles qui auraient coûté le même prix.

Aujourd'hui l'on ne fait plus usage que de rails à arêtes parallèles.

Dimensions et poids des rails. — Les dimensions et le poids des rails ont toujours été en croissant, à mesure que les waggons et les machines employés sur les chemins de fer sont devenus plus lourds. Ainsi les premiers rails des chemins de Saint-Étienne à Lyon, et de Roanne à Andrezieux, ne pesaient que 15 kilogrammes par mètre courant, et ceux du chemin de Liverpool à Manchester 17 kilogrammes; les coussinets étaient écartés de 0^m,90. On les remplaça bientôt par d'autres rails pesant 25 kilogrammes par mètre courant, et enfin par des rails de 50 à 57 kilogrammes et demi supportés à des intervalles de 1^m,20.

En Belgique, on a d'abord fait usage de rails ondulés, du poids de 17 à 22 kilogrammes; puis on leur a substitué des rails à arêtes parallèles à simple T, de 25 à 27 kilogrammes, et enfin des rails à double T de 54 kilogrammes.

Les rails à coussinets des chemins qui ont été construits dans ces dernières années pèsent de 57 à 42 kilogrammes par mètre courant; leur longueur est de 6 mètres. Chaque rail à coussinet de 6 mètres, au chemin de Mulhouse, est supporté par cinq traverses intermédiaires, écartées de 1 mètre d'axe en axe l'une de l'autre, et deux traverses de joint qui supportent les abouts des deux rails consécutifs. Les traverses de joint ont, comme nous l'avons vu, des dimensions plus fortes que les intermédiaires, et sont également écartées de 1 mètre de leurs voisines.

Les rails à simple champignon du chemin de Mulhouse ont 150 millimètres de hauteur, la tête du champignon a 65 millimètres de largeur, et la tige 20 millimètres.

Quant à ce qui concerne le rail à patin, tantôt on lui donne une hauteur de 150 à 140 millimètres, avec une épaisseur de corps de 14 millimètres (Cologne à Minden, Sarrebruck); tantôt on se contente de 100 à 110 millimètres pour la hauteur, avec une épaisseur de corps de 20 millimètres (ligne bavaroise). Le modèle du rail à patin le mieux étudié est le rail type du chemin du Nord français, rail qui a été copié par le chemin de l'Ouest suisse. Dans ce rail, la hauteur totale est de 125 millimètres, l'épaisseur du corps