

CHAPITRE IV

CHASSIS, SUSPENSION, ROUES

123. Châssis des locomotives. — On appelle *châssis* la construction qui porte la chaudière et les cylindres, et qui repose sur les boîtes des essieux. Ce châssis est chargé d'un poids considérable et doit résister en outre aux effets de la pression sur les fonds des cylindres et à la poussée transmise par les boîtes. Nous avons déjà dit qu'un piston, ayant un diamètre de 500 millimètres, pouvait être pressé par une force de plus de 20 000 kilogrammes; la même force presse le fond du cylindre, sur lequel la vapeur s'appuie pour chasser le piston : les écrous et les goujons qui fixent le plateau, puis le cylindre et ses attaches sur le châssis, enfin le châssis lui-même sont soumis à cet énorme effort, qui se produit tantôt sur un fond, tantôt sur l'autre ; il faut donc que tous les assemblages de ces pièces soient non seulement très solides, mais encore bien serres : le moindre jeu causerait une rapide dislocation, par suite du changement incessant du sens des efforts.

Le châssis se compose de deux *longerons* en tôle découpée, réunis par une série de pièces transversales ou *entretoises* : on dit qu'il est *intérieur* lorsque les longerons sont placés entre les roues, *extérieur* lorsque les roues sont entre les longerons. Quelquefois le châssis est *double*, avec boîtes intérieures et extérieures; mais on renonce généralement à cette disposition, qui complique la machine sans grand avantage.

Les longerons extérieurs laissent un peu plus de largeur disponible pour le foyer, qui n'est alors limité que par les roues ; mais ils s'entretoisent moins facilement que les longerons intérieurs, surtout lorsque les roues ont un grand diamètre.

On voit aussi sur quelques machines, notamment sur les locomotives à grande vitesse de la compagnie de l'Ouest, construites avant 1888, un *longeronnet* médian, qui maintient une boîte placée au milieu de l'essieu moteur coudé. Cette boîte supplémentaire est destinée à réduire la fatigue des coudes de l'essieu, et à le maintenir en cas de rupture ; mais il est difficile de bien la régler, et on peut douter que l'action en soit fort efficace.

Les cylindres *intérieurs* relient solidement les longerons; un bon entretoisement des longerons est nécessaire au droit des cylindres

extérieurs. Dans tous les cas, leur attache aux longerons doit être assurée au moyen de pénétrations bien ajustées et de boulons remplissant exactement leurs trous, boulons enfoncés à coups de masse.

Les longerons s'attachent à leurs deux bouts sur la *traverse d'avant*, parfois en bois, et sur celle *d'arrière*; ils sont entretoisés à l'endroit du support des glissières, ainsi qu'à l'avant et à l'arrière de la boîte à feu, qui empêche de les relier entre eux sur une longueur souvent assez grande. Les entretoises sont formées de tôles et de cornières rivées, et parfois de pièces fondues en acier.

On ne saurait prendre trop de soins, en faisant l'étude des locomotives et en les construisant, pour assurer la solidité du châssis, sans en exagérer le poids. Trop souvent des locomotives pèchent par insuffisance du châssis et se disloquent rapidement. Les longerons sont affaiblis par les grandes découpures nécessaires pour recevoir les boîtes, et des cassures prennent parfois naissance dans les angles de ces découpures.

124. Liaison de la chaudière au châssis. — La chaudière repose sur le châssis par la boîte à fumée et la boîte à feu, souvent aussi en des points intermédiaires. La boîte à fumée est solidement boulonnée au châssis, ou aux cylindres quand ils sont intérieurs : les écrous placés dans l'intérieur de la boîte à fumée, étant en bronze et à *chapeau*, ne se brûlent pas et protègent le boulon.

Quand on allume la chaudière, elle se *dilate* ou s'allonge en s'échauffant : la dilatation du fer et de l'acier est d'environ 1 millimètre par mètre quand on en élève la température de 100°. La température de tous les points d'une chaudière n'est pas la même, mais on peut compter en moyenne sur une variation de 150° ou un peu plus entre la chaudière froide et en feu. Si elle est longue de 6 mètres, elle se dilatera alors de $6 \times 1,5$ mm, ou 9 mm. Il faut que la boîte à feu puisse glisser sur le châssis : aussi elle n'y est pas liée par des boulons, mais elle pose sur ses supports. On consolide l'attache par des *agrafes* qui s'opposent à la séparation de la chaudière et du châssis lors des trépidations en marche et quand on soulève la machine par le cadre du foyer.

Il faut que ce glissement de la chaudière sur le châssis puisse toujours se produire librement, de manière à éviter des tiraillements ou des ruptures dans l'une et l'autre partie de la machine.

125. Suspension. — Le châssis n'est pas fixé aux boîtes des essieux, mais en est séparé par des *ressorts*; les boîtes sont guidées entre des *glissières* verticales. Sans ces ressorts, la locomotive et les rails recevraient des chocs violents et destructeurs. Il arriverait aussi, par suite des flexions et inégalités de la voie, que certaines roues ne toucheraient pas le rail : tout le poids se reporterait alors sur les autres.

Les ressorts des wagons et voitures peuvent être aussi flexibles

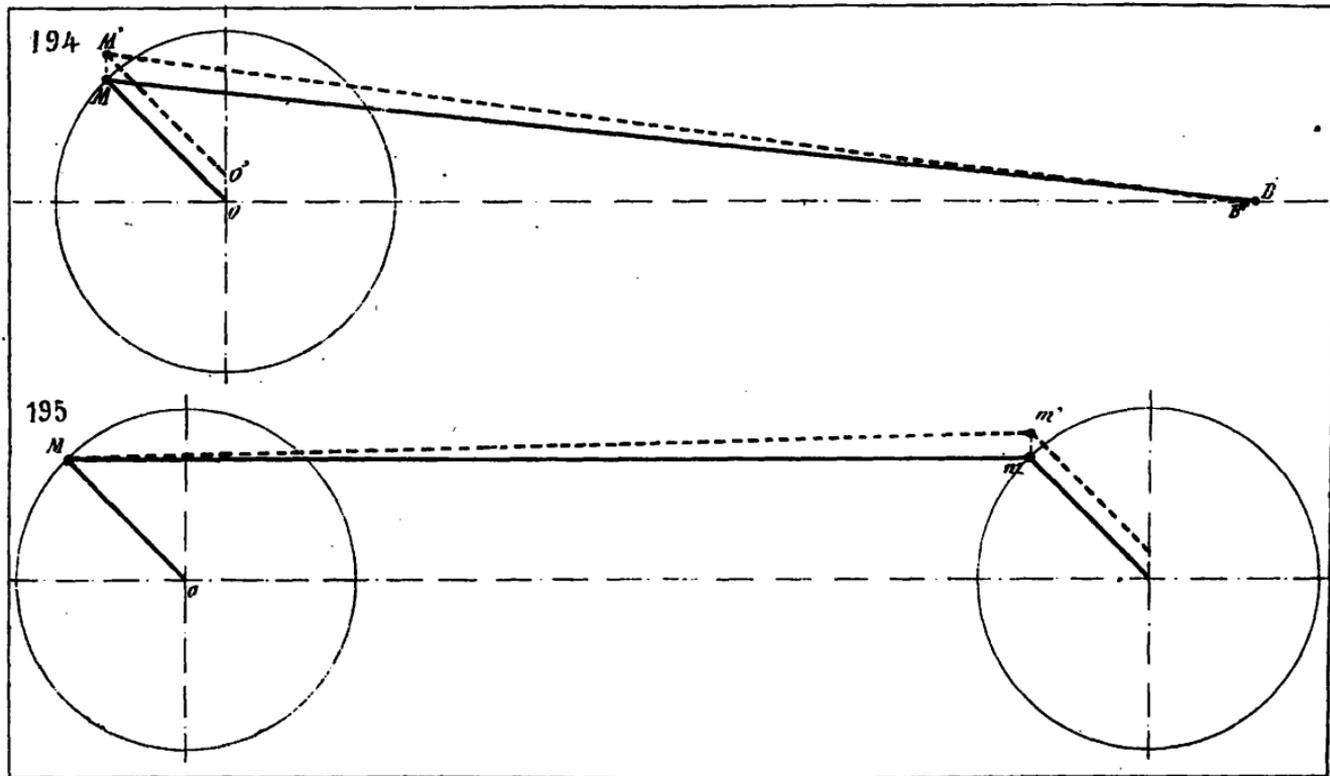


Fig. 194. Effet de la suspension sur la bielle motrice. — Fig. 195. Effet de la suspension sur une bielle d'accouplement.

qu'on le désire et permettre de grands déplacements de la caisse sur les essieux : il n'en est pas de même pour la locomotive, parce que les bielles motrices et les barres d'excentriques rattachent l'essieu moteur à des pièces du mécanisme invariablement liées au châssis ; puis l'accouplement relie les essieux entre eux.

En étudiant la distribution, on admet que l'axe de l'essieu moteur rencontre l'axe du cylindre (fig. 194) : supposons qu'on soulève par rapport au châssis l'essieu moteur, de O en O', ou qu'on l'abaisse de même : la manivelle ira de OM en O'M', et, si la roue ne patine pas, la tête du piston, au lieu d'être en B, sera en B'. Cette différence n'a pas grande importance pour le piston, car elle devient insignifiante quand la manivelle approche de ses points morts, et le piston de ses fonds de course, si l'axe du cylindre est horizontal. Mais le même effet se produit sur le tiroir et trouble la distribution quand le déplacement est trop grand. Avec des barres longues de 1 180 mm et un rayon d'excentricité de 70 mm, le déplacement de 3 centimètres de l'essieu moteur correspond pour le tiroir à un écart de 2 mm environ.

Lorsque l'axe du cylindre est incliné, le relèvement ou l'abaissement de l'essieu moteur influe sur la position du piston aux fonds de course : avec une inclinaison de l'axe du cylindre de 12 centimètres par mètre, une bielle motrice longue de 1 300 mm, une course de 600 mm, le piston à fond de course peut être déplacé d'environ un centimètre si le jeu des ressorts permet une oscillation de 4 centimètres en dessus ou en dessous de la position normale de l'essieu.

Lorsque deux essieux sont accouplés, si l'un d'eux se soulève, la bielle d'accouplement passe de la position Mm à la position Mm' (fig. 195) : comme elle ne peut pas s'allonger, ce mouvement exige un peu de jeu sur le tourillon : avec une bielle longue de 1^m,200, la distance d'axe en axe des tourillons augmente de 4 dixièmes de millimètre quand un essieu est soulevé ou abaissé de 31 mm.

126. Ressorts de suspension. — Les ressorts de suspension des locomotives sont habituellement formés de *lames d'acier*, serrées par une *bride* : la lame supérieure s'appelle *maîtresse feuille* ; elle est rattachée aux *tiges de suspension*. Les ressorts de locomotives ont plusieurs feuilles de même longueur que la première. Depuis une dizaine d'années, on a laminé des feuilles d'acier avec une petite nervure sur une face et une gorge correspondante sur l'autre (fig. 196), de sorte que les lames du ressort ne peuvent se déplacer en travers. Elles peuvent quelquefois glisser dans le sens de la longueur, si la bride ne les serre pas bien.

L'attache des tiges de suspension à la maîtresse feuille se fait de diverses manières : les figures 197 et 198 représentent deux types fréquents d'attache, l'un avec écrous sur la tige traversant un œil ovalisé dans les lames, l'autre avec un crochet qui n'entaille pas les lames.

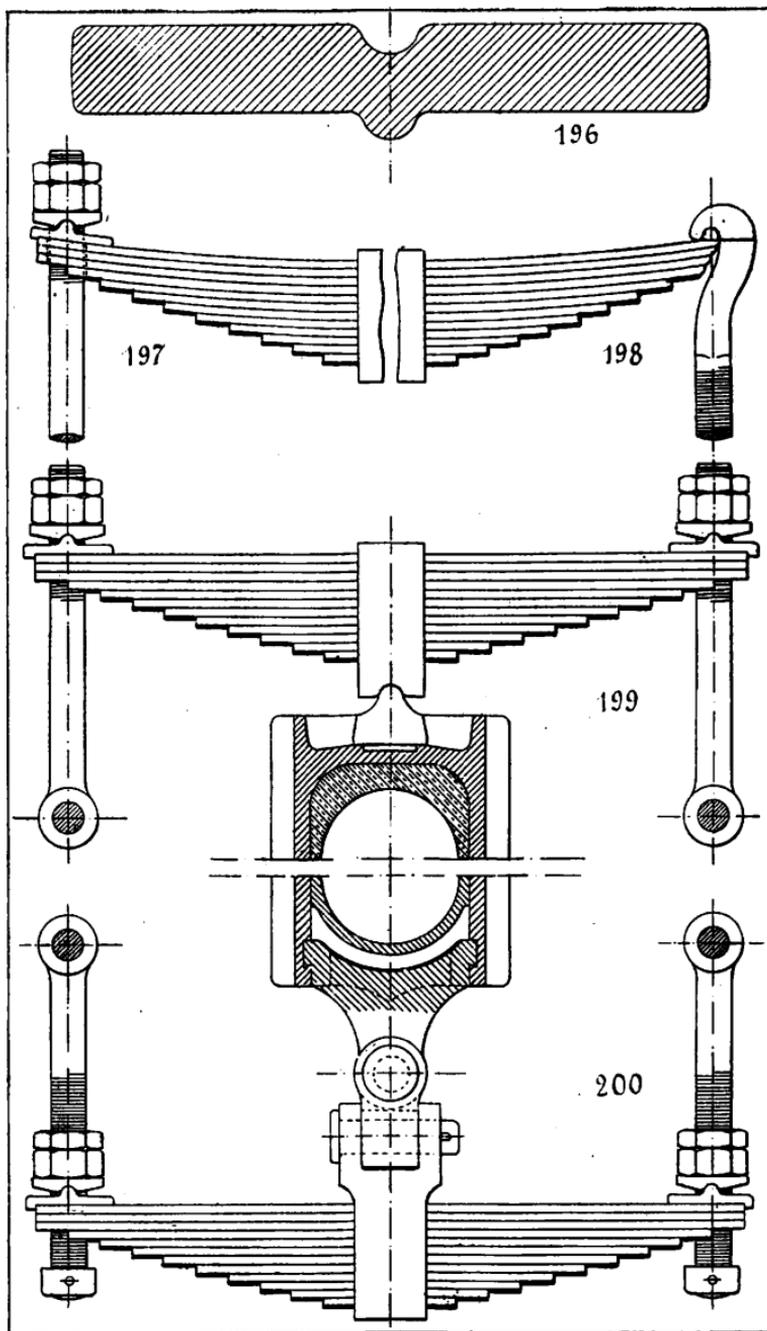


Fig. 196. Acier rainé pour ressorts. — Fig. 197 et 198. Attaches des tiges de suspension. — Fig. 199. Ressort au-dessus de la boîte. — Fig. 200. Ressort sous la boîte.

Les tiges de suspension sont munies d'*écrous de réglage*. En Angleterre, on supprime souvent ces écrous : le réglage, qui se fait à l'atelier, est alors plus difficile, mais aucune modification de ce réglage n'est à craindre en service ou dans l'entretien courant : c'est une simplification comme celle des bielles d'accouplement munies de bagues.

Le ressort est au-dessus de la boîte de l'essieu (fig. 199), sur laquelle il peut jouer grâce à une articulation ; ou bien il est placé sous la boîte, à laquelle il est rattaché par une pièce articulée (fig. 200). Les tiges de suspension agissent alors souvent par *pression*, comme on le voit sur la figure 200 : le châssis repose alors sur des chandelles au lieu d'être pendu à des tiges : les conditions d'équilibre sont moins bonnes.

Un ressort non monté présente une certaine *flèche de fabrication* (fig. 201) : si on le charge, la flèche diminue : le poids peut être assez grand pour aplatir complètement le ressort, et même lui faire dépasser l'aplatissement, en le courbant en sens inverse. Supposons que l'on charge successivement un ressort de 1 000, 2 000, 3 000 kilogrammes, ce qu'on peut faire sur des sortes de balances construites pour les essayer : la flèche diminuera à mesure qu'il sera plus chargé, et la diminution, pour chaque addition de 1 000 kilogrammes, sera toujours la même : cette diminution de flèche est ce qu'on nomme la *flexibilité par tonne*, qui est souvent de 5 millimètres pour les ressorts de locomotives : cela veut dire que si la flèche de fabrication est de 40 mm, la flèche ne sera plus que de 35 mm sous une charge de 1 000 kg, de 30 mm pour 2 000 kg, de 25 mm pour 3 000, etc. ; 8 000 kg aplatiront complètement le ressort.

Les ressorts à lames, montés par M. Belpaire sur les locomotives belges, n'ont pas de flèche de fabrication : non chargés, ils sont droits, et ils se courbent de plus en plus à mesure que le poids qu'ils portent augmente, comme un arc dont on tend la corde.

Nous citerons encore les *ressorts à pincettes* (fig. 202), parfois employés pour la suspension des locomotives : ce sont deux ressorts symétriques articulés à leurs extrémités ; le poids suspendu porte au milieu d'une des parties, l'autre s'appuie sur la boîte. Ce genre de ressort est très usité dans la carrosserie. La flexion par tonne est le total des flexions des deux parties, c'est-à-dire le double de la flexion d'une moitié : chacune de ces moitiés porte d'ailleurs tout le poids suspendu.

Quelquefois aussi on emploie les ressorts à boudin (fig. 203) ou en volute (fig. 204) pour suspendre les locomotives : en plaçant côte à côte plusieurs de ces ressorts, quatre par exemple, chacun porte le quart de la charge totale. La flexion par tonne est alors celle d'un seul ressort sous la charge d'un quart de tonne.

127. Repartition du poids suspendu. — Considérons une locomotive à trois essieux, et enlevons l'essieu du milieu : tout le poids va porter

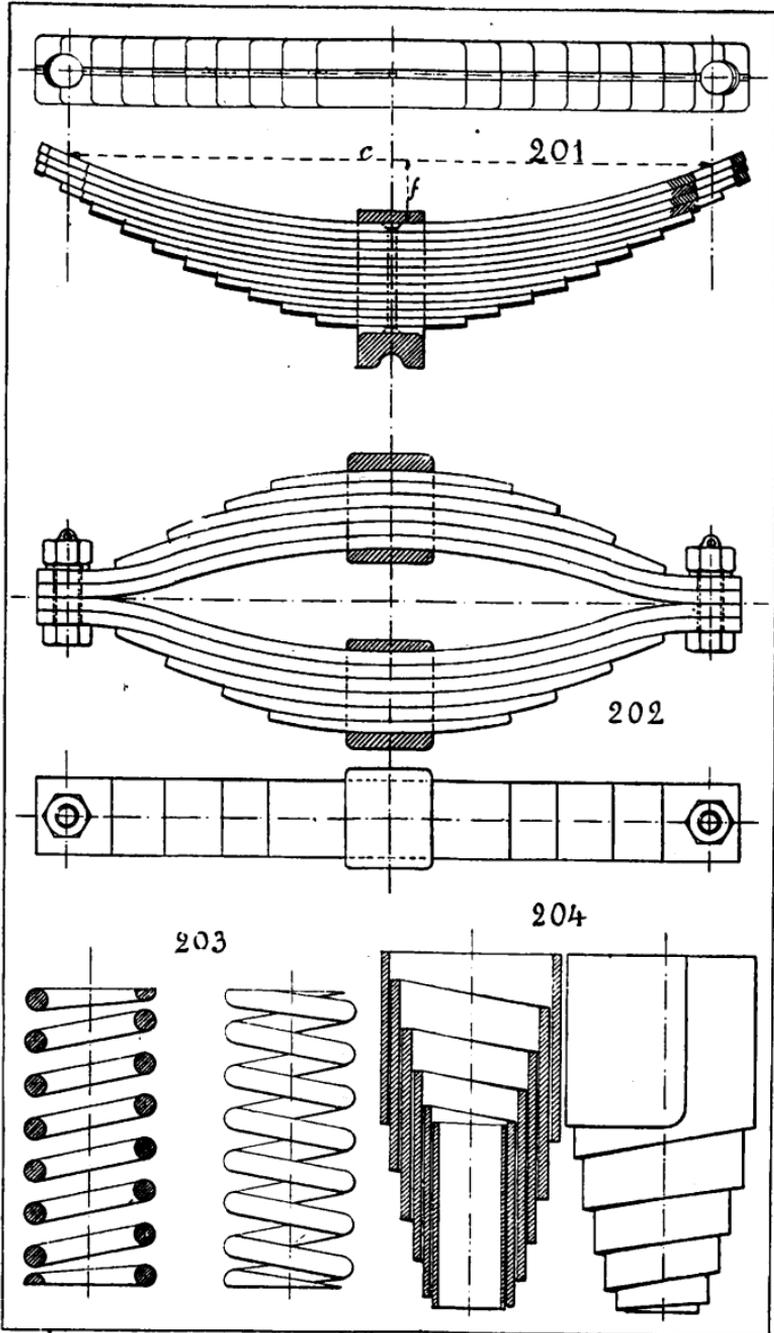


Fig. 201. Ressort non monté. — Fig. 202. Ressort à pincettes. — Fig. 203. Ressort à boudin. — Fig. 204. Ressort en volute.

sur les deux essieux extrêmes. Remontons l'essieu du milieu : nous pourrions, sans que la machine bascule, enlever un des deux essieux extrêmes, celui d'avant ou celui d'arrière, suivant les cas : l'essieu du milieu portera le poids presque entier de la machine ; l'autre essieu ne sera que légèrement chargé.

Sans enlever un essieu, en desserrant les écrous des tiges de suspension qui en chargent les ressorts, on diminue la tension de ces ressorts et on réduit la charge sur l'essieu ; celle des deux autres essieux en est modifiée ; on fera ainsi varier entre des limites éloignées le poids que supporte chacun des essieux.

On peut se fixer à volonté (pourvu qu'on ne dépasse pas certaines valeurs) la charge sur l'un des essieux, celui du milieu par exemple, et des formules simples de mécanique permettent de calculer celle de chacun des deux autres essieux. Pour cela, il faut commencer par peser chacun des trois essieux avec ses boîtes, ressorts, colliers d'excentrique, et avec la portion des bielles qu'il porte (suivant une estimation approximative) : c'est le poids *non suspendu* de la machine, le poids qui ne porte pas sur les ressorts. Soient p' , p'' et p''' les poids ainsi trouvés pour les trois essieux (p' , p'' et p''' étant des nombres de kilogrammes). Remettons la machine sur roues et plaçons-la sur les trois plateaux de la bascule : nous trouverons des poids P' , P'' et P''' (en kilogrammes) sur chaque plateau : deduisons les poids des essieux, nous saurons que les *poids suspendus* sur les trois essieux sont $P' - p'$, $P'' - p''$, $P''' - p'''$. La connaissance de ces trois poids permet de calculer la position du *centre de gravité* de la masse suspendue, c'est-à-dire le point sur lequel on pourrait faire poser en équilibre toute cette masse : appelons P le poids total suspendu (P est le total $P' - p' + P'' - p'' + P''' - p'''$) ; si l et l' (fig. 205) sont les distances, en mètres, des essieux entre eux, et si d est la distance cherchée de l'essieu d'arrière au centre de gravité, on a la relation :

$$d \times P = l \times (P'' - p'') + (l + l') \times (P' - p')$$

Prenons, par exemple, les valeurs suivantes :

$$\begin{array}{ll} p' = 1\ 500 \text{ kg} & P' = 10\ 500 \text{ kg} \\ p'' = 2\ 000 \text{ kg} & P'' = 15\ 000 \text{ kg} \\ p''' = 1\ 500 \text{ kg} & P''' = 13\ 000 \text{ kg} \end{array}$$

$$l = 2^m$$

$$l' = 1^m,800$$

on en conclut que le poids total suspendu, P , est de 33 500 kg, et que

$$d \times 33\ 500 = 2 \times 13\ 000 + 3,800 \times 9\ 000 = 60\ 200$$

ou

$$d = 1^m,795$$

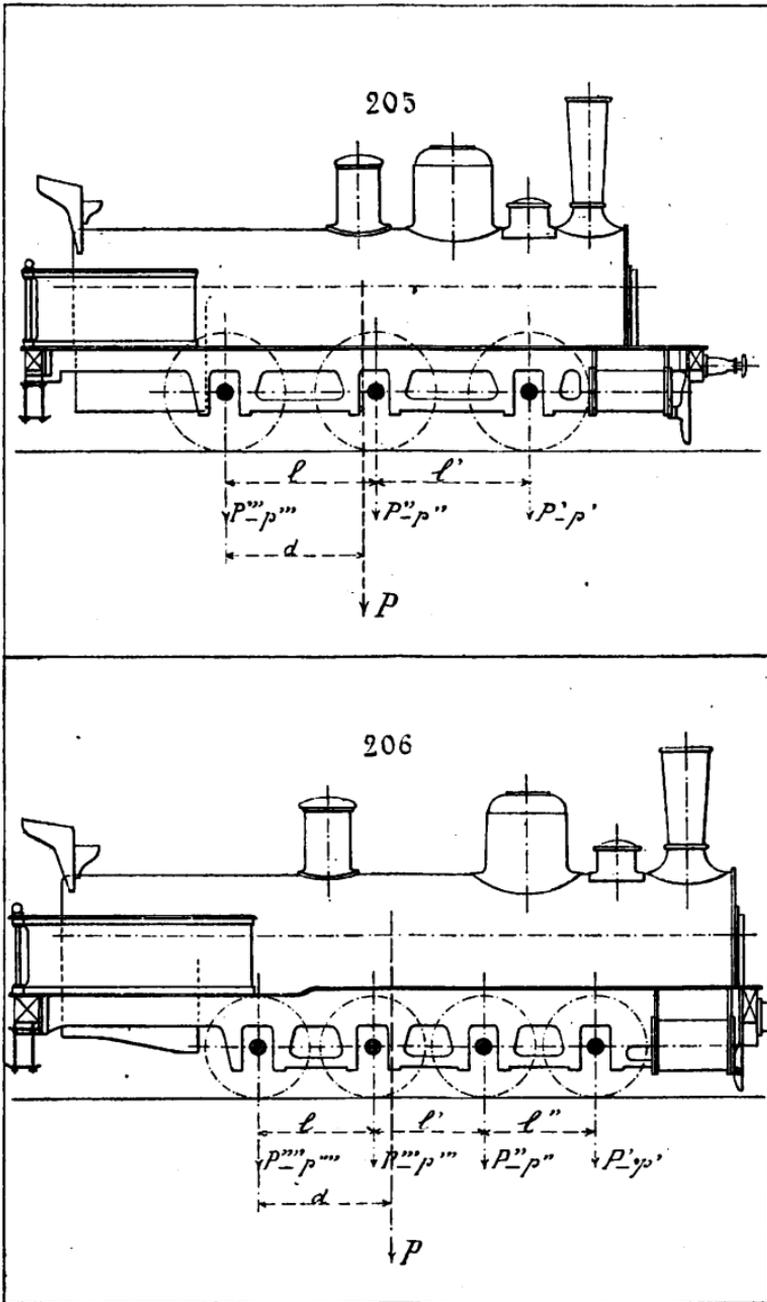


Fig. 205. — Réglage des ressorts d'une locomotive à trois essieux.
 Fig. 206. — Réglage des ressorts d'une locomotive à quatre essieux.

Si maintenant nous voulons que la charge suspendue sur l'essieu du milieu ait une autre valeur, $P_1'' - p''$, nous aurons toujours la même relation $d \times P = l \times (P_1'' - p'') + (l + l') \times (P_1' - p')$ entre les nouvelles charges suspendues $P_1'' - p''$ et $P_1' - p'$; cette relation nous permet de calculer P_1' quand nous nous donnons P_1'' , puisque maintenant nous connaissons la valeur de d . Enfin nous obtenons la charge P_1''' sur le troisième essieu, en déduisant du poids total $P_1' + P_1'' + P_1'''$, que nous connaissons, la somme de P_1' et de P_1'' .

Dans l'exemple choisi, si l'on veut que la charge sous l'essieu du milieu devienne 13 500 kg, on a :

$$60\,200 = l \times (P_1'' - p'') + (l + l') \times (P_1' - p')$$

ou

$$60\,200 = 2 \times 11\,500 + 3,800 \times (P_1' - 1\,500)$$

D'où on tire

$$P_1' = 11\,300 \text{ kg}$$

On en déduit enfin

$$P_1''' = 13\,700 \text{ kg}$$

C'est une meilleure répartition que la première.

Nous supposons que la charge est la même sur les deux roues d'un essieu : c'est une condition facile à réaliser, vu la symétrie de la locomotive par rapport au plan vertical qui passe par l'axe de la voie, mais qui n'est pas nécessairement satisfaite; on pourrait, au contraire, arriver à faire porter presque tout le poids de la locomotive en biais sur deux roues seulement, par exemple sur la roue gauche avant et sur la roue droite arrière; ce serait, bien entendu, une déplorable répartition, et il faut obtenir à peu près l'égalité de poids sur les deux roues d'un essieu.

Quand les locomotives ont quatre essieux, on peut se donner, entre certaines limites, les charges sur deux des essieux. En appelant de même p', p'', p''' et p'''' les poids des quatre essieux, P', P'', P''', P'''' les poids sur les quatre plateaux de la bascule, l, l', l'', l''' les distances des essieux, d celle du *centre de gravité* à l'essieu d'arrière (fig. 206), on aura la formule, où P est le poids total suspendu, égal à

$$d \times P = l \times (P' - p') + (l + l') \times (P'' - p'') + (l + l' + l'') \times (P''' - p''') + (l + l' + l'' + l''') \times (P'''' - p'''').$$

Cette formule permet de calculer d avec les résultats d'une première pesée, puis P'' , si l'on se fixe P' et P'' . On en déduit enfin P'''' .

128. Réglage sur la bascule. — Nous avons indiqué, au paragraphe précédent, la manière de faire les calculs simples, utiles pour bien régler une machine sur la bascule; la répartition qu'on doit chercher

à réaliser est d'ailleurs indiquée le plus souvent pour chaque type de machine. Les boîtes des machines qui viennent d'être réparées ont parfois quelque raideur dans les glissières, ce qui empêche la suspension de jouer librement et peut vicier le résultat des pesées : il faut donc, après un premier réglage, remettre la machine sur la bascule, lorsqu'elle a fait quelques voyages, et rectifier la répartition s'il y a lieu.

Il ne suffit pas que la charge soit bien répartie entre les essieux, il faut encore que la machine soit placée de niveau et à hauteur convenable : en serrant ou en desserrant également tous les écrous des tiges de suspension, on allonge ou on raccourcit d'une même longueur toutes ces tiges et on abaisse ou on relève la machine sans modifier la répartition. Si l'on n'avait pas à prévoir l'usure, la meilleure position serait atteinte quand l'axe des cylindres rencontre l'axe de l'essieu moteur, la locomotive étant placée sur une voie de niveau ; mais par suite de l'usure des coussinets et des fusées de l'essieu, la machine s'abaisse un peu sur les boîtes, et l'axe des cylindres descend en dessous de celui de l'essieu : il vaut donc mieux, lors du réglage primitif, placer l'axe de l'essieu à quelques millimètres au-dessous des axes des cylindres. Ce travail est facilité si l'on a la précaution de marquer, sur la face extérieure du longeron, auprès de la boîte motrice, la trace du plan qui contient les axes des cylindres.

Si la machine est bien établie et en bon état, il doit rester alors, au-dessus des boîtes jusqu'au longeron, et au-dessous, jusqu'à l'*entretoise des plaques de garde*, assez d'espace pour permettre les plus grandes oscillations des ressorts, soit 33 à 40 millimètres de chaque côté.

Il peut arriver qu'on ne puisse placer convenablement l'essieu par rapport à l'axe des cylindres sans trop diminuer l'espace libre au-dessus ou au-dessous de la boîte : on aura soin de ne jamais réduire le jeu supérieur ou inférieur de la boîte dans les glissières à moins de 15 à 20 millimètres, car il est important qu'en service la boîte ne vienne pas buter contre le haut ou le bas de l'entaille qui la guide.

129. Balanciers. — Si bien réparti que soit le poids suspendu d'une machine, la répartition ne se conserve que tant qu'elle roule sur une voie parfaitement dressée : les inégalités de pose et les flexions des rails font jouer les ressorts et modifient constamment cette répartition pendant la marche. En outre, il est toujours à craindre que la répartition ne soit gravement altérée par une manœuvre maladroite des écrous de réglage.

En attachant aux deux bouts d'un *balancier*, articulé sur un support fixé au longeron, deux tiges de suspension voisines (fig. 207), au lieu de les fixer au longeron, on force les ressorts à avoir toujours la

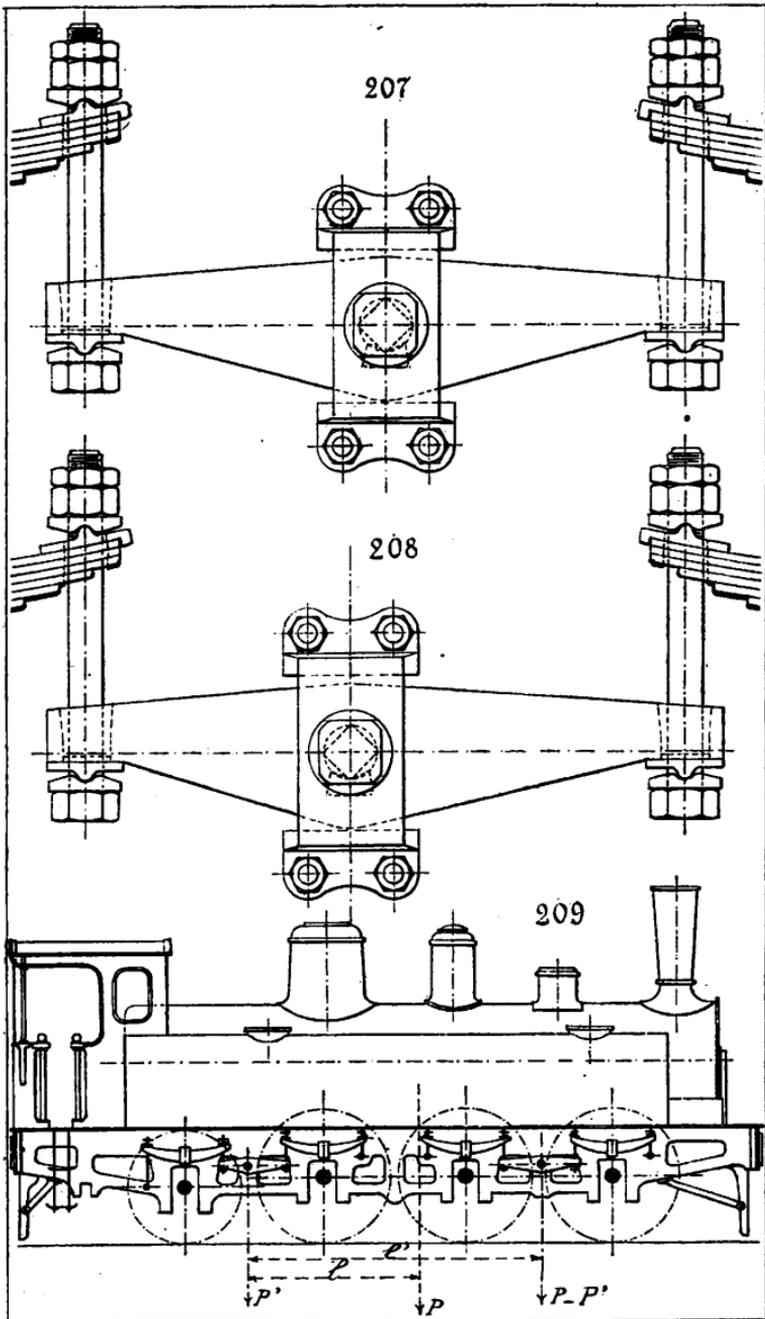


Fig. 207. Balancier de suspension à bras inégaux. — Fig. 208. Balancier de suspension à bras inégaux. — Fig. 209. Répartition du poids d'une locomotive entre deux points d'appui.

même tension, les deux *bras* du balancier étant égaux ; si les longueurs des deux bras sont inégales, dans le rapport de 4 à 5 par exemple (fig. 208), les charges supportées par les deux bras seront dans le rapport inverse, de 5 à 4 : le bras le plus court porte la plus lourde charge.

L'autre tige de suspension, pour chacun des deux ressorts, reste articulée directement sur le longeron ; mais cette circonstance ne trouble pas le rapport invariable des charges établi par le balancier, parce que chacune des deux tiges de suspension d'un ressort, libre d'osciller sur son milieu, porte toujours la moitié du poids total suspendu ; le balancier forçant ces deux moitiés à être égales (ou dans un rapport donné), il en est de même des charges entières.

Sur une machine à six roues, lorsque les ressorts de deux des essieux sont réunis par des balanciers, on ne peut plus faire varier la répartition à volonté : chaque côté de la machine peut être considéré comme posant seulement sur deux points, à savoir sur l'axe d'articulation du balancier et sur le troisième essieu ; quand un corps repose sur deux points seulement, la charge sur chacun des deux appuis est absolument déterminée.

S'il y a quatre essieux, on peut relier les ressorts des deux premiers et ceux des derniers essieux par des balanciers (fig. 209), qui assurent de même une répartition invariable. Soit l la distance de l'axe d'un des deux balanciers à la verticale du centre de gravité (calculée comme nous l'avons dit un peu plus haut), l' la distance des articulations des deux balanciers, P le poids total suspendu ; appelons P' la charge portée par les deux essieux d'arrière : les deux essieux d'avant porteront $P - P'$; on a la relation simple $P' \times l' = P \times (l' - l)$, d'où on déduit P' ; P' et $P - P'$, ainsi calculés, se répartissent entre les deux essieux correspondants dans le rapport inverse des bras du balancier.

Pour que la répartition s'effectue exactement suivant les valeurs calculées, il faut que les articulations des balanciers, des tiges de suspension, des ressorts, soient parfaitement libres : parfois ces articulations ne sont pas graissées, ou bien sont grippées, usées et ne jouent pas bien : le balancier ne remplit pas alors convenablement son office : il peut même être plus nuisible qu'utile, et troubler la répartition plus qu'il ne la régularise. C'est pourquoi on articule souvent le balancier sur un couteau, c'est-à-dire sur une arête d'acier, comme on le voit sur les figures 207 et 208. Quand on emploie le tourillon, il faut assurer, par une disposition convenable des canaux de graissage, l'arrivée de l'huile entre le tourillon et son appui ; cette articulation doit être fréquemment nettoyée et toujours bien lubrifiée.

La charge doit se partager également entre les deux côtés de chaque essieu ; quelquefois des *balanciers transversaux* assurent cette égalité.

Ces balanciers s'articulent sur le milieu du châssis, à égale dis-

tance des roues d'un même essieu ; chaque extrémité porte une tige de suspension des ressorts qu'ils conjuguent.

Un ressort unique, chargeant les deux boîtes d'un essieu, remplace le balancier transversal. Sur la figure 209 bis, qui représente la disposition adoptée pour l'essieu avant, à boîtes extérieures, de certaines locomotives de l'Ouest, les deux extrémités du ressort, ne pouvant

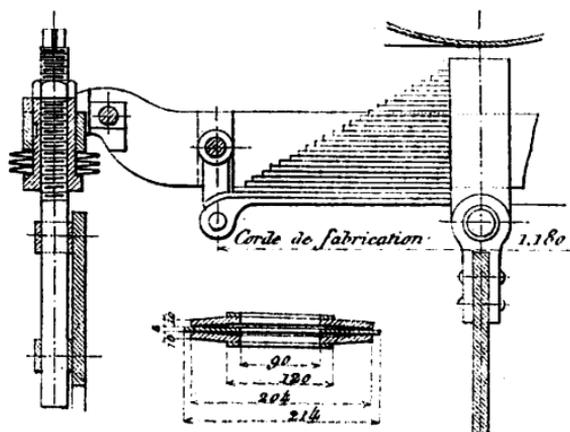


Fig. 209 bis. — Suspension par ressort transversal de la compagnie de l'Ouest.

atteindre les boîtes, les chargent par l'intermédiaire d'une traverse à deux flasques. Des rondelles élastiques Belleville (dessinées à part fig. 209 bis, et fig. 263) sont interposées entre la boîte et cette traverse.

L'égalité répartition de la charge entre les deux boîtes de l'essieu avant d'une locomotive est particulièrement importante; avec les boîtes extérieures, cette répartition est exposée à de fortes variations si aucune disposition spéciale ne la règle.

Les balanciers longitudinaux peuvent, de même, être remplacés par un ressort unique chargeant les deux boîtes voisines, comme on le voit sur les figures 230 bis et 231 bis.

Si l'on place sur les bascules une machine avec balanciers, disposés comme nous venons de le dire, et *parfaitement libres de jouer*, on ne modifie pas la répartition en tournant les écrous de réglage, pourvu, bien entendu, que les deux côtés de la machine soient également chargés. Le réglage consiste alors simplement à mettre les boîtes à la hauteur convenable dans les glissières, et pourrait à la rigueur être fait sans bascules.

Mais la pesée vaut toujours mieux, parce qu'elle montre si les articulations de la suspension fonctionnent bien.

130. Roues et bandages. — Les roues de locomotives étaient autre-

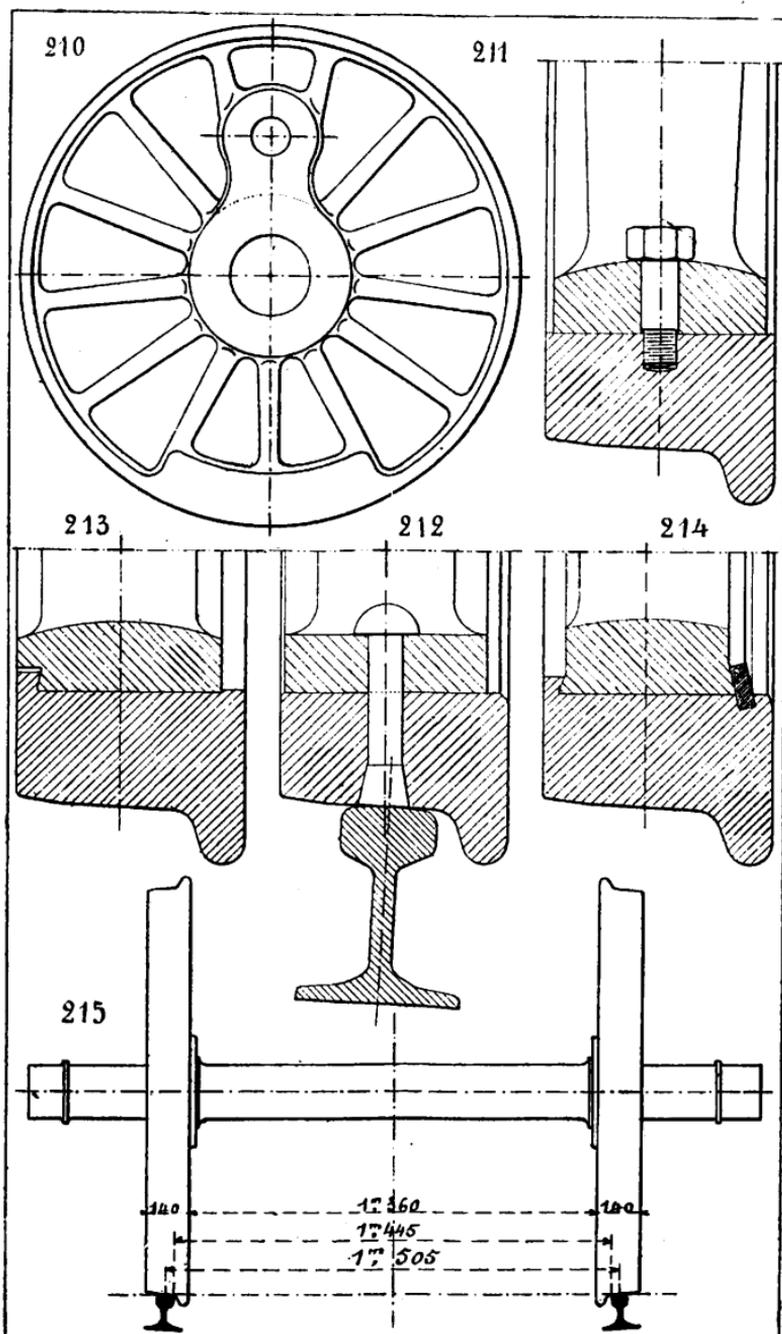


Fig. 210. Roue matricée en fer, pour locomotive. — Fig. 211. Fixation des bandages par vis. — Fig. 212. Fixation des bandages par rivets. — Fig. 213. Bandage à talon. — Fig. 214. Bandage à cercle rivé. — Fig. 215. Train de roues sur les rails.

fois formées d'une série de barres de fer soudées à la forge. Le *matricage* a permis d'obtenir des roues en une seule pièce d'un fort bel aspect (fig. 210). Depuis quelques années, on coule en acier des roues du plus grand diamètre. La roue est emmanchée sur la *portée de calage* de l'essieu, sous un effort, qui atteint parfois 80 tonnes, produit par une presse hydraulique : la *clavette* est complètement inutile pour les roues porteuses ; on se demande même si on ne pourrait pas se dispenser d'en mettre aux roues motrices ou accouplées, quand le calage est bien fait.

Le *bandage*, formé d'un anneau d'acier laminé, est dilaté par la chaleur avant d'être posé sur la roue ; en se refroidissant, il produit un *serrage* ; le diamètre intérieur du bandage froid est à peu près égal aux 999 millièmes du diamètre extérieur de la roue.

On relie souvent le bandage au corps de roue à l'aide de quelques vis (fig. 211) ou de rivets (fig. 212). Comme les trous percés à cet

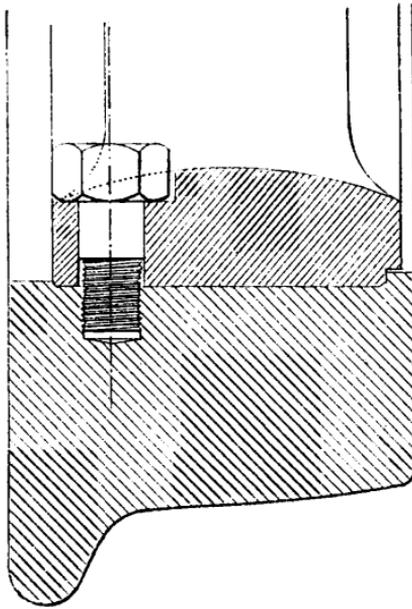


Fig. 213 bis. — Bandage de la compagnie de Lyon.

effet ont quelquefois fait rompre le bandage et comme cette attache, indépendamment du serrage, est peu efficace, on préfère parfois des fixations plus solides. Le moyen le plus simple est alors de faire venir sur le bandage, en le laminant, un épaulement ou *talon*, qui porte contre la face extérieure de la roue (fig. 213) : les chocs du *boudin* contre le rail tendant à chasser le bandage vers l'intérieur de

la roue, cet épaulement est très efficace. Pour prévenir toutefois un glissement en sens inverse, on réduit de 1 à 2 millimètres le diamètre d'alésage à l'entrée du bandage vers l'intérieur : il reste ainsi sur le bandage un cordon en légère saillie contre la face intérieure de la roue.

Si le bandage ainsi monté se lâche un peu, rien ne s'oppose à ce qu'il tourne sur le corps de la roue. A la compagnie de Lyon, ce montage est complété par l'addition de quelques vis (fig. 213 bis) vers la face intérieure. On obtient aussi une fixation très solide des bandages à talon extérieur, en tournant vers l'intérieur une rainure, dans laquelle on engage un cercle de fer, qui dépasse le bandage et porte contre le corps de roue. Une fois ce cercle en place, on l'emprisonne en rivant au marteau le bord du bandage, après l'avoir fait tiédir pour éviter les cassures de l'acier (fig. 214).

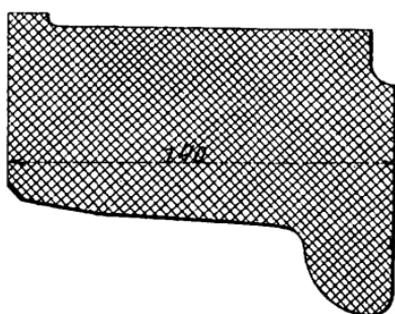


Fig. 214 bis. — Profil des bandages de la compagnie de l'Ouest.

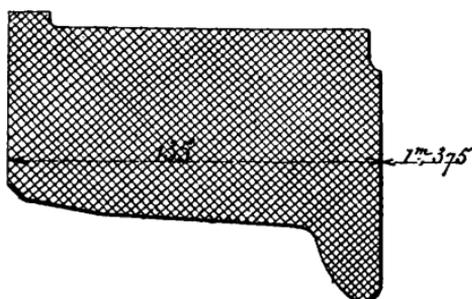


Fig. 214 ter. — Profil des bandages pour roues intermédiaires de locomotives, de la compagnie de l'Ouest.

Lorsque les bandages sont ainsi munis de talons, on voit moins facilement quelle en est l'épaisseur : il ne faut pas oublier cette circonstance en les examinant.

Le profil du bandage comprend le *boudin* ou *mentonnet*, qui empêche les roues de quitter les rails, et la *surface conique de roulement*. Le tracé de l'arc de cercle ou *congé*, qui raccorde le boudin à la partie droite de la surface de roulement et le profil du boudin ont une grande importance ; on cherche surtout à éviter l'amincissement rapide du boudin lors de la circulation dans les courbes. Le profil de

la compagnie de l'Ouest (fig. 214 bis) a été spécialement étudié pour réduire l'usure du boudin.

L'inclinaison du profil du bandage ou la *concavité* de la surface de roulement est faite pour ramener toujours le train de roues vers le milieu de la voie, et, dans les courbes, pour les faire rouler sur un plus grand diamètre le long du rail extérieur, qui a un plus long développement. Le profil se termine, du côté opposé au boudin, par une partie plus inclinée, afin que la roue ne porte pas sur le bord extérieur du rail, surtout quand la surface habituelle de roulement est creusée par l'usure. Toutefois on ne doit pas exagérer cette inclinaison du profil vers l'extérieur ; en Angleterre le profil conserve en général la même pente sur presque toute la largeur du bandage, depuis le boudin ; cette disposition paraît réduire les chocs au passage des croisements.

On appelle *diamètre moyen au roulement* ou *au contact* le diamètre de la roue au point qui est censé poser sur le rail quand les profils ont toute leur rigueur géométrique. On compte ce diamètre (fig. 215) à 752,5 mm du milieu de l'essieu.

L'écartement interne des faces du bandage, sur les chemins de fer d'Europe, dont les rails sont distants de 1^m,435 à 1^m,450, est normalement de 1^m,360. Toutefois cet écartement a été réduit à 1^m,355 pour beaucoup de locomotives de la compagnie de l'Est. Afin de faciliter le passage en courbe, souvent on amincit les boudins des roues du milieu des locomotives (fig. 214 ter) ; parfois même on supprime complètement le boudin sur un train de roues des machines à quatre essieux.

La distance des bords intérieurs des rails, cotée 1^m,445 sur la figure 215, est fixée à 1^m,450 pour les voies de la compagnie de Lyon.

L'usure altère les bandages de deux manières, en creusant la surface de roulement ou en amincissant les boudins. Cet amincissement est produit surtout par la circulation dans les courbes raides, et il expose à des déraillements, quand il est trop prononcé sur les roues d'avant. La règle du réseau de l'Est est de retirer les bandages de locomotives quand ils ont moins de 32 mm d'épaisseur au roulement ; cette limite est même de 35 mm pour certaines locomotives (séries n^{os} 79 à 90 — 174 à 188 — 441 à 485 — 601 à 602 — 501 à 552 — 801 à 824 et 0.501 à 0.691).

Des prescriptions ministérielles, du 1^{er} juillet 1889, ont limité à 36 mm la saillie des boudins, comptée à partir de la surface moyenne de roulement, pour les machines généralement affectées au service des marchandises et pour leurs tenders.

130 bis. Essieux. — L'*essieu droit* est une pièce d'une forme très simple, dont la fabrication est facile. On ne peut en dire autant de l'*essieu coudé*, commandé par les *cylindres intérieurs*. Le *tourillon*,

sur lequel s'articule la grosse tête de bielle motrice, relie deux *coudes* venus de forge eux-mêmes avec le *corps* de l'essieu. Outre le poids qu'il supporte, l'essieu coudé reçoit la poussée et la traction des bielles motrices, et il est soumis aux chocs des roues contre les rails. La fatigue de la pièce se manifeste par des fissures, qui se développent au raccordement des coudes avec le corps et avec le tourillon dans

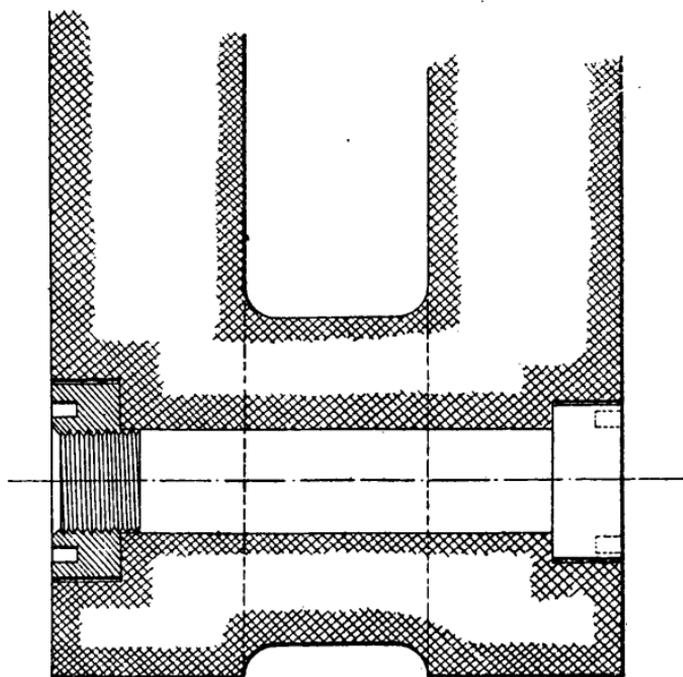


Fig. 215 bis. — Boulon de consolidation des tourillons d'essieu coudé.

l'intérieur des angles droits qu'ils forment. Ces fissures, d'abord peu importantes, augmentent petit à petit et finissent par amener la rupture de l'essieu, si on ne le retire pas à temps. Ces fissures sont peu apparentes à la surface du métal ; mais si on frappe fortement l'essieu, par exemple en faisant rouler le train de roues, et le cognant contre un autre, l'huile sort de la fente et en dessine l'affleurement extérieur. Cette visite se fait lorsqu'on descend les roues pour en rafraîchir les bandages.

On trouve ainsi sur un même essieu jusqu'à huit fissures aux places que nous avons indiquées. Souvent toutes ces fissures ne se développent pas : c'est le raccordement des coudes au tourillon qui souffre le plus.

Pour se mettre en garde contre la rupture de l'essieu en ce point,

on le consolide parfois, notamment à la compagnie de l'Ouest, par un gros boulon qui traverse un trou percé de part en part à travers le tourillon (fig. 215 bis); la tête du boulon et son écrou peuvent être noyés dans l'épaisseur des coudes, comme le montre la figure. Les fentes ne se propagent pas à travers le boulon; si une cassure se produit, le boulon maintient les parties rompues en place jusqu'à ce que l'on puisse gagner un garage. Toutefois l'essieu se déforme

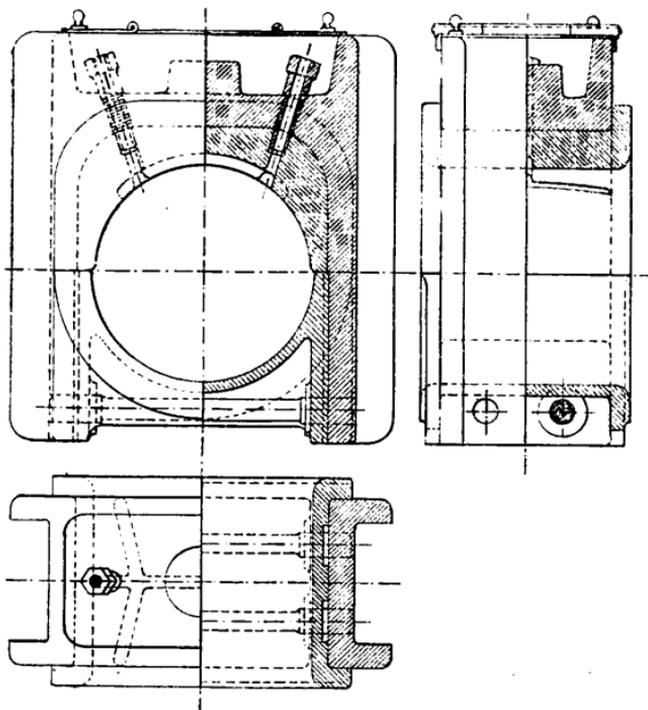


Fig. 216. — Boîte intérieure de locomotive.

quelque peu et le fonctionnement de la machine est troublé, ce qui avertit immédiatement le mécanicien.

On sait d'ailleurs qu'en perceant un trou dans l'axe des pièces de machines, on ne les affaiblit pas notablement, le métal qui est au centre ne travaillant guère.

Souvent on entoure le coude d'une *frette* en fer posée à chaud, pour le maintenir s'il vient à se rompre en travers, mais cette rupture transversale du coude est bien rare.

131. Boîtes. — Les essieux tournent dans des *boîtes*, dites à *graisse* par tradition, bien que depuis longtemps l'*huile* y soit seule employée.

sur les locomotives et tenders. La boîte porte un *coussinet* en bronze, souvent garni de métal blanc, qui appuie sur la *fusée* de l'essieu. Le coussinet des essieux simplement *porteurs* n'a guère à transmettre qu'une charge verticale, sauf toutefois pendant l'action des freins; les fusées des essieux *moteurs* (directement ou par accouplement) poussent en outre horizontalement le coussinet : la combinaison de cette poussée horizontale et de la charge verticale produit une force oblique. Pour ces essieux moteurs, un *contre-coussinet*, en fonte, empêche que le coussinet ne puisse se soulever.

Les boîtes sont *intérieures* (fig. 216) ou *extérieures* (fig. 217 et 218), suivant la disposition du châssis ; les boîtes extérieures peuvent être ouvertes aux deux bouts comme les boîtes intérieures, si une manivelle est rapportée au delà de la fusée, ou bien elles sont fermées du côté extérieur.

Les boîtes sont comprises entre deux *glissières* verticales; une *entretoise* réunit la partie inférieure des glissières, une fois la boîte en place. Les boîtes doivent jouer librement entre leurs glissières, mais avec aussi peu de jeu que possible.

Les *joues* latérales des boîtes s'opposent au déplacement transversal de l'essieu; mais quand on veut permettre ce déplacement, qui est souvent utile, on leur donne un jeu de quelques millimètres, auquel s'ajoute le jeu du coussinet le long de la fusée.

Les boîtes du type représenté figure 216 sont habituellement en fer cémenté et trempé; celles du type des figures 217 et 218, plus compliqué, sont coulées en fonte et quelquefois en bronze.

Le coussinet doit être exactement ajusté sur la fusée. Le graissage a une importance capitale : l'huile est contenue dans un réservoir ménagé à la partie supérieure de la boîte ; des *mèches*, formant siphon, placées dans des tubes (fig. 219), conduisent l'huile dans les *patte d'araignée* du coussinet. Le réglage des mèches est assez délicat : trop serrées, elles ne débitent pas assez d'huile; trop lâches, elles exagèrent la dépense. En outre, elles ont l'inconvénient de débiter inutilement l'huile pendant les arrêts, si on n'a pas la précaution de les retirer.

On fait des graisseurs sans mèches (fig. 127 *ter* et 220, en perçant un petit trou en haut du tube en saillie dans le réservoir d'huile, qui doit être bien clos. C'est une disposition commode.

Les fusées des essieux de locomotive peuvent être lubrifiées, comme celles des wagons, au moyen d'un *tampon graisseur* plongeant dans l'huile, en dessous de la fusée. Cette disposition se trouve parfois dans les boîtes du type représenté figures 217 et 218; elle comporte un *obturateur* fermant aussi bien que possible le passage qui reste ouvert, vers l'intérieur, tout autour de l'essieu.

Les boîtes du type de la figure 216 peuvent aussi recevoir, dans le vide du contre-coussinet, sous la fusée, un tampon ou une éponge qui recueille l'huile et supplée pendant quelque temps au graissage normal, s'il en est besoin.

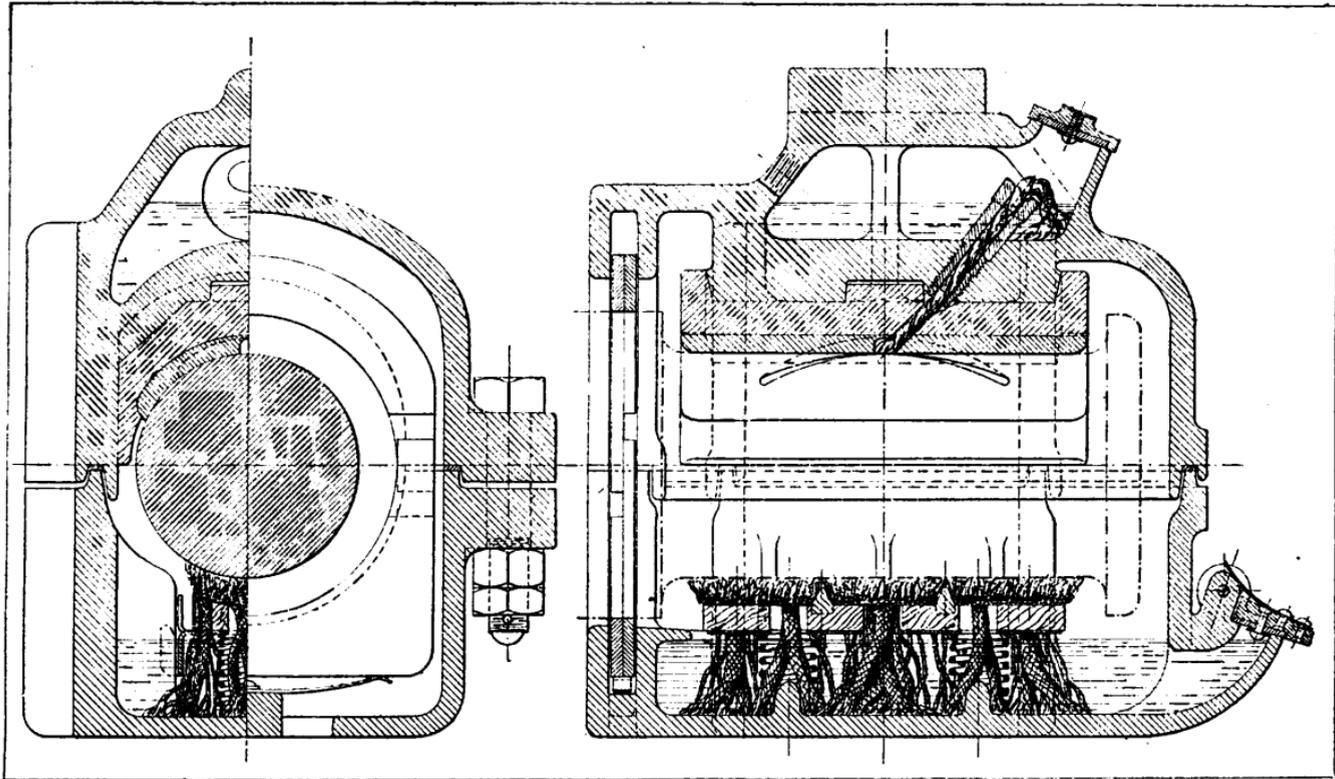


Fig. 217 et 218. — Boîte extérieure de locomotive.

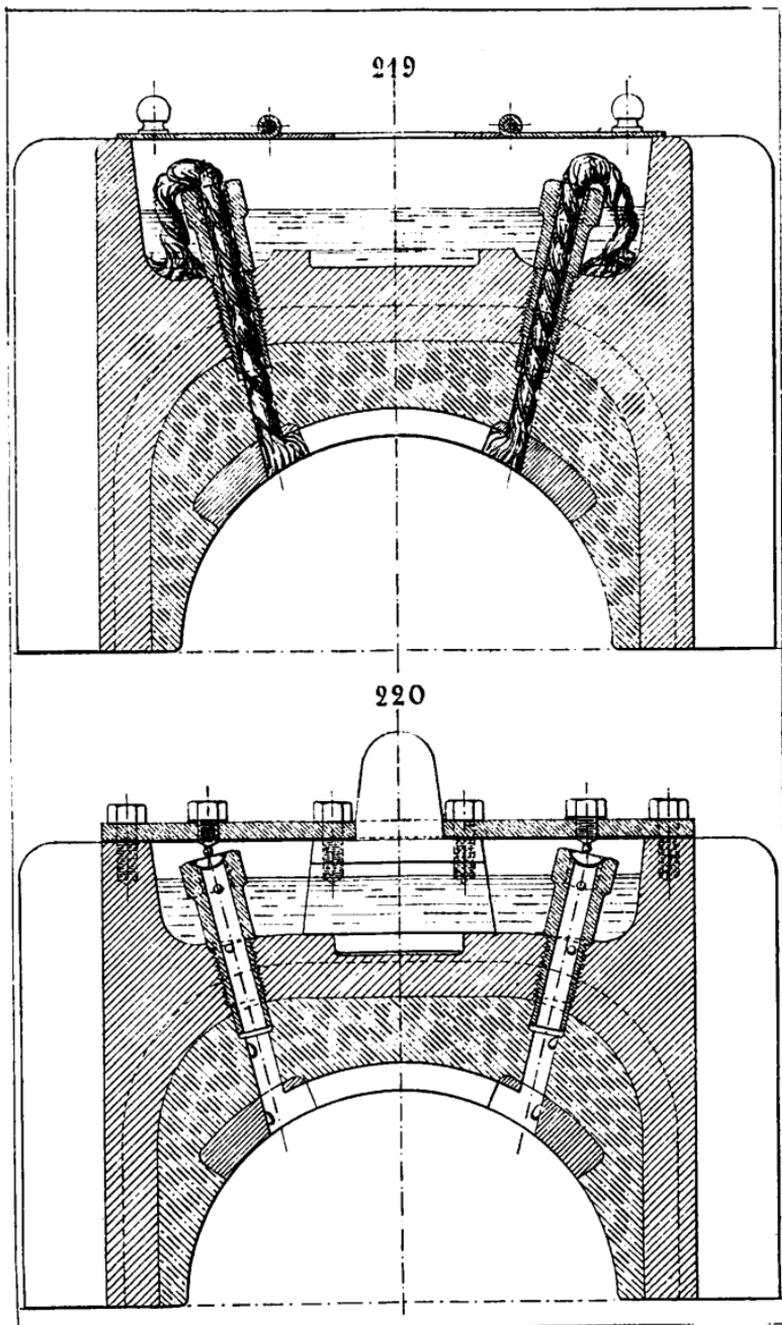


Fig. 219. Graissage par mèches. — Fig. 220. Graisseurs sans mèches.

Pour bien comprendre comment le mécanisme de la locomotive la fait avancer, il faut se rendre compte de la poussée exercée par les boîtes contre les glissières. Les essieux simplement porteurs sont entraînés par le véhicule qu'ils supportent : c'est donc la glissière d'arrière qui en pousse constamment les boîtes ; l'effort nécessaire n'est pas grand, si bien que souvent les boîtes des voitures à voyageurs ne touchent pas les plaques de garde et sont tirées par les menottes inclinées des ressorts. Mais quand un essieu est moteur, soit directement, soit par l'intermédiaire de bielles d'accouplement, ce sont ses roues, en tournant sur le rail sans patiner, qui font avancer la machine : quelle est alors l'action des boîtes sur les glissières ? Considérons la locomotive transformée en moteur d'atelier : elle est fixée au sol et les roues de l'essieu moteur sont remplacées par des *pouliés* qui reçoivent les courroies. Supposons que ces pouliés aient le même diamètre que les roues dont elles ont pris la place et que les courroies soient dirigées horizontalement (fig. 221), de telle sorte que le *brin conducteur* se présente sous la poulie comme le rail se présentait sous la roue motrice. Nous admettrons enfin que le *brin de retour* de la courroie est complètement lâche et n'exerce aucune traction sur la poulie ; bien que ces conditions diffèrent quelque peu de celles qu'on peut observer dans les ateliers conduits par une locomotive transformée en moteur fixe, on n'aura pas grande difficulté à se les figurer.

Les brins conducteurs de nos deux courroies remplacent les rails : les forces qui s'exercent sur le bâti, et notamment entre les boîtes et les glissières, restent à peu près les mêmes que lorsque la locomotive courait sur la voie ; pour notre comparaison, nous supposons, bien entendu, que l'essieu tourne avec la même vitesse et que le travail est le même par coup de piston, dans les deux modes de fonctionnement. La *tension* de la courroie est alors précisément égale à la poussée que la roue exerce sur le rail. poussée qui ne produit pas le patinage si l'adhérence est suffisante. Le moteur fixe peut aussi donner lieu à une sorte de patinage, lorsque la courroie glisse sur la poulie.

En examinant la marche d'une machine fixe quelconque, s'il y a un peu de jeu dans les paliers de l'arbre, on voit que, pendant un tour, cet arbre est alternativement poussé et tiré par le piston : de même, la boîte de notre locomotive va être poussée contre la glissière arrière par le piston marchant d'avant en arrière, puis tirée contre la glissière avant, par le piston revenant d'arrière en avant. Mais en outre, la traction de la courroie (ou la réaction du rail contre la roue) s'exerce constamment dans le même sens et tend à toujours appliquer la boîte contre la glissière avant, avec une force égale à cette traction : il en résulte que la poussée contre cette glissière est augmentée d'autant, tandis que la poussée contre la glissière arrière est diminuée.

Si cette poussée, variable suivant la pression de la vapeur sur le

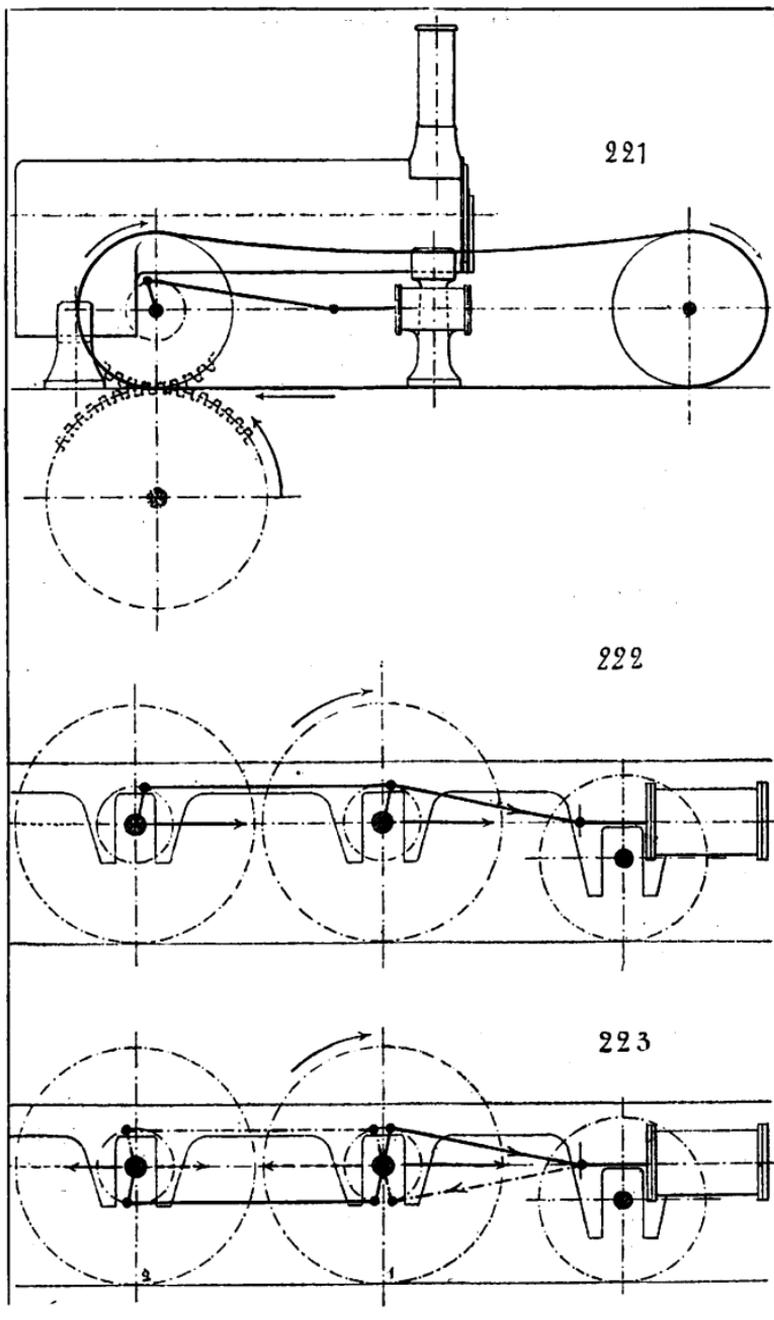


Fig. 221. Transmission de l'effort moteur. — Fig. 222. Transmission dans les machines à essieux couplés (voir observation dans le texte). — Fig. 223. Transmission dans les machines à essieux couplés, avec cylindres intérieurs.

piston, atteint, dans chaque sens, 6 000 kilogrammes, et si la tension de chaque courroie ou l'effort de traction à la jante de chaque roue est alors de 1 000 kilogrammes, la poussée sur la glissière avant atteindra à chaque tour $6\ 000 + 1\ 000$ ou 7 000 kilogrammes et celle sur la glissière arrière sera réduite à $6\ 000 - 1\ 000$ ou 5 000 kilogrammes ; c'est encore assez pour produire des chocs violents s'il y a trop de jeu entre la boîte et les glissières.

Nous avons considéré isolément une seule boîte et le piston correspondant, que nous avons supposé agir très près de la boîte, ainsi qu'on le voit sur les locomotives à cylindres extérieurs ; quand les cylindres sont intérieurs, les deux mécanismes moteurs sont assez éloignés des boîtes, et leur action se combine d'une manière plus compliquée, qu'il n'est guère utile d'analyser ici.

On peut être surpris de voir les roues motrices, qui en somme font avancer la locomotive, appuyer à certains moments leurs boîtes contre les glissières arrière. Mais il ne faut pas oublier que le bâti est soumis à l'action d'autres forces : la vapeur presse toujours l'un ou l'autre fond du cylindre, exactement avec la même force qu'elle exerce sur le piston ; on peut donc dire que lorsque la boîte de l'essieu moteur s'appuie contre la glissière arrière, c'est par le fond avant du cylindre que la vapeur pousse la locomotive ; au contraire, quand la boîte s'appuie contre la glissière avant, sa poussée contre-balance et dépasse la pression sur le fond arrière du cylindre et c'est elle alors qui communique une impulsion à la machine. Le bâti doit être assez solide pour bien résister à ces forces intérieures considérables, qui tendent alternativement à tirer l'essieu vers le cylindre et à l'en écarter.

S'il y a deux ou plusieurs essieux accouplés, au moyen de bielles recevant le mouvement du bouton de manivelle actionné par la bielle motrice (fig. 222), chacun de ces essieux prend une part de l'effort moteur du piston et la transforme en effort de traction ; les boîtes se comportent comme celles d'un essieu moteur indépendant, pour cette part d'effort. On remarquera que le cylindre, supposé extérieur, est mal placé sur la figure 222 : il devrait dépasser la roue d'avant.

Dans la plupart des machines à cylindres intérieurs, les boutons de manivelles d'accouplement sont calés à l'opposé de la manivelle motrice correspondante (fig. 223). Sans refaire tous nos raisonnements pour ce cas-là, nous en retiendrons seulement la conclusion : la somme des efforts moteurs aux jantes des roues motrices et accouplées pousse toujours la machine en avant, soit directement par l'intermédiaire des boîtes, soit par les fonds avant des cylindres ; mais les pressions des boîtes contre les glissières, qui fatiguent le bâti, se trouvent modifiées et augmentées. On voit sur la figure 223 que, dans la position des manivelles indiquée en traits pleins, la bielle d'accouplement tend à écarter les boîtes des deux essieux accouplés : la poussée de la boîte de l'essieu 1 contre sa glissière avant en est augmentée, tandis que la boîte de l'essieu 2 appuie contre sa glissière

arrière. Au contraire, dans la position en traits ponctués, où la bielle d'accouplement tire, elle tend à rapprocher les deux boîtes, ce qui augmente la poussée de la boîte 1 contre sa glissière arrière, tandis que la boîte 2 presse sa glissière avant.

En examinant comment travaille la locomotive transformée en moteur fixe, nous avons supposé une transmission par courroie, qu'on emploie généralement en pareil cas. Mais la comparaison avec la locomotive en service sur la voie serait encore plus claire, si on supposait une transmission par roues dentées (figurées en ponctué sur la figure 221), en se rappelant qu'on peut assimiler le rail à une sorte de crémaillère munie de petites dents.

Les boîtes du système Raymond et Henrard ont trois coussinets, afin de bien résister aux poussées horizontales : les essieux moteurs des locomotives récentes de la compagnie de Lyon tournent dans ces boîtes, représentées figure 223 bis : le graissage se fait par un réservoir supérieur avec mèches, et par un réservoir inférieur avec tampon graisseur. Le coussinet supérieur, qui appuie constamment sur la fusée, est muni de *patte d'araignée* ; les coussinets latéraux, ayant un jeu d'environ un quart de millimètre, ont une surface unie. Ce jeu est obtenu en les serrant à bloc à l'aide du coin intérieur, puis en le faisant descendre de 5 millimètres.

Pour que l'essieu soit bien monté, il est essentiel que les glissières arrière de ses deux boîtes soient exactement dans le même plan vertical, perpendiculaire à l'axe de la machine, et que l'épaisseur du coussinet arrière, plus celle de la paroi de la boîte, soit bien la même des deux côtés : l'essieu est alors perpendiculaire à l'axe de la machine.

132. Chasse-pierres. — Le *chasse-pierres* (fig. 224), placé à l'avant des roues pour écarter les obstacles qui peuvent se trouver sur la voie, doit être assez rapproché du rail pour être efficace : mais on aura soin qu'il ne puisse jamais le toucher ; il faut qu'il en reste encore à une petite distance si, par suite d'une forte oscillation ou d'une rupture de ressort, les boîtes d'avant de la machine viennent porter contre le fond de l'entaille des longerons. On doit même tenir compte de l'inclinaison vers l'avant que peut prendre, en pareil cas, tout le châssis.

Lorsque les coussinets, les fusées et les bandages s'usent, la distance des chasse-pierres au rail diminue ; cet effet de l'usure peut obliger à les raccourcir.

Les chasse-pierres doivent être aussi voisins que possible des roues d'avant, afin qu'ils ne s'écartent pas trop de l'axe des rails dans les courbes. Une grande solidité est nécessaire pour leur attache au châssis.

Les locomotives américaines sont munies à l'avant d'un appendice destiné à rejeter de côté les obstacles, et surtout les animaux qu'on

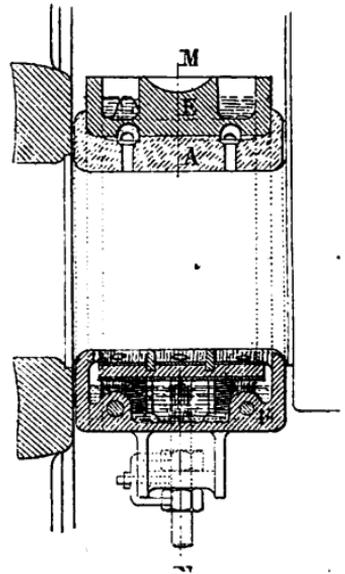
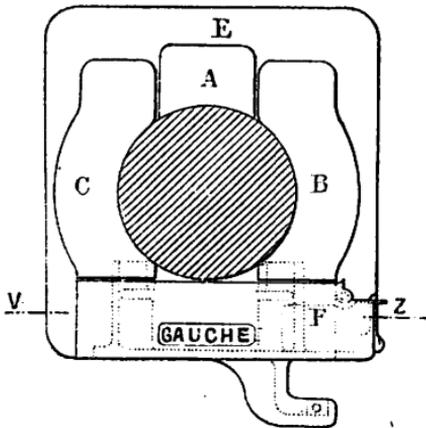
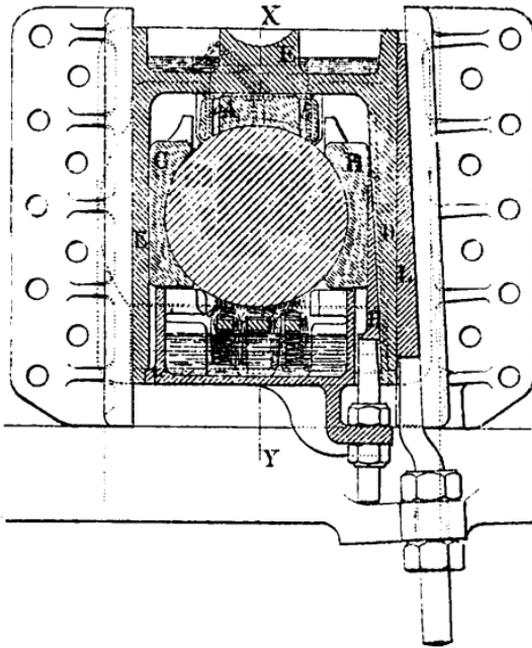


Fig. 223 bis. — Boîte à trois coussinets de la compagnie de Lyon (Système Raymond et Henrard).

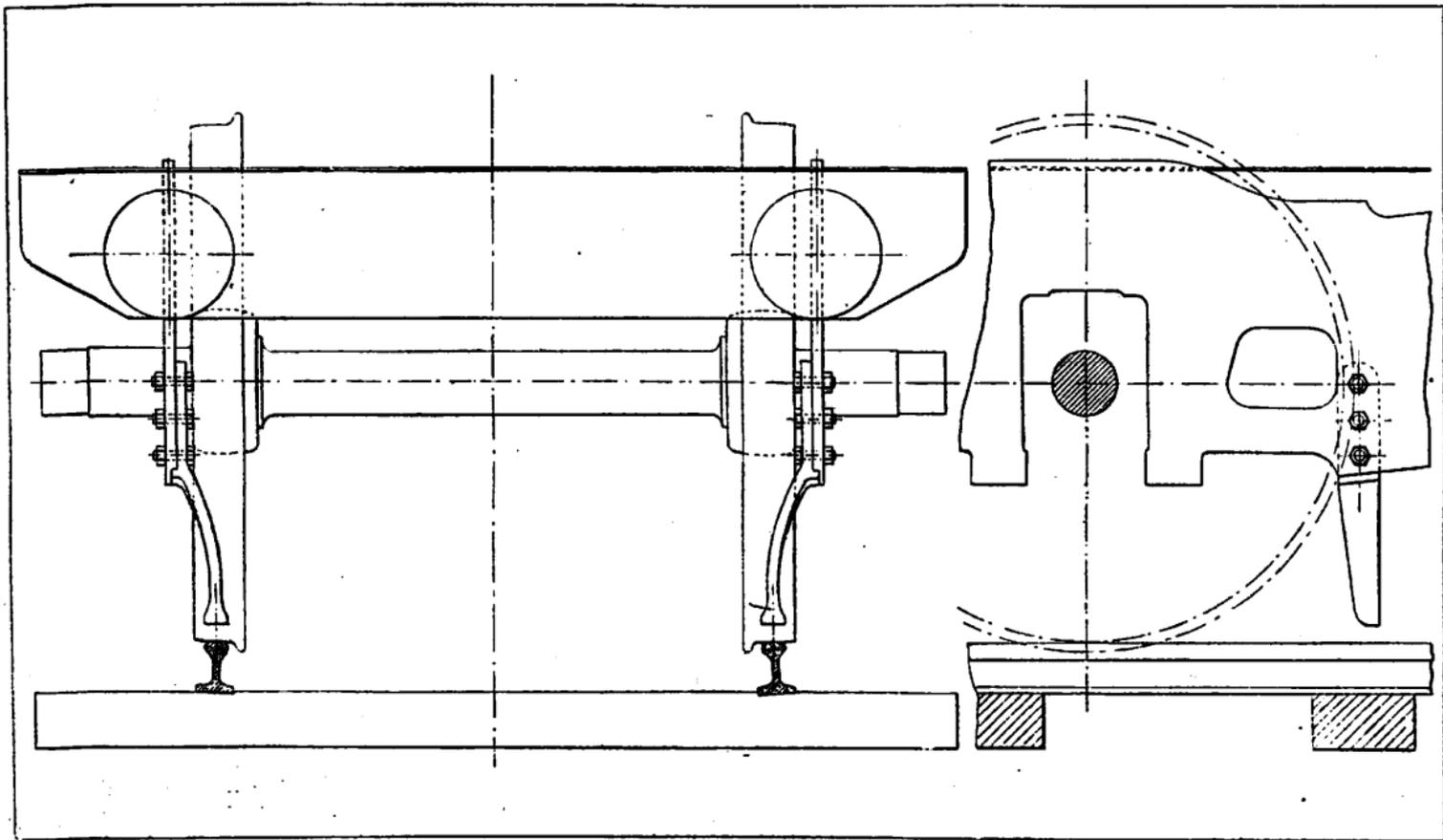


Fig. 224. — Chasse-pierres.

peut rencontrer sur la voie. Cet appendice, dit *chasse-bestiaux* (*cow-catcher*, littéralement *attrape-vache*), rappelle la forme des classe-neige que nous montons sur nos locomotives, mais il est construit à claire-voie avec des tiges en fer.

Il n'y a pas longtemps, de grands troupeaux de bisons parcouraient encore les plaines de l'Amérique du Nord, et quelques mécaniciens s'étaient flattés de faire passer leur train à travers les bandes de ces animaux, peu enclins à se déranger, même pour une locomotive ; mais ils n'ont le plus souvent réussi qu'à dérailler. Il fallait se résigner à attendre la fin du passage, souvent fort long, les troupeaux comptant plusieurs milliers de têtes.

Aujourd'hui il n'existe plus de bisons, sauf quelques-uns conservés par curiosité : on dit qu'il existe encore de même en Europe des *aurochs* vivants.

On peut rappeler à cette occasion la réponse de Stephenson, à l'époque où l'on repoussait les projets de chemins de fer avec plus d'ardeur peut-être qu'on n'en met à les demander aujourd'hui : on accumulait les objections de toutes sortes : qu'une vache échappée d'un pâturage, lui dit-on, vienne se mettre devant un convoi lancé à grande vitesse, quel affreux malheur ! — Oui, répliqua Stephenson, pour la vache. La réponse était spirituelle, mais l'expérience a maintes fois prouvé qu'elle n'était pas entièrement exacte.

133. Dispositions pour faciliter la circulation en courbes. — Chaque ligne de chemin de fer a des *courbes*, rares ou fréquentes, raides ou à grand rayon. Même lorsque le tracé est peu sinueux, les changements de voie et les raccordements des gares sont tracés avec de faibles rayons.

Lorsque les trois ou quatre essieux d'une locomotive sont invariablement liés aux châssis, surtout si leur écartement est un peu fort, ils se placent difficilement sur une courbe un peu raide. Nous avons dit, au § 130, que pour faciliter l'*inscription* dans la courbe, on amincit ou même on supprime parfois les boudins des bandages d'un des essieux intermédiaires. La suppression des boudins du second essieu peut aggraver beaucoup les conséquences d'un déraillement de l'essieu d'avant : aussi n'est-elle pas recommandable pour les machines à marche rapide. Comme il convient que les locomotives circulent facilement dans les courbes, les dispositions qui permettent cette circulation aisée, indispensables sur certaines lignes, sont en général utiles sur toutes. Nous dirons quelques mots du *jeu transversal des boîtes* et des *plans inclinés*, des *bogies*, des *trains articulés d'un seul essieu*.

134. Jeu transversal ; plans inclinés. — On facilite le passage en courbe en donnant un *jeu transversal* à l'essieu d'avant, ou parfois à l'essieu d'arrière. Souvent on se contente de faire le coussinet un peu plus court que la fusée (fig. 225 : coupe verticale par l'axe de l'essieu) ;

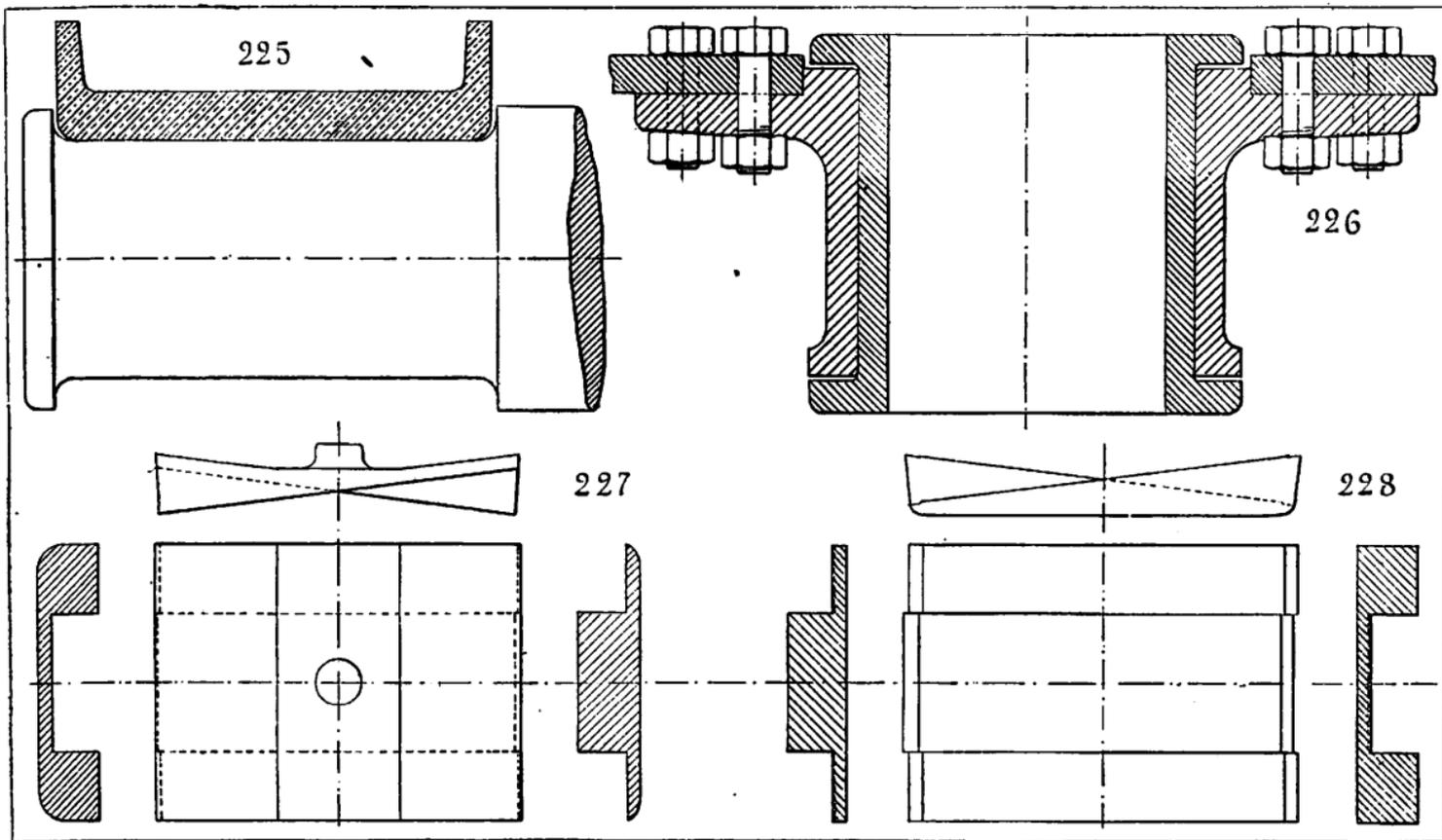


Fig. 225. Coussinet avec jeu transversal. — Fig. 226. Boîte avec jeu transversal. — Fig. 227 et 228. Plans inclinés.

ou bien on laisse un peu de jeu entre les joues des boîtes et les glissières (fig. 226 : coupe par un plan horizontal). Mais dès que le jeu dépasse quelques millimètres, il est bon de le régler, pour éviter un mouvement trop facile de l'essieu. En faisant poser les ressorts sur les boîtes par l'intermédiaire d'une pièce avec deux *plans inclinés* (fig. 227 et 228), formant sur chaque boîte comme un V très ouvert, cette pièce tend toujours à rester au fond du V ; elle ne peut se mouvoir latéralement qu'en se soulevant et en augmentant un peu la tension des ressorts de suspension. Lorsque, dans une courbe, le boudin d'une roue vient porter contre le rail, l'essieu se déplace transversalement en faisant glisser les plans inclinés l'un sur l'autre ; mais ils empêchent une mobilité excessive et gênante de l'essieu. Les plans inclinés doivent être graissés, sinon ils pourraient gripper. Les figures 227 et 228 représentent, séparées l'une de l'autre, pour plus de clarté, les deux parties du système ; la figure 227 est la partie supérieure, qui porte le ressort, et la figure 228 est la partie inférieure, faisant corps avec la boîte.

135. Bogies. — Le *bogie* est aujourd'hui fréquemment employé en Europe, à l'avant des locomotives à deux essieux couplés, où il remplace avec avantage l'essieu porteur unique. En Amérique, le bogie est depuis longtemps d'un usage général. Non seulement il est utile pour le passage dans les courbes, mais il se plie aux inégalités et déformations qui peuvent exister partout sur la voie.

Le bogie, qui est un petit véhicule à deux essieux rapprochés, est parfois simplement articulé autour d'un pivot central ou *cheville ouvrière* (fig. 219) ; le poids de la machine porte alors soit sur le milieu, soit sur les deux côtés ; cette dernière disposition se voit sur la figure 229. D'autres fois, on permet en outre au pivot de se déplacer transversalement sur la machine (fig. 230, 230 *bis* et 230 *ter*), en le rappelant toujours vers la position centrale à l'aide de ressorts, d'un réglage délicat : il est encore plus libre de suivre toutes les sinuosités de la voie. En Amérique, on rattache souvent la machine au bogie par deux bielles inclinées (fig. 231) : le poids de la machine est porté par l'extrémité inférieure de ces bielles, dont les extrémités supérieures sont attachées à une traverse, au milieu de laquelle se trouve le pivot du bogie ; le bogie peut ainsi se déplacer transversalement, mais en redressant l'une des bielles de suspension et inclinant davantage celle du côté opposé : aussi le système est-il toujours ramené vers sa position moyenne.

Le bogie adopté par la compagnie de l'Ouest, depuis l'année 1888, pour les machines à grande vitesse (fig. 237 *bis*), est représenté figure 230 *bis* et 230 *ter*. Le bâti est formé de deux longerons intérieurs entretoisés par une pièce coulée en acier. Le support des pivots, également en acier coulé, peut coulisser transversalement sur des glissières ; les ressorts à lames qui règlent ce déplacement sont montés

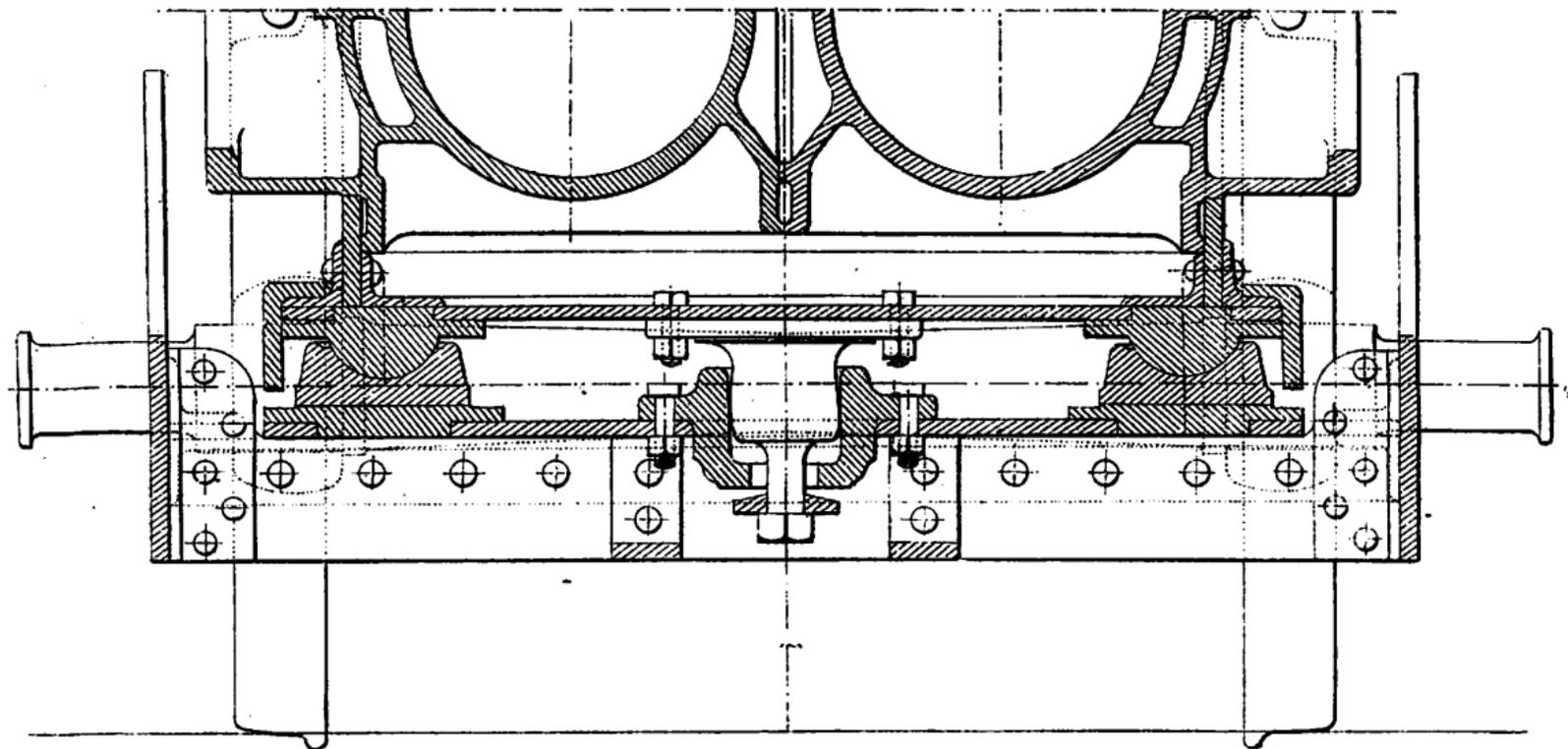


Fig. 229. — Bogie à pivot fixe ; coupe transversale par l'axe du pivot.

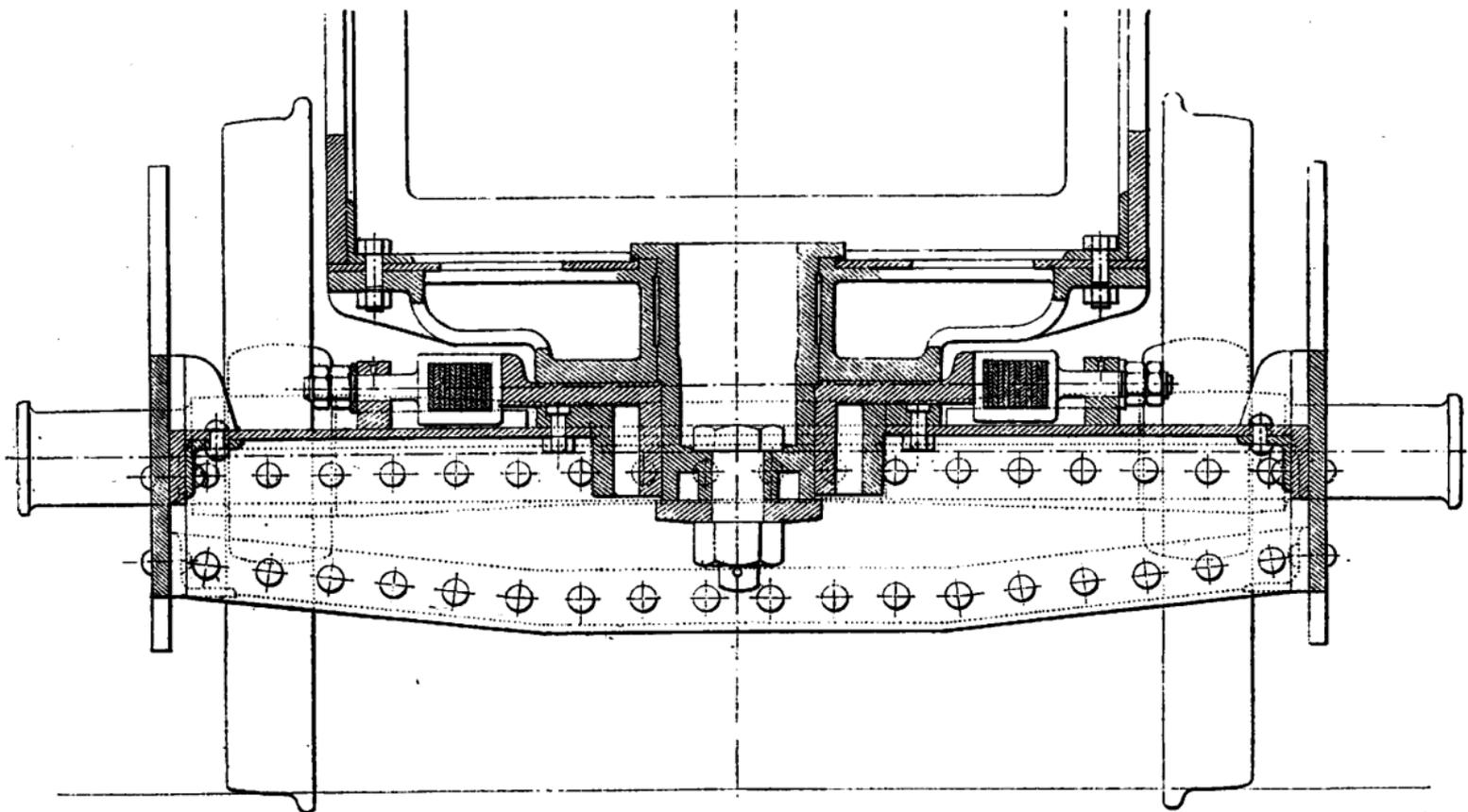


Fig. 230. — Bogie à déplacement transversal ; coupe transversale par l'axe du pivot.

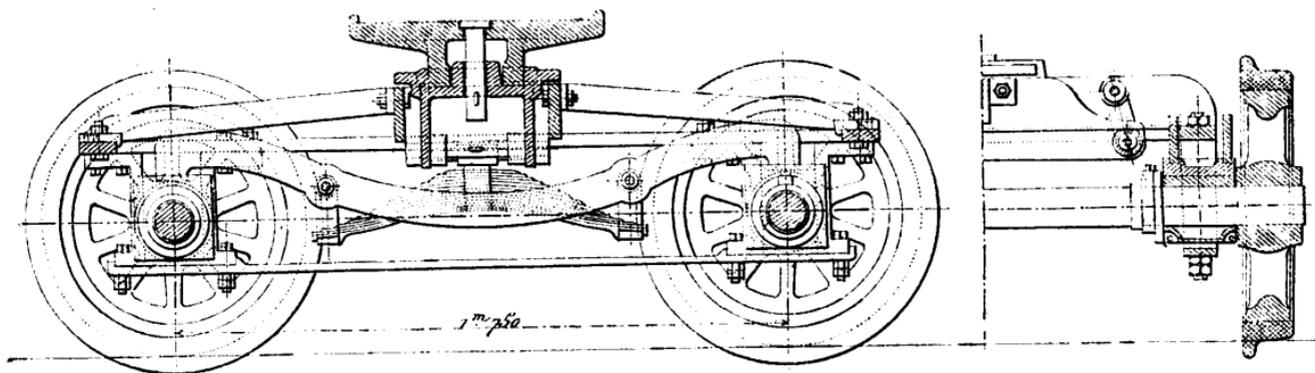


Fig. 231. — Bogie à suspension par bielles inclinées ; coupe longitudinale par l'axe du pivot, et coupe transversale par l'axe d'un essieu.

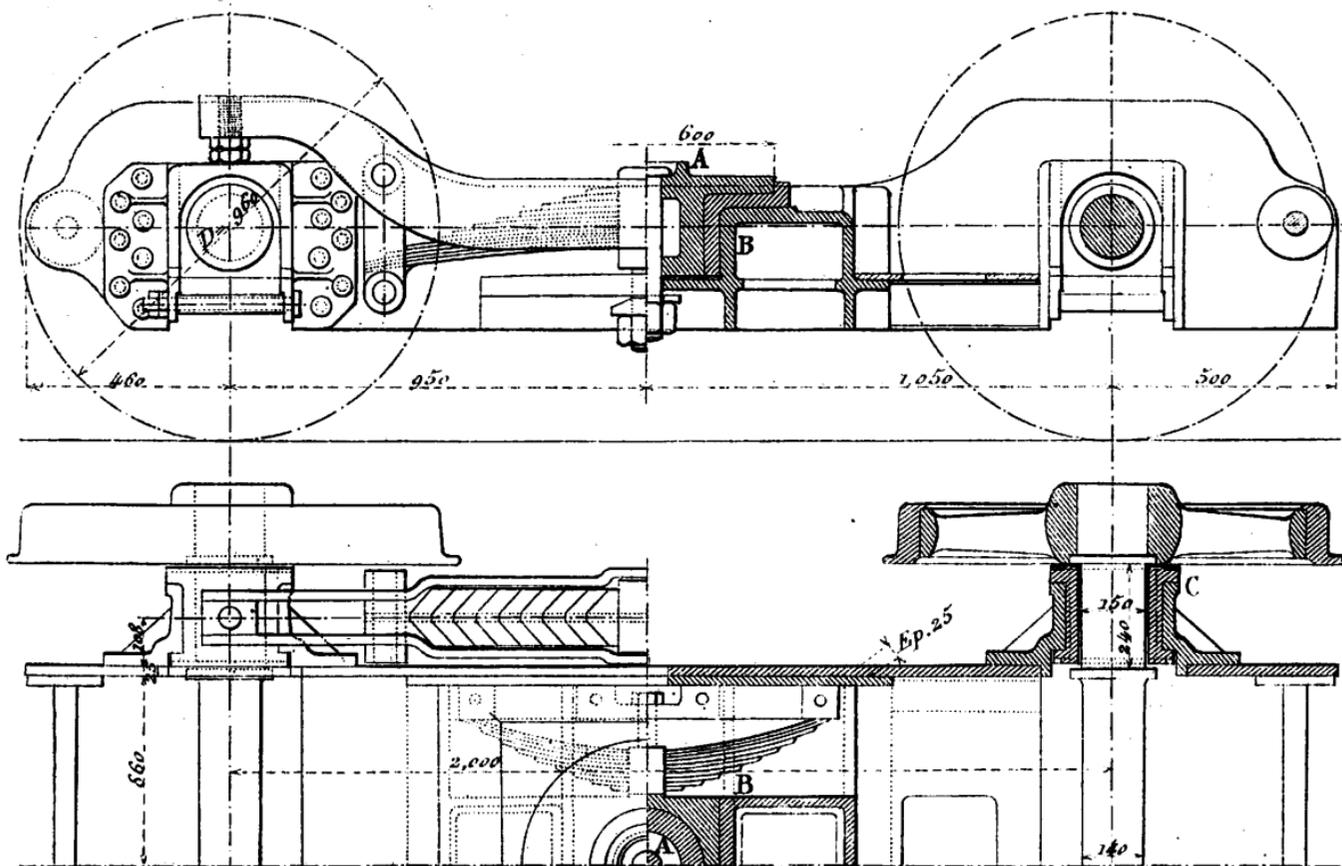


Fig. 230 bis. — Bogie à déplacement transversal de la compagnie de l'Ouest; élévation et coupe longitudinales: plan et coupe horizontale.

avec une tension initiale de 1 200 kilogrammes. L'axe du pivot est un peu en arrière du centre du bogie, ce qui paraît faciliter l'inscription de la machine dans les courbes. Le poids de la locomotive porte sur le pivot; les deux essieux couplés sont chargés par des ressorts conjugués par des balanciers; cette disposition réalise la répartition de

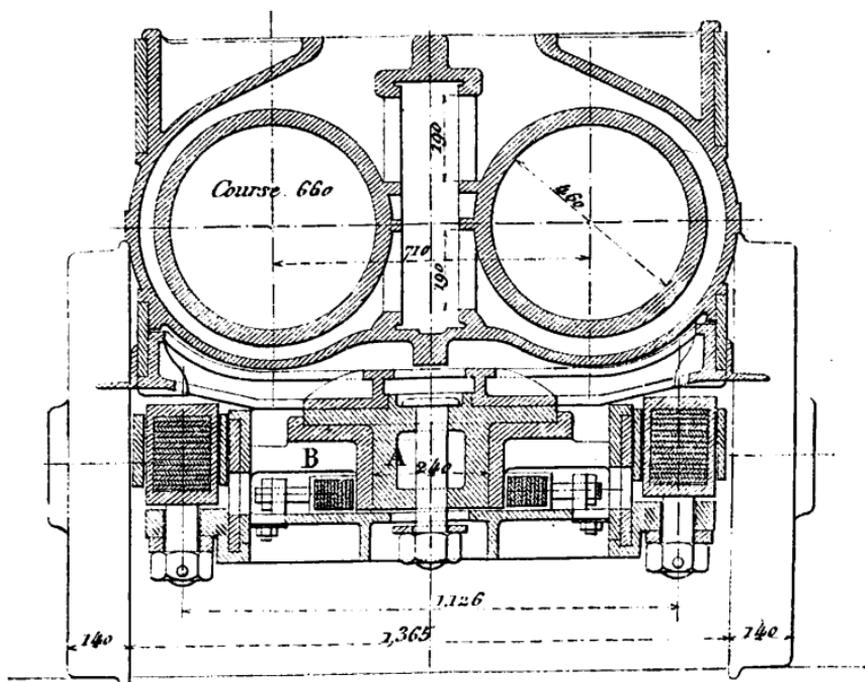


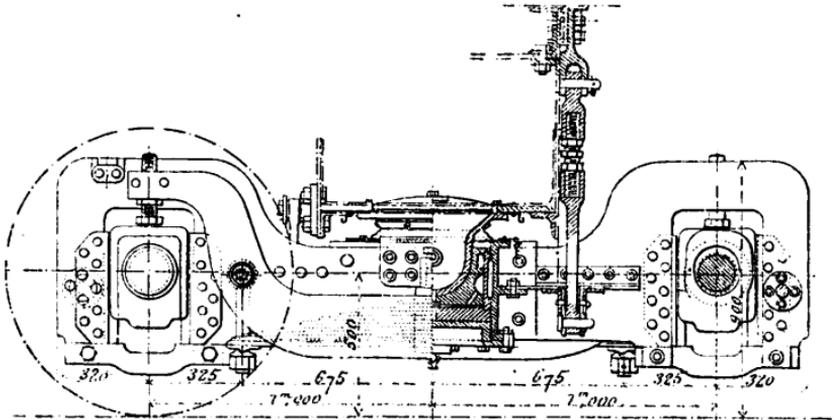
Fig. 230 *ter*. — Bogie de la compagnie de l'Ouest; coupe transversale.

la charge sur trois points seulement, répartition qui est alors invariable, quels que soient les dénivelllements des rails.

Le bogie des locomotives de la compagnie de Lyon (fig. 231 *bis* et fig. 231 *ter*) est chargé en son milieu par un pivot sphérique, qui le laisse libre de s'incliner à droite et à gauche quand les rails ne restent pas de niveau, ce qui a lieu au raccordement des courbes avec les alignements.

Quand la crapaudine tourne autour du pivot, par suite du déplacement du bogie, elle s'élève sur des surfaces de vis agissant comme des plans inclinés pour soulever la locomotive : cette action tend toujours à ramener le bogie dans sa position normale, où ses essieux sont parallèles à l'essieu moteur. En outre, de véritables plans inclinés permettent le déplacement transversal du bogie, en le ramenant de même à la position moyenne. Les ressorts, qui chargent chacun

Coupe par AB.



Coupe par C.D

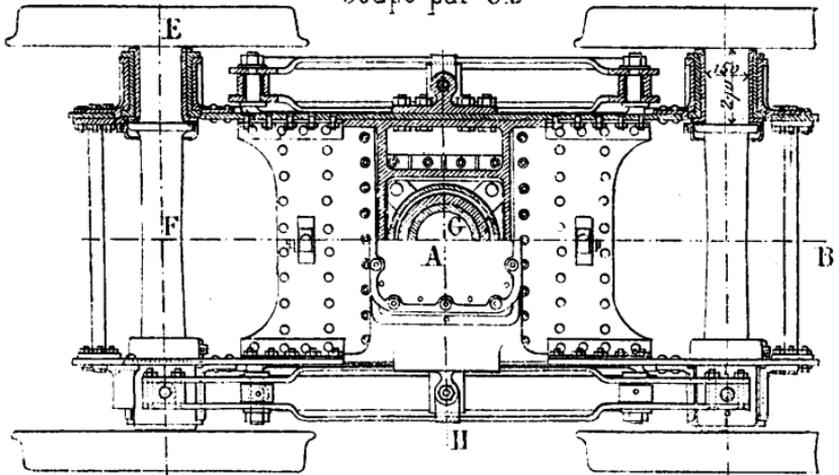


Fig. 231 bis. — Bogie des locomotives de la compagnie de Lyon.

les deux boîtes du même côté, assurent la répartition égale des charges.

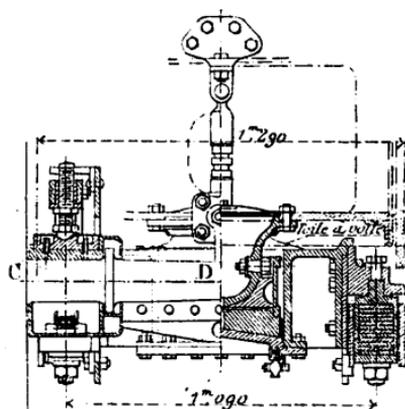
Ce mode de suspension permettrait au bogie de s'incliner de l'avant à l'arrière et les longerons pourraient appuyer sur les boîtes ; pour éviter cet inconvénient, une bielle verticale, visible sur les dessins,

le rattache au châssis de la locomotive ; cette bielle est assez longue pour ne pas gêner les mouvements transversaux du bogie. Une autre bielle plus courte, mais dont les articulations ont beaucoup de jeu, rattacherait de même le bogie au châssis dans le cas où, par accident, le pivot quitterait sa crapaudine.

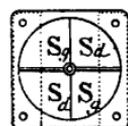
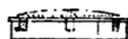
Les bogies doivent toujours être bien nettoyés et débarrassés du sable ou des escarbilles ; les surfaces frottantes en seront graissées.

On applique parfois le bogie à l'avant des locomotives à trois essieux couples, ou bien à l'arrière de certaines machines-tenders, marchant indifféremment dans les deux sens.

Coupe par EFGH



Plans inclinés



S_d Surf. de vis pas à dr^{te}.

S_g -- d° gauche

Fig. 231 ter. — Bogie des locomotives de la compagnie de Lyon.

136. Trains articulés d'un seul essieu. — Considérons une machine à trois essieux couples, avec un essieu porteur à l'avant, et traçons le plan des roues lorsque cette machine passe dans une courbe (fig. 232). Si l'essieu d'avant peut pivoter autour d'un axe vertical, on voit que l'inscription dans la courbe sera bien plus facile ; les trois essieux couples doivent être assez rapprochés pour pouvoir se placer dans la courbe, bien qu'ils restent forcément parallèles.

L'articulation ainsi établie est connue sous le nom de son auteur, Bis-el : les boîtes de l'essieu jouent entre les glissières d'un petit châssis (fig. 233), qui s'articule sur la machine au point convenable ; le poids de la machine porte sur les boîtes de l'essieu par l'intermé-

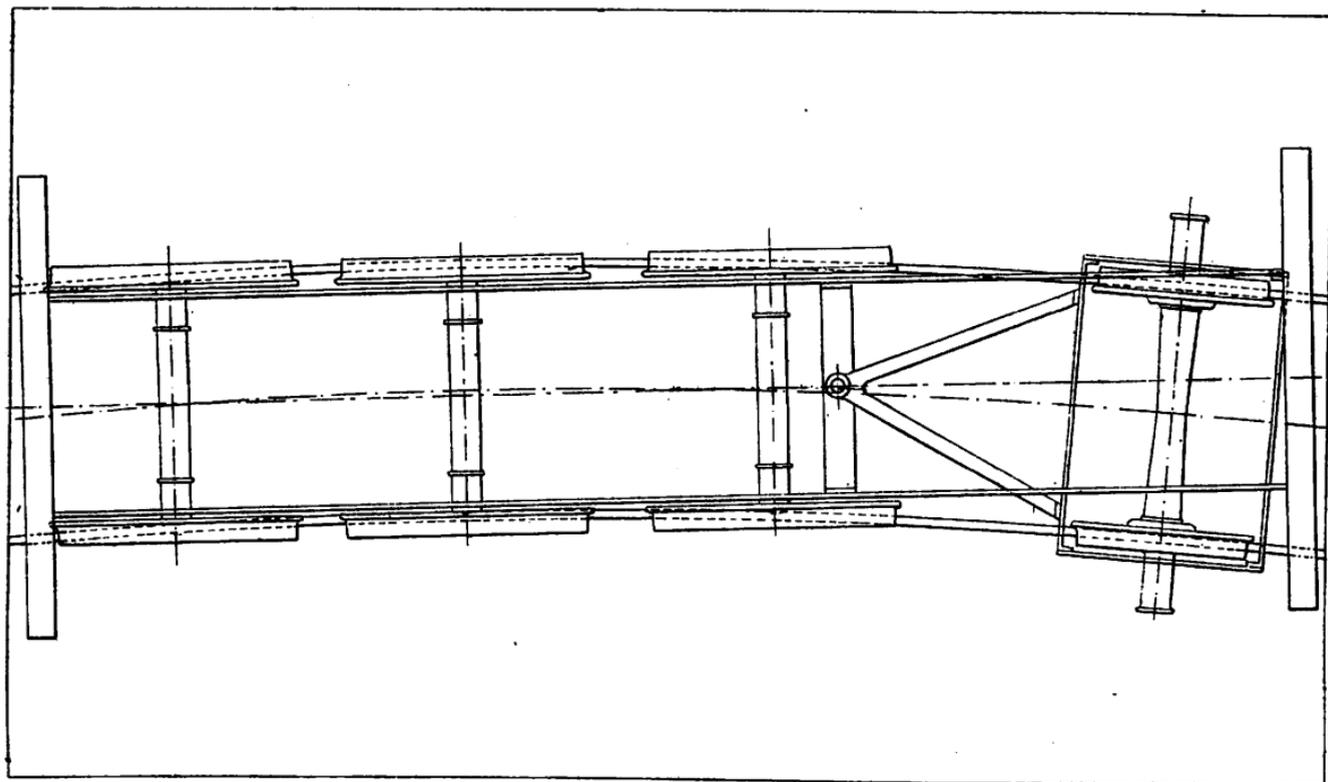


Fig. 232. — Articulation de l'essieu d'avant d'une locomotive à quatre essieux, dont trois couplés.

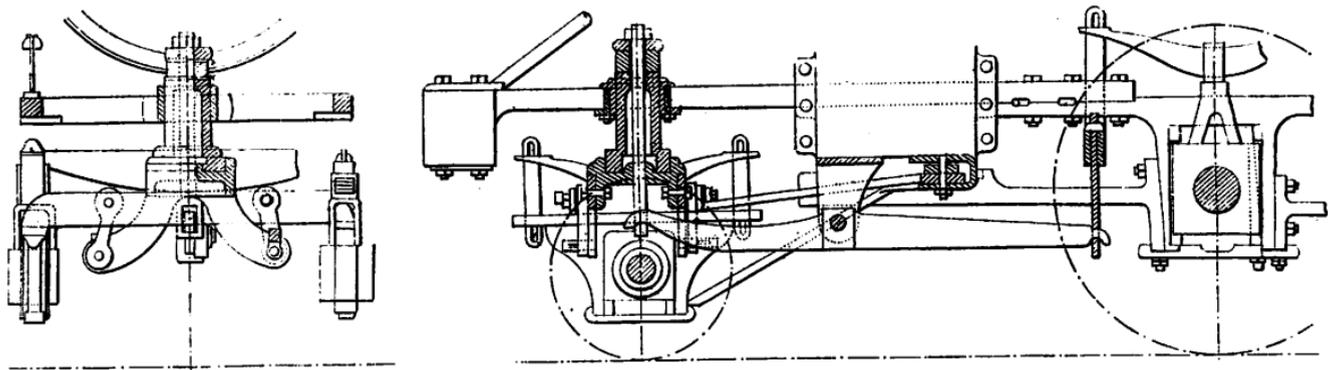


Fig. 233. — Train de Bissel; coupe longitudinale et demi-coupes transversales.

diaire de platines qui ne s'opposent pas à son déplacement, ou parfois de plans inclinés.

Les *boîtes radiales* produisent un effet analogue : elles sont guidées

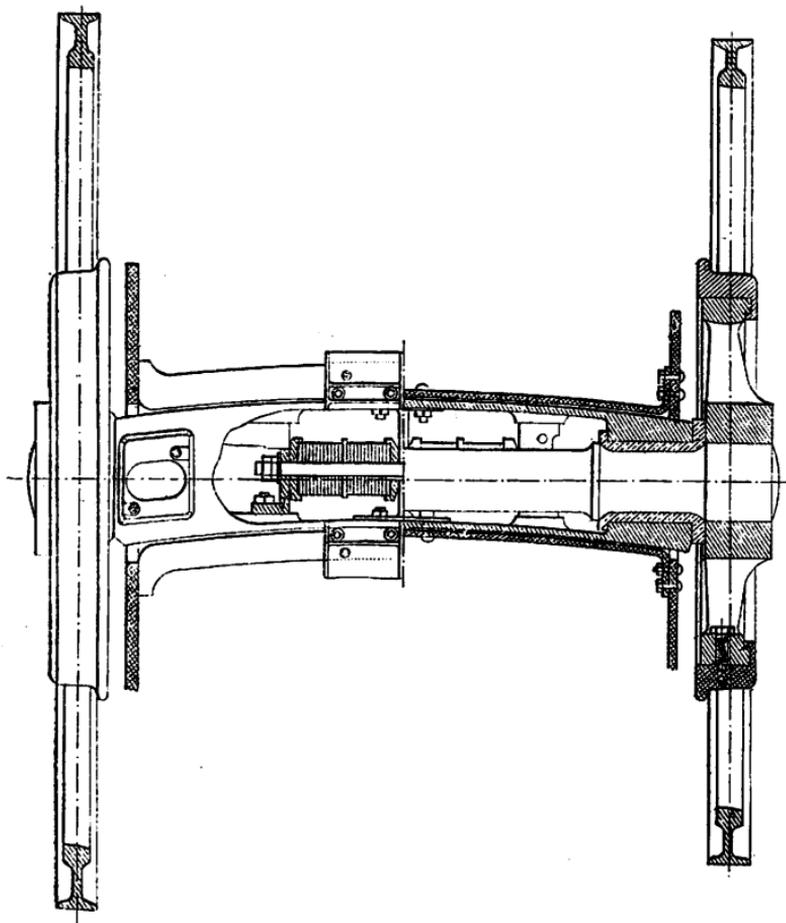


Fig. 234. — Boîtes radiales, vues en plan et en coupe horizontale.

(fig. 234) entre des glissières courbes et forcent ainsi l'essieu, quand il se déplace, à tourner autour d'un axe vertical.