

COURS SPÉCIAL

DES

MACHINES LOCOMOTIVES

à l'usage du personnel technique

des ATELIERS CENTRAUX et ATELIERS DE LIGNES

des chemins de fer,

numéro de 400 figures.

PAR

E. PATTE

Chef d'atelier principal des ateliers centraux de fer de l'Etat à Paris

Inspecteur technique de la traction

et directeur de l'atelier central de matériel de fer de l'Etat à Paris



111, rue de la Harpe

PARIS — MEMENTO A. S. P. 1925

— 111, rue de la Harpe —

COURS SPÉCIAL
DES
MACHINES LOCOMOTIVES

à l'usage du personnel technique
des ATELIERS CENTRAUX et ATELIERS DE LIGNES
des chemins de fer.

PAR
E. PATTE

Chef d'atelier principal des chemins de fer de l'Etat Belge.

Inspecteur technique
de la traction et du matériel du chemin de fer du Bas-Congo au Katanga.



BRUXELLES
IMPRIMERIE A. BREUER
Chaussée d'Ixelles, 313.

—
1922

COURS SPECIAL

MACHINES LOCOMOTIVES

à l'usage du personnel technique
des ATELIERS CENTRAUX et ATELIERS DE LIGNES
des chemins de fer.

PAR

E. PATTÉ

Chef des ateliers centraux des chemins de fer de l'Etat à Paris
Inspecteur technique
de la traction et du matériel des chemins de fer du Nord-Congo et l'Indochine



BRUNNEN
108, rue de Valenciennes
Paris

1933

COURS SPÉCIAL

DES

MACHINES LOCOMOTIVES

PREMIERE PARTIE

Châssis, cylindres, suspensions, roues, dispositifs pour faciliter le passage des locomotives dans les courbes.

Réceptions, essais, montage et vérification des pièces essentielles.

Leurs avaries, causes et remèdes

Châssis. — Les longerons seront confectionnés en tôle de fer homogène soudable.

Les tôles doivent être planes et présenter une surface unie parfaitement exempte de pailles, soufflures, gales, criques, dédoubleures ou défauts d'aucune sorte ; l'épaisseur des tôles sera parfaitement uniforme.

Les épreuves de traction et les essais de pliage des tôles (longerons) sont les mêmes que ceux prescrits pour les tôles en fer homogène soudable entrant dans la construction des chaudières.

Le châssis est formé de deux longerons parallèles, solidement entretoisés, notamment à l'AV. et à l'AR. Il doit être rigide afin de supporter sans se déformer, le poids de la chaudière et des organes suspendus du mécanisme, les efforts sur les pistons, transmis par les bielles, les chocs dus aux inégalités de la voie et aux courbes, enfin il doit maintenir le parallélisme et la perpendicularité des essieux.

Les locomotives anciens types (2, 3, 4, 28, 29, etc.), possèdent un 3^e longeron placé dans l'axe de la locomotive et allant des cylindres à la tôle d'AV de la caisse extérieure du foyer. Dans ce cas pour ne pas contrarier les dilatations de la chaudière, la tête du longeron médian est ajustée à frottement doux dans une boîte-support fixée à la tôle du foyer.

Du côté des cylindres il est solidement attaché au moyen de boulons.

Ce longeron est destiné à recevoir la plus grande partie de l'action alternative des bielles motrices, quand les cylindres sont intérieurs.

Cette construction augmente la solidité du châssis dans les locomotives où les longerons sont extérieurs aux roues, elle donne également plus de largeur disponible pour l'installation du foyer et elle diminue les risques de déraillement en cas de bris de l'essieu coudé.

Longerons intérieurs aux roues. — Cette disposition a l'avantage de présenter à la chaudière des points d'appui directs et de réduire les porte-à-faux surtout à l'AV. de la locomotive.

Les roues d'avant se trouvent en partie latéralement par rapport aux cylindres et non derrière ceux-ci comme dans le cas des longerons extérieurs aux roues. (Exemple : *hl* à 3 essieux accouplés à cylindres intérieurs.)

Le traçage des longerons s'effectue au moyen de calibres afin d'obtenir des pièces de dimensions rigoureusement exactes et interchangeables.

On parachève à la fois aux machines-outils plusieurs longerons du même type de locomotives. Le recuit des longerons après qu'ils ont subi les différentes opérations de parachèvement est de nature à rendre au métal sa qualité primitive.

Les longerons dressés et parachevés entièrement sont mis sur des trétaux ou autres dispositifs. Ils sont entretoisés au moyen de traverses intermédiaires et de celle d'arrière préalablement parachevées.

A l'avant des longerons, une entretoise provisoire est fixée en lieu et place des cylindres. L'assemblage provisoire des longerons étant terminé, ceux-ci sont placés de niveau dans le sens longitudinal et dans le sens transversal du châssis. Une règle placée sur les deux longerons à la fois et dans le sens transversal permet de constater s'ils se trouvent dans un même plan horizontal.

Conditions d'un bon montage. — Les longerons seront parallèles entre eux, verticaux et parfaitement plans.

Explications sur croquis (FIG. 1). — Le montage des longerons se vérifie au moyen de mesurages en diagonale, transversaux et longitudinaux.

Au préalable, les axes des essieux sont tracés sur des planchettes fixées dans les échancrures pour boîtes à huile.

Le montage étant exact, on procède à l'alésage des trous de boulons et rivets des traverses intermédiaires, etc.

Le placement des boulons et rivets fera l'objet de soins tout particuliers.

Les assemblages terminés, une nouvelle vérification sera faite. Cette vérification sera renouvelée après le montage des cylindres et également de la chaudière sur le châssis.

Avaries, causes et remèdes.

Faussage des longerons. — Les causes. — La chaudière est fixée d'une façon invariable au châssis par l'un seulement de ses points. En d'autres points, elle est maintenue au moyen de supports à coulisse. La chaudière se dilate ou se contracte

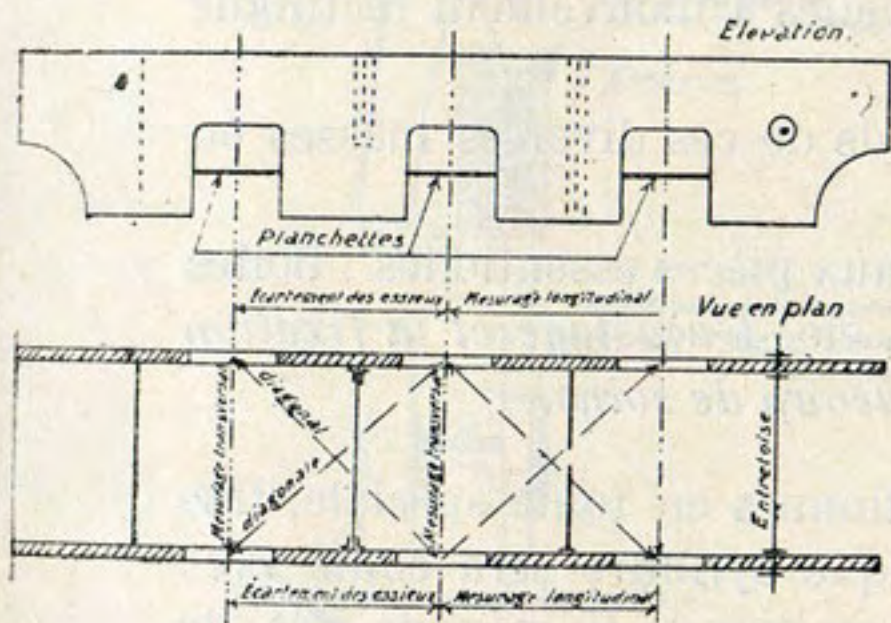
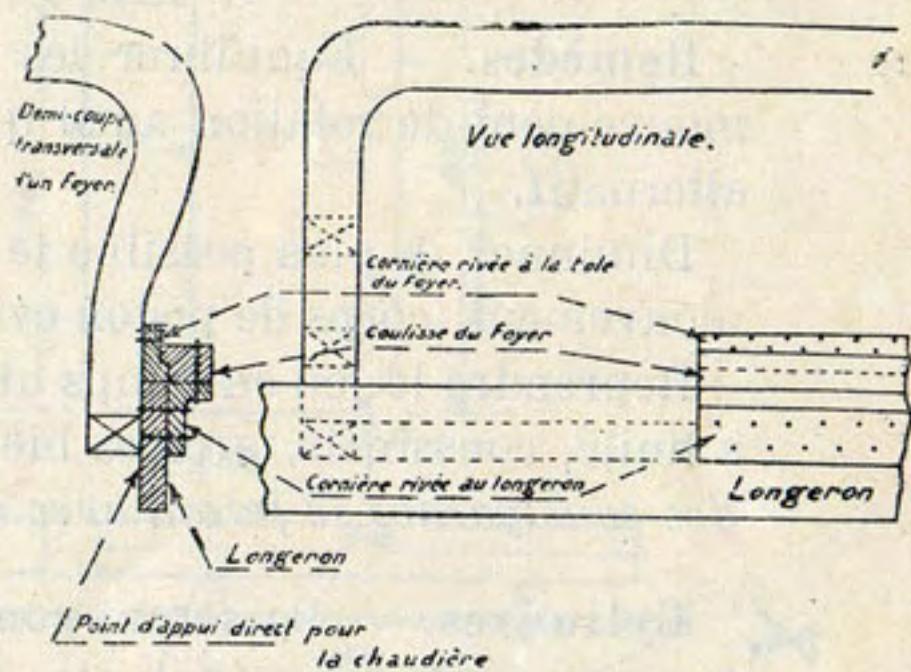


Fig. 1.



Le support de G est identique à celui de D

Fig. 2.

sous l'action des variations de températures auxquelles elle se trouve soumise.

Lorsque la chaudière ne fonctionne pas librement dans les supports à coulisse, les mouvements de dilatation et de contraction de la chaudière sont contrariés et ils exercent une grande influence sur les longerons lors du passage de la *hl* dans les courbes par les chocs et les vibrations provenant de l'inégalité de la voie, dans les changements de voie, etc.

Remèdes. — Apporter beaucoup de soins dans l'ajustage et le montage des supports à coulisse (FIG. 2 et 3), le moindre calage général, en effet, la dilatation de la chaudière et provoquerait le faussage des longerons, voire la rupture. Un jeu trop grand dans les dites coulisses serait cependant nuisible car la chaudière manquerait de stabilité.

Il faut également que la chaudière repose parfaitement sur les dits supports afin d'avoir une répartition égale du poids sur les longerons.

Rupture des longerons notamment dans les échancrures pour boîtes à huile.

Les causes. — Les masses excentrées animées d'un mouvement de rotation, comme les grosses têtes de bielles motrices, bielles excentriques, etc., de même que les masses à mouvement alternatif horizontal, comme les pistons, les crosses de piston, une partie des bielles motrices, etc., développent dans la marche des forces appelées dans le premier cas, force centrifuge et dans le second cas, force d'inertie, dont l'effet est très destructif pour le châssis *lorsque les boîtes à huile dans leurs guides, suivant l'axe longitudinal de la hl, ont trop de jeu.*

Un jeu exagéré dans les coussinets des fusées d'essieux a également un effet destructif.

Remèdes. — Equilibrer les masses excentrées animées d'un mouvement de rotation ainsi que celles à mouvement rectiligne alternatif.

Diminuer le plus possible le poids de ces diverses masses en mouvement (corps de piston évidé).

Reprendre le jeu en temps utile aux pièces essentielles : boîtes à huile, coussinets, grosses bielles, etc. *L'ajustage et la fixation des sous-gardes se feront avec beaucoup de soins.*

Cylindres. — Ils seront confectionnés en fonte spéciale, très homogène et très résistante. Chaque cylindre sera coulé avec quatre éprouvettes prismatiques à section de 40 m/m de côté, de 200 m/m de longueur et disposées verticalement.

La coulée se fera sous une pression déterminée par une colonne de fonte de 0.80 mètres de hauteur au-dessus du niveau inférieur de l'éprouvette (FIG. 4).

L'une de ces éprouvettes sera essayée à la flexion par choc dans les conditions suivantes :

Les faces longitudinales seront laissées brutes; toutefois deux d'entre elles pourront être passées à la meule, s'il est nécessaire, pour les dresser et les rendre bien parallèles. Le barreau ainsi préparé sera placé sur deux couteaux dont les arêtes seront distantes de 160 m/m (FIG. 5) et recevra *sans se rompre ni se fissurer* en un point situé à égale distance des couteaux d'appui, un choc donné par la formule :

$$P. H. = 0,110 C^3.$$

P. = poids du mouton de 15 à 20 kg.

H. = hauteur de chute de ce dernier.

C. = côté de la section carrée de l'éprouvette.

Exemple : $P. H. = 0,110 C^3.$
 $20 \times H. = 0,110 \times 40^3.$
 $H. = 0,110 \times 40^3.$

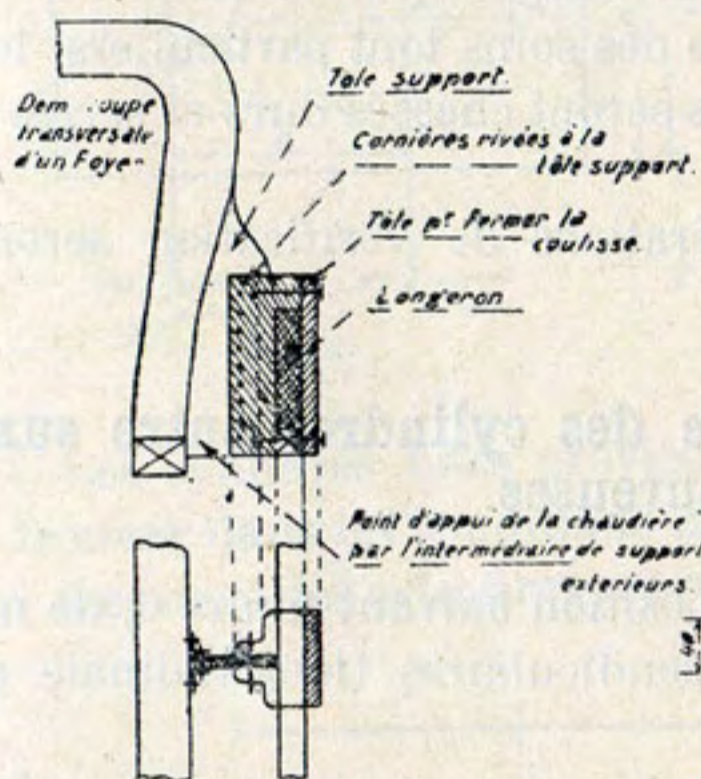
20

$H. = 352 \text{ m/m.}$

Si cette éprouvette venait à se rompre ou à se fissurer, on procédera au double essai sur les deux autres (voir cours de fonderie essais des fontes).

Après ébarbage et nettoyage, les cylindres seront examinés minutieusement en ce qui concerne les défauts de coulée.

S'il n'est pas constaté de défauts, rendant les cylindres inutili-



Vue en plan du support à coulisse.
 Les supports G. et D sont identiques

Fig. 3

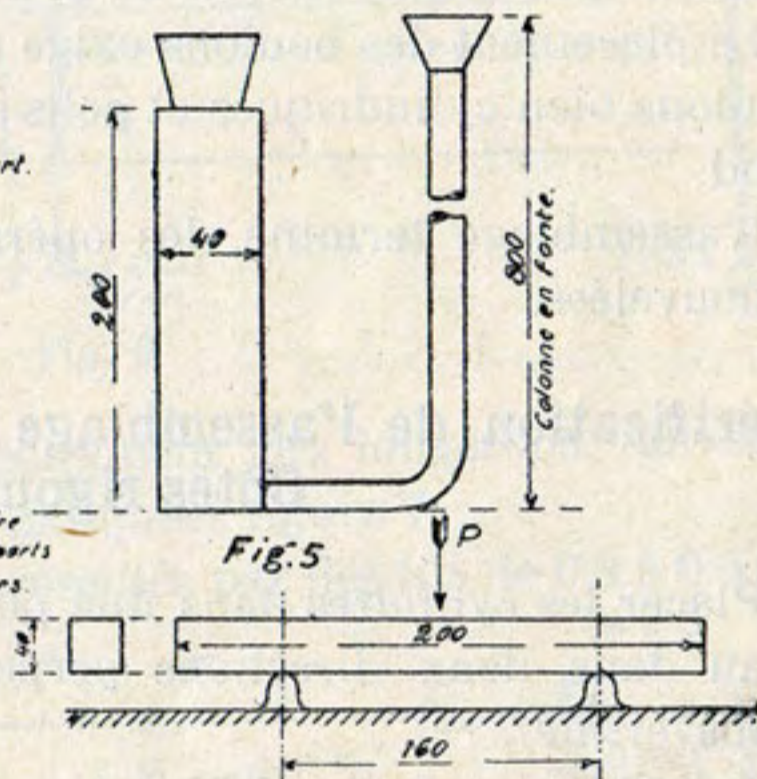


Fig. 4 et 5.

sables, on procédera au traçage complet notamment à la vérification de la position des axes ainsi que des côtes rigoureuses.

Ensuite on parachèvera s'ils ont été trouvés dans de bonnes conditions.

Après parachèvement, les cylindres seront réexaminés et au point de vue des dimensions et défauts. En outre, toutes les parties des cylindres et notamment les parties frottantes et les portées des joints devront être parfaitement saines sans soufflures, piqûres ou autres défauts quelconques.

Tous les passages de vapeur seront de section constante, sans étranglement, leurs surfaces intérieures seront soigneusement ébarbées après la coulée, afin de n'offrir aucune résistance au passage de la vapeur.

Les cylindres munis des couvercles devront rester étanches sous une pression intérieure à la vapeur de 10 1/2 kg. au moins

par centimètre carré. Cette pression sera réduite à 7 1/2 kg. pour les cylindres à basse pression des *hl* compound. *Le traçage des trous de boulons, des pattes d'assemblage, des cylindres entre eux, se fera au moyen de calibres afin d'avoir les pièces interchangeables.*

L'un quelconque des deux cylindres est tracé d'après calibre. Le traçage du deuxième cylindre d'une paire se fait après le forage du premier. Ils sont placés suivant figure 6. Préalablement aux opérations d'assemblage des cylindres entre eux, on procédera à une vérification complète.

Les axes se trouvant à écartement conforme au plan, parallèles entre eux et dans un même plan, on procédera à l'alésage des trous de boulons et ensuite au boulonnage.

Le placement des boulons exige des soins tout particuliers, les boulons bien cylindriques et polis seront chassés durs et serrés à fond.

L'assemblage terminé, les opérations de vérification seront renouvelées.

Vérification de l'assemblage des cylindres entre eux. Côtes rigoureuses.

Placer les cylindres dans une position suivant figure 6, de niveau dans deux directions perpendiculaires (longitudinale et transversale).

Sur des planchettes fixées dans les corps cylindriques on détermine les axes A, A', B et B' à l'AV. et à l'AR. des cylindres.

Les cylindres se trouvant bien de niveau, il faut que les 4 fils à plomb (FIG. 6) passent exactement par les axes A, A', B et B' à l'avant et à l'arrière des cylindres.

Côtes rigoureuses :

$$\begin{array}{ll} a = a' & E = E' \\ b = b' & F = F'' \\ c = c' & G = G' \\ d = d' & \end{array}$$

Assemblage des cylindres au châssis.

Conditions d'un bon montage. — Les axes des cylindres étant parallèles entre eux seront parallèles aux longerons et perpendiculaires aux axes des essieux.

Côtes rigoureuses de montage (FIG. 7).

A B pour les cylindres horizontaux.

A' B' pour les cylindres inclinés.

L'axe C, représente la position des axes des *cylindres horizontaux* par rapport aux axes des essieux, l'axe C' représente la position des axes des *cylindres inclinés* par rapport aux axes des essieux. (Côtes données par les plans.)

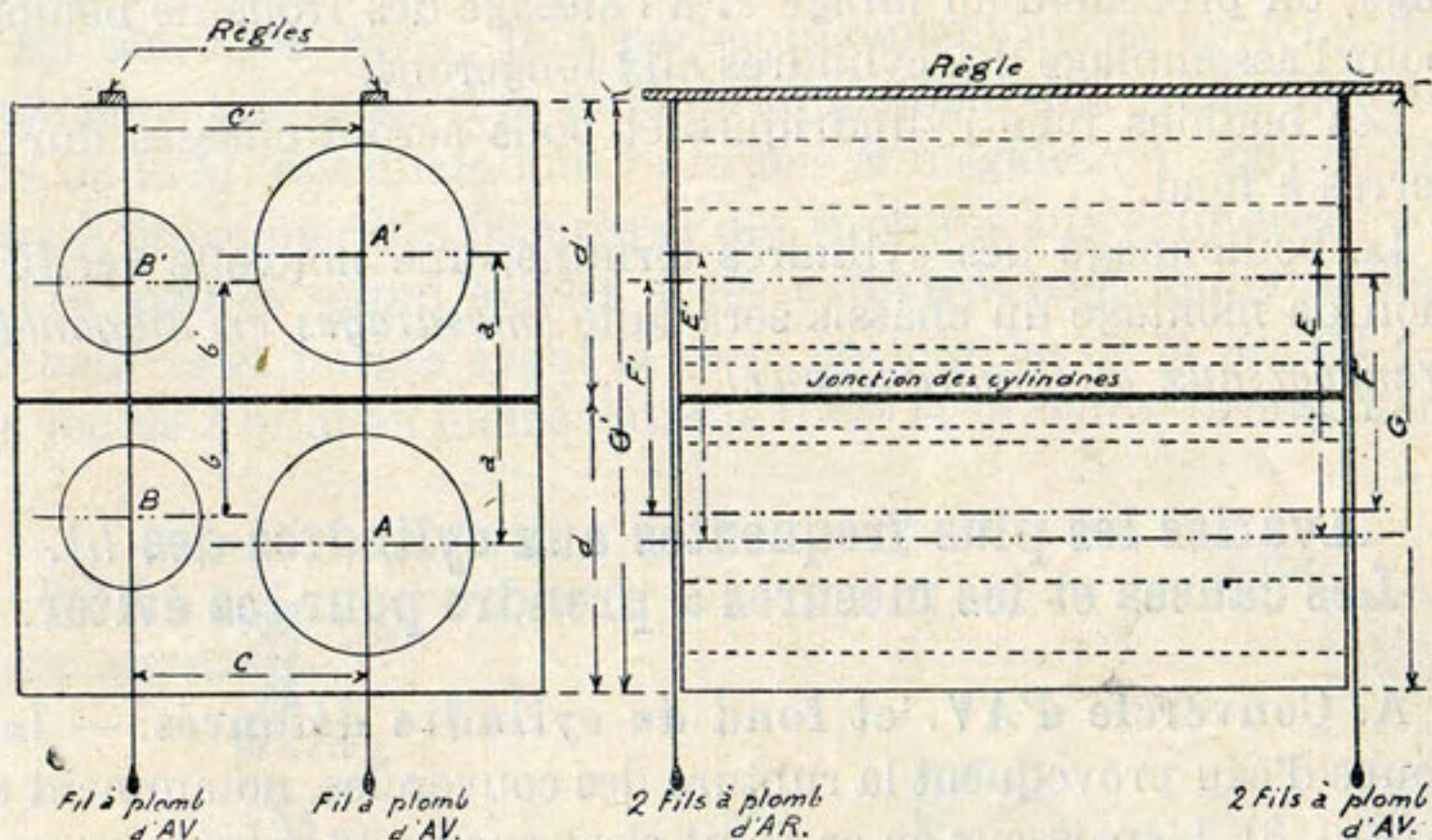
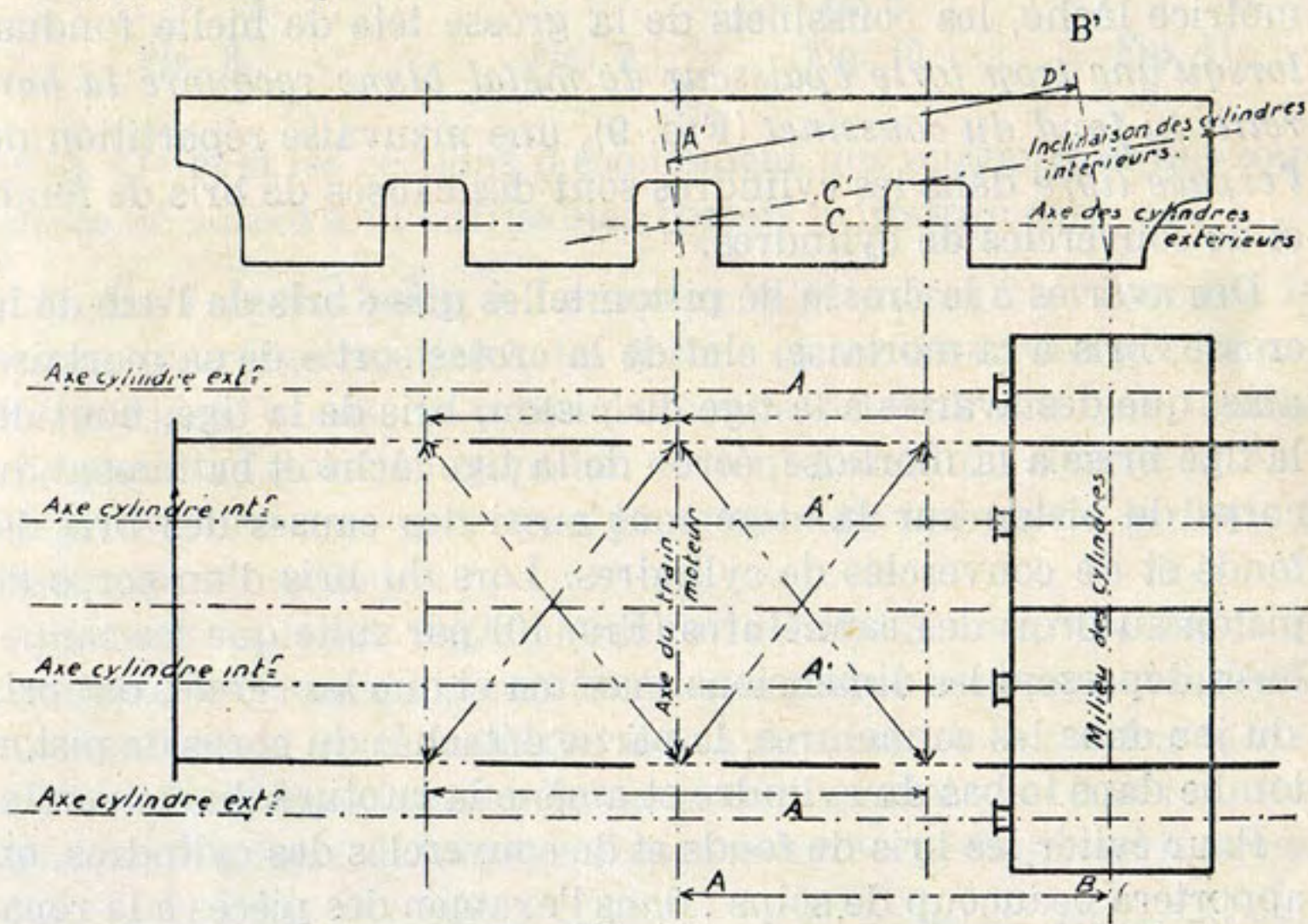


Fig. 6.

Les cylindres fixés provisoirement aux longerons, doivent se trouver dans les conditions indiquées figure 7.

Les axes des cylindres représentés par des fils de 0.3 à 0.5 m/m



F . 7.

de diamètre, seront prolongés jusqu'au caisson d'AR. du châssis de la locomotive.

L'assemblage des cylindres entre eux étant parfait, leurs axes

(fils de 0.3 à 0.5 m/m) sont parallèles entre eux et seront parallèles aux longerons. Les distances, des axes des cylindres aux longerons, gauche et droite correspondantes, seront égales.

Les cylindres se trouvant dans de bonnes conditions de montage, on procédera au forage et à l'alésage des trous de boulons pour l'assemblage des cylindres aux longerons.

Les boulons bien cylindriques et polis seront chassés dur et serrés à fond.

Le boulonnage des cylindres terminé, une nouvelle vérification de montage du châssis sera faite (*mesurages en diagonale, transversaux et longitudinaux*).

Avaries les plus fréquentes aux cylindres des hl. Les causes et les mesures à prendre pour les éviter.

A. Couvercle d'AV. et fond de cylindre défoncés. — Les coups d'eau provoquent la rupture des couvercles, notamment en *a* (FIG. 8). L'épaisseur en ce point n'est que de 16 m/m, alors que celle des autres parties du couvercle varie de 19 à 20 m/m. L'épaisseur est réduite en *a*, c'est pour que le couvercle cède de préférence au cylindre.

Le bris d'une bielle motrice, le clavetage d'une tête de bielle motrice lâché, les coussinets de la grosse tête de bielle fondus, *lorsqu'une trop forte épaisseur de métal blanc recouvre la barrette du fond du coussinet* (FIG. 9), une mauvaise répartition de l'espace libre dans les cylindres sont des causes de bris de fonds et de couvercles de cylindres.

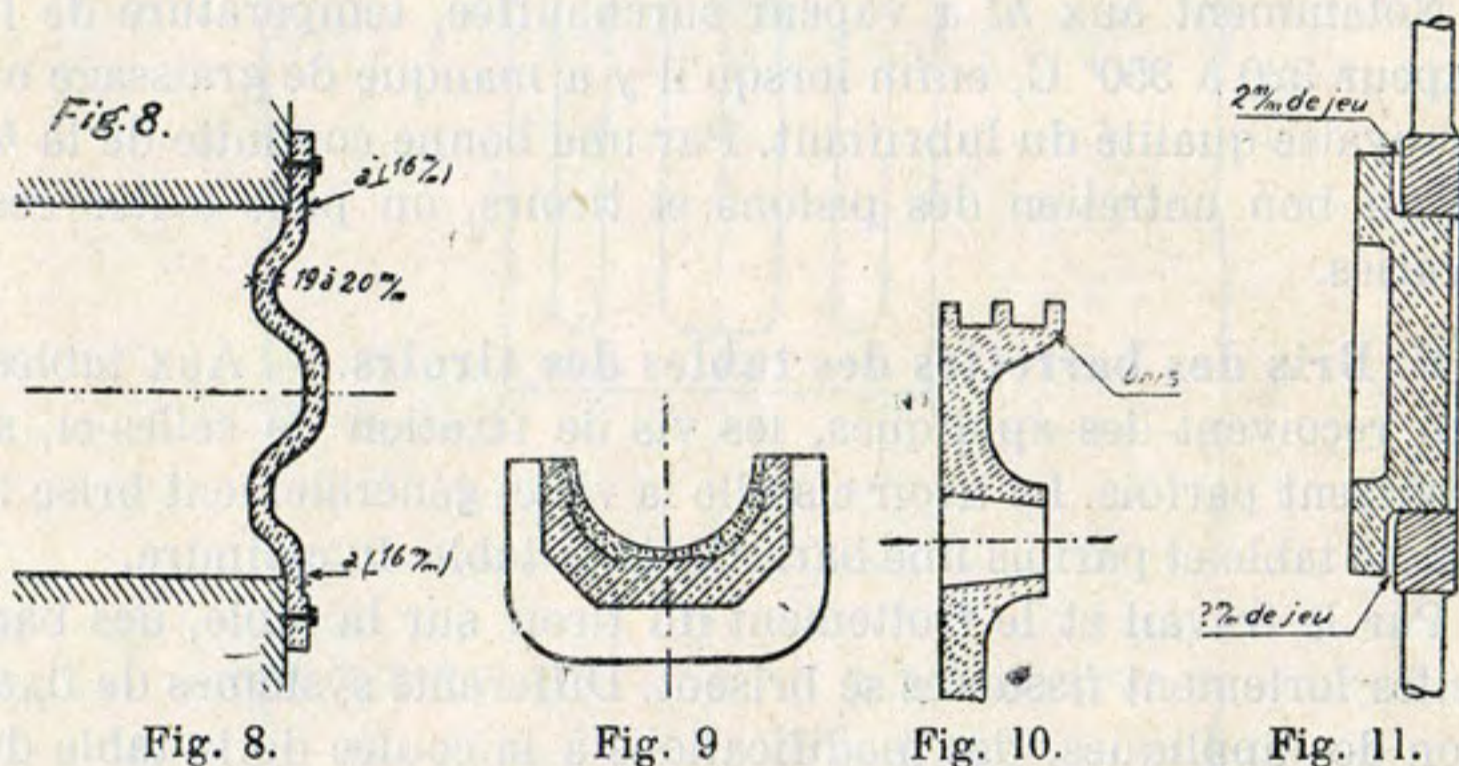
Des avaries à la crosse de piston telles que : bris de l'axe de la crosse, bris à la mortaise, clef de la crosse sortie de sa mortaise ainsi que des avaries à la tige du piston, bris de la tige, bout de la tige brisé à la mortaise, écrou de la tige lâché et battement du corps de piston sur la tige sont aussi des causes des bris de fonds et de couvercles de cylindres. Lors du bris d'un corps de piston au droit des cannelures (FIG. 10) par suite que les cannelures dépassent les dimensions maxima et que les cercles ont pris du jeu dans les cannelures, la partie détachée du corps de piston tombe dans le bas du cylindre et amène la rupture du couvercle.

Pour éviter les bris de fonds et de couvercles des cylindres, on apportera beaucoup de soins : dans l'examen des pièces à la réparation du moteur, *notamment en ce qui concerne les limites d'usure des pièces et les ajustements des assemblages, dans la visite journalière des hl*, lors des visites périodiques des organes essentiels du moteur et, enfin, dans la conduite du moteur.

B. Cylindre crevé et fissuré. — Lorsque les cylindres ne sont pas suffisamment réchauffés et purgés avant la mise en marche de la *hl* et que la levée des tiroirs est insuffisante ou que la section d'écoulement des purgeurs ou des soupapes de sûreté des cylindres est trop faible, il y a coup d'eau.

En outre, en hiver, tout particulièrement après un long stationnement de la *hl*, il se produit au moment de la mise en marche de la *hl* des dilatations brusques et inégales qui sont de nature à provoquer des fissures et des ruptures aux cylindres.

Ces avaries seront évitées si les cylindres sont toujours bien réchauffés et purgés avant la mise en marche de la *hl* s'il y a un jeu de 2 m/m au moins entre le tiroir et le cadre, tiroirs plans



(FIG. 11) et si les sections d'écoulement des purgeurs et des soupapes de sûreté sont suffisantes (tiroirs cylindriques).

C. Bris de la boîte à bourrage (Cylindres). — Lorsque le presse-bourrage est lâché, les écrous et contre-écrous perdus ou les goujons brisés, le presse-bourrage est entraîné par la tige du piston et, lorsque le piston revient à fond de course en AV, le presse-bourrage provoque généralement le bris de la boîte à bourrage du cylindre.

A certains types de *hl*, lorsque la boîte à bourrage est trop remplie, la crosse du piston bat sur le presse-bourrage et la boîte à bourrage du cylindre cède, il y a rupture. A la visite journalière d'une *hl*, on examinera minutieusement la fixation des presse-bourrages, les écrous et contre-écrous seront bien bloqués.

D. Joint de couvercle crevé. — Les joints en fil de cuivre, quand ils sont confectionnés trop grands, mal brasés, serrés inégalement, fuient en cours de route. Les avaries aux joints sont évitées par l'emploi de *joints en tôle de cuivre bien recuits*.

E. Cylindres grippés. — L'aspiration des gaz de la boîte à fumée dans les cylindres, occasionne le grippement des cylindres et des tables, notamment lorsque la *hl* roule à modérateur fermé et qu'elle n'est pas munie de reniflars ou de conduits d'équilibre (*by pass*).

Quand l'injection d'eau est mal réglée pendant la marche à contre-vapeur, le grippement des cylindres se produit également.

Le grippement se produit aussi lorsque la *hl* travaille avec des cercles de pistons brisés, quand un corps de piston en acier est de diamètre trop grand, c'est-à-dire quand $D-d$ est inférieur à 3 m/m.

(D = diam. du cylindre et d = diam. du corps de piston).

Notamment aux *hl* à vapeur surchauffée, température de la vapeur 320 à 350° C, enfin lorsqu'il y a manque de graissage ou mauvaise qualité du lubrifiant. Par une bonne conduite de la *hl* et un bon entretien des pistons et tiroirs, on peut éviter ces avaries.

F. Bris des barrettes des tables des tiroirs. — Aux tables qui reçoivent des appliques, les vis de fixation de celles-ci, se dévissent parfois. Le tiroir cisaille la vis et généralement brise la fausse table et parfois une barrette de la table du cylindre.

Par le travail et le frottement du tiroir sur la table, des barrettes fortement fissurées se brisent. Différents systèmes de fixation des appliques, des modifications à la coulée de la table du cylindre pour éviter les fissures, font l'objet de plusieurs essais. Ceux-ci ne sont pas terminés.

G. Fissures aux barrettes des tables (FIG. 12). — Ces fissures sont attribuées aux dilatations et contractions successives des barrettes de la table. Ces dilatations et contractions sont provoquées par les écarts brusques de température auxquels sont soumises pendant le travail de la *hl*, etc. les susdites barrettes.

Exemple : réchauffage insuffisant des cylindres avant la mise en marche de la *hl*, travail du tiroir sur la table notamment quand il y a insuffisance de graissage, enfin les écarts de température inhérents à la conduite et au travail du moteur.

Lors de la coulée d'un cylindre de machine à vapeur, les barrettes de la table relativement minces se refroidissent rapidement. Le haut et le bas de la table, où un amas de matière est plus grand, se refroidissent plus lentement que les dites barrettes.

Conséquemment, le retrait se fait inégalement et des tensions intérieures existent dans la matière à l'endroit de fissuration des barrettes. Ces tensions intérieures provoquent lors des dilatations

dilatation
matière
travail

et contractions des barrettes, c'est-à-dire à chaque changement brusque de température des petites fissures qui se prolongent rapidement et atteignent des profondeurs de plus de 200 m/m. Quant aux remèdes préconisés, voir ceux cités en F (explications sur croquis).

H. Bris des pattes d'assemblage des cylindres aux longerons (cylindres extérieurs). — Le poids du cylindre et de ses

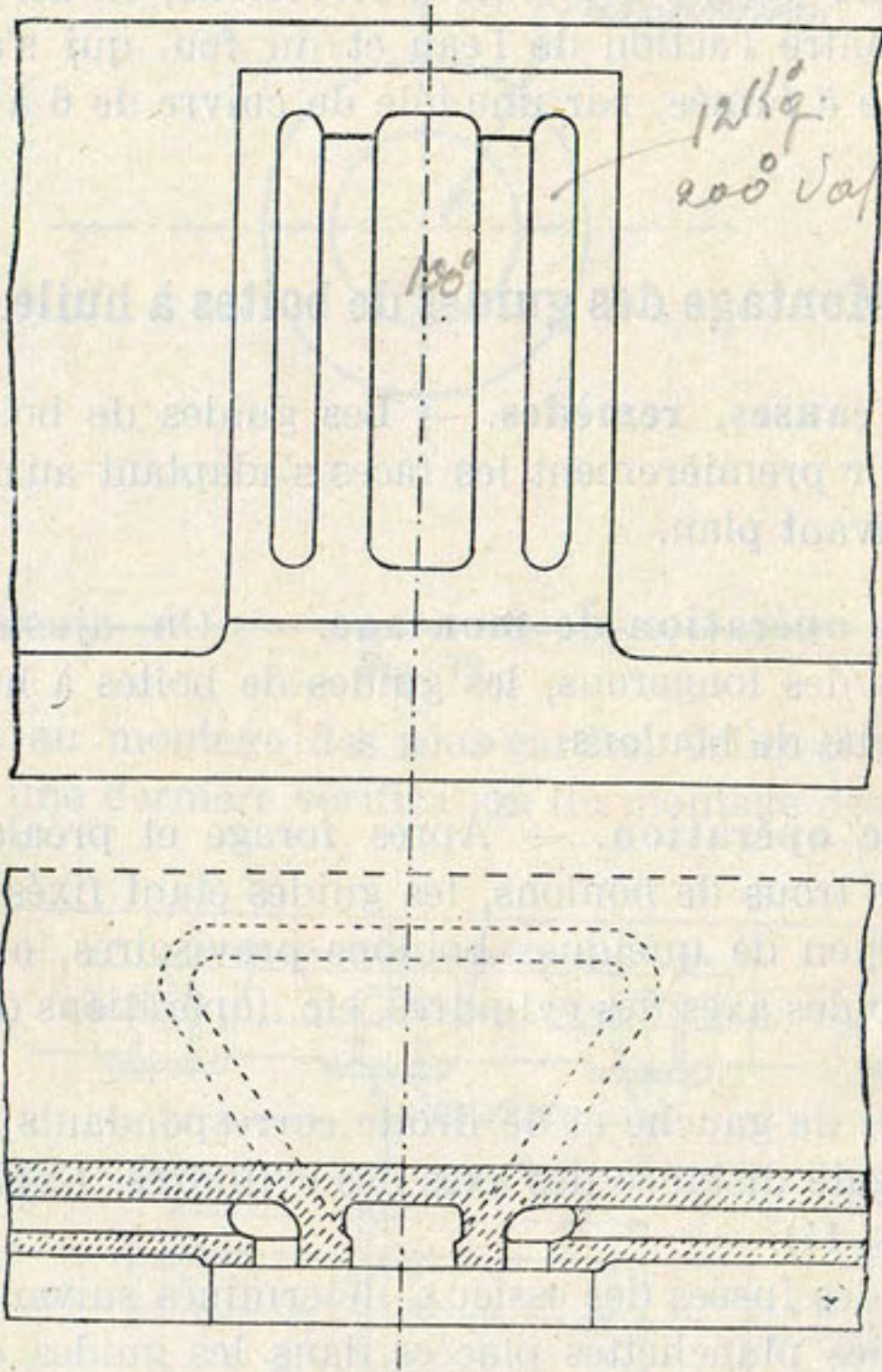


Fig. 12.

organes, l'action de la vapeur dans le cylindre crée des efforts qui agissent sur les pattes d'assemblage des cylindres aux longerons.

Pour éviter ces avaries, les pattes d'assemblage des cylindres aux longerons (FIG. 13) seront bien conditionnées en ce qui concerne les épaisseurs, les congés et l'emplacement des boulons.

On encastera autant que possible, certaines parties du cylindre, dans le longeron.

Le placement des boulons se fera avec beaucoup de soins.

Ceux-ci bien cylindriques et polis et à *têtes plates* seront chassés dur et serrés à fond.

Corrosions des conduits d'admission et d'émission qui se trouvent dans la boîte à fumée. Ces corrosions entraînent la mise hors d'usage prématurée des cylindres.

Pour éviter les avaries, il faut donner en ces points une sur-épaisseur de fonte lors de la fabrication du cylindre.

Ensuite, les parties soumises à corrosions, en service, seront protégées contre l'action de l'eau et du feu, qui s'accumulent dans la boîte à fumée, par une tôle de cuivre de 6 à 8 m/m d'épaisseur.

Montage des guides de boîtes à huile.

Avaries, causes, remèdes. — Les guides de boîtes à huile doivent avoir premièrement les faces s'adaptant aux longerons, dressées suivant plan.

Première opération de montage. — On ajuste dans les échancrures des longerons, les guides de boîtes à huile et l'on trace les trous de boulons.

Deuxième opération. — Après forage et préalablement à l'alésage des trous de boulons, les guides étant fixés aux longerons au moyen de quelques boulons provisoires, on établit le parallélisme des axes des cylindres, etc. (opérations décrites précédemment).

Les guides de gauche et de droite correspondants doivent se trouver à égale distance des axes des cylindres. Explication sur croquis (FIG. 14).

Des axes des fusées des essieux, déterminés suivant figure 14, tracés sur des planchettes placées dans les guides de boîtes à huile et dans le plan horizontal des axes des essieux, on trace sur les faces latérales des guides la largeur des boîtes à huile.

Ces opérations terminées, les guides sont démontés et tracés complètement au moyen du trusquin sur une taque bien dressée pour leur parachèvement aux machines-outils.

Troisième opération. — Le parachèvement terminé, les guides sont remontés et les opérations de vérifications renouvelées. Celles-ci trouvées exactes, on alèse les trous de boulons d'assemblage des guides aux longerons.

Le placement des boulons exige beaucoup de soins. Tous les boulons étant serrés à fond, on fait une nouvelle vérification du

montage des guides. De plus, au moyen d'une règle appliquée contre les guides de gauche et de droite correspondants (FIG. 14), on vérifie s'il n'y a pas de gauchissement. Ensuite, on procède à

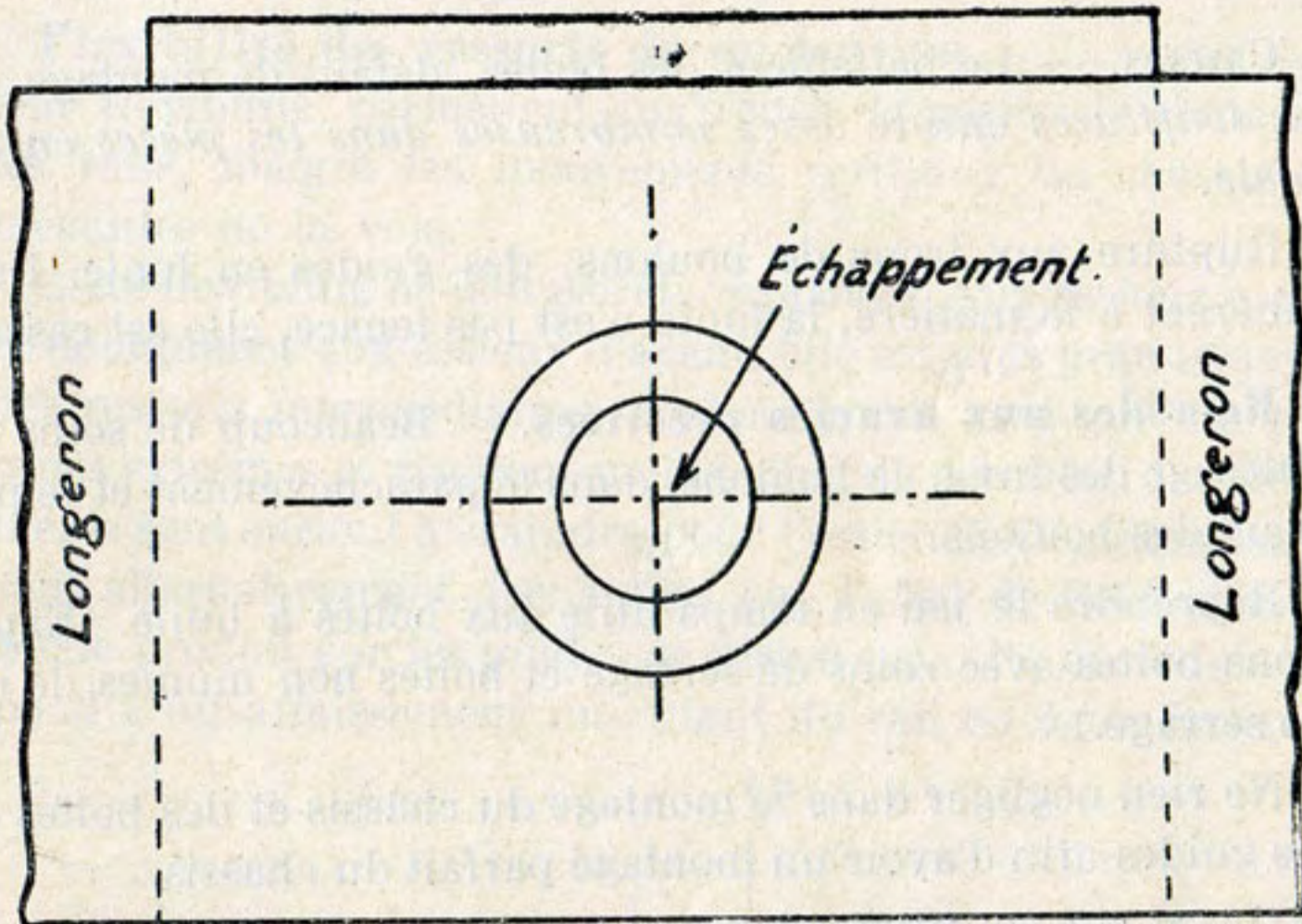


Fig. 13.

l'ajustage et au montage des sous-gardes. Celles-ci montées et boulonnées, une dernière vérification du montage des guides est nécessaire.

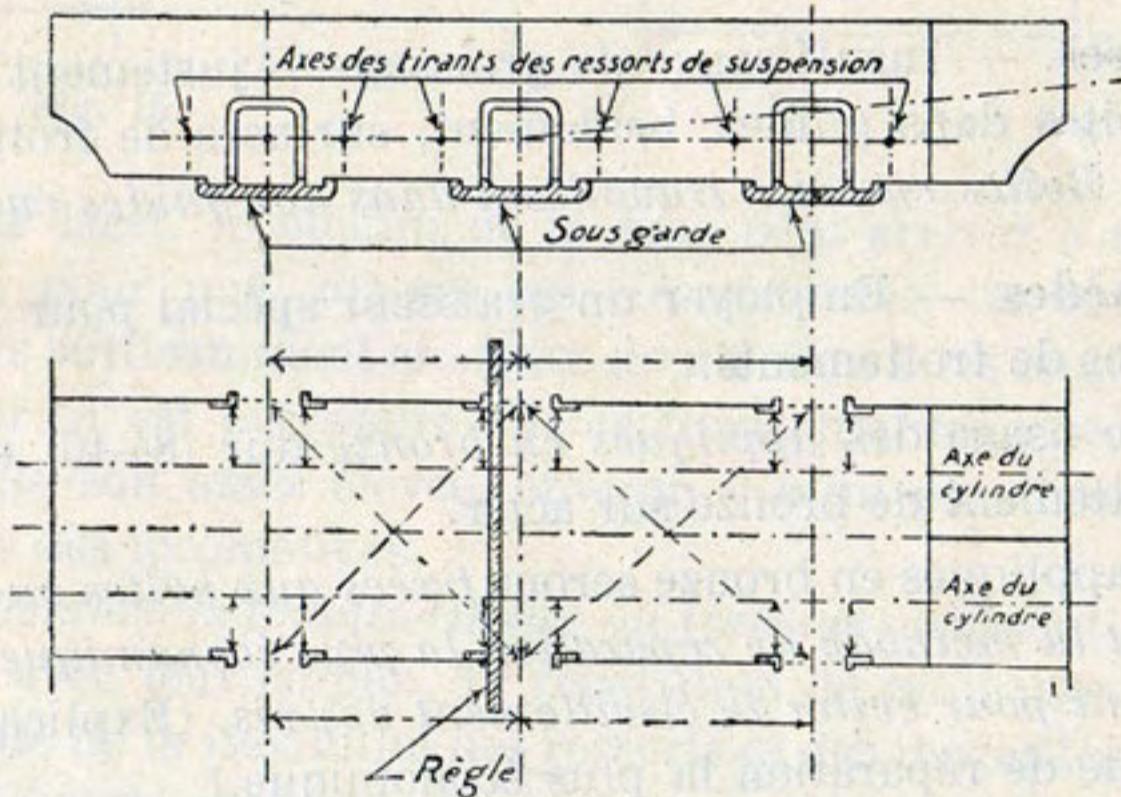


Fig. 14.

Avaries, causes et remèdes, boulons d'assemblage lâchés.

Causes. — Trous de boulons mal alésés. Boulons non cylindriques et mal polis. Le battement des boîtes, trop de jeu dans les guides.

Un défaut de montage, erreur dans la perpendicularité des axes des cylindres ou dans le parallélisme des essieux.

Fissures et ruptures dans les angles et dans les parties supérieures des guides en acier d'une pièce.

Causes. — Le battement des boîtes, défaut de montage, etc., *les soufflures* encore assez nombreuses dans les pièces en acier coulé.

Rupture aux trous de boulons, des guides en fonte. Défaut inhérent à la matière, la fonte n'est pas tenace, elle est cassante.

Remèdes aux avaries précitées. — Beaucoup de soins dans l'alésage des trous de boulons, dans le parachèvement et le placement des boulons.

Reprendre le jeu en-temps utile aux boîtes à huile. (Explications boîtes avec coins de serrage et boîtes non munies de coins de serrage.)

Ne rien négliger dans le montage du châssis et des boîtes dans les guides afin d'avoir un montage parfait du châssis.

Quant aux soufflures dans les guides en acier coulé (voir cours de fonderie, défauts et remèdes des pièces coulées).

Grippement des surfaces frottantes.

Causes. — Insuffisance de graissage. Ajustement défectueux des boîtes dans guides; bridement, surfaces de frottement mal polies. *Boîtes en acier travaillant dans des guides en acier.*

Remèdes. — Employer un graisseur spécial pour les grandes surfaces de frottements.

Faire usage des *appliques en bronze dur* (84-16) afin d'avoir un frottement de bronze sur acier.

Ces appliques en bronze seront *fixées aux boîtes ou aux guides suivant la méthode de réparation la plus économique avec encastrement pour éviter le cisaillement des vis.* (Explications de la méthode de réparation la plus économique.)

Suspension. — Les ressorts de suspension ont pour but, en absorbant l'effet des chocs que les inégalités de la voie produisent sur les roues, de ne transmettre ces chocs que très amortis au châssis.

Ils permettent la répartition de la charge et de son réglage sur chaque roue.

Ressorts à lames pour *hl* et *ht* — Conditions spéciales, essais, confections, etc. (Voir Cours de forge.)

Flexibilité des ressorts de suspension. — Les ressorts, par leur flexibilité, permettent aux roues de garder le contact avec les rails, malgré les mouvements verticaux du châssis et les inégalités de la voie.

Cette flexibilité ne doit pas être exagérée. Aux essieux extrêmes et notamment aux essieux d'avant, elle est plus grande que celle des ressorts intermédiaires, dont les roues sont guidées par les roues extrêmes et risquent moins ainsi de dérailler. Les déraillements sont surtout à craindre pour l'essieu d'AV., dont les roues sont alternativement déchargées par l'effet de l'obliquité de la bielle produit sur les guides de piston ; si cette décharge correspond à un affaissement important du rail ou à un fort mouve-

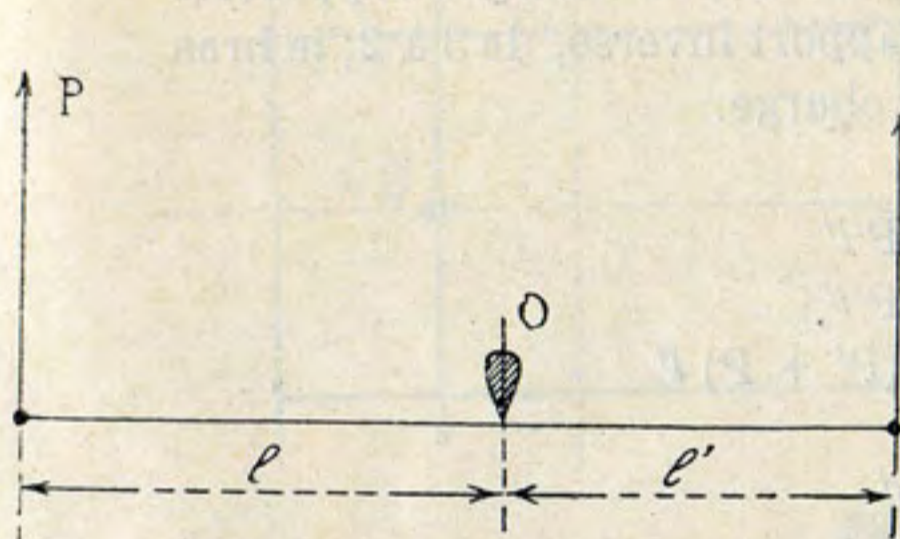


Fig. 15.



Fig. 16.

ment de lacet, le boudin de la roue peut arriver à monter sur le rail; pour que, malgré ces circonstances, les roues restent toujours suffisamment chargées de manière à les empêcher de se soulever; il est nécessaire que la flexibilité des ressorts correspondants soit assez élevée, environ 6 m/m par tonne pour les ressorts des locomotives.

Les balanciers longitudinaux ou transversaux sont utiles dans ce cas; avec leur emploi, la répartition de la charge reste indépendante de la flexibilité des ressorts et des inégalités de la voie.

Les ressorts servent enfin à régler pratiquement la charge sur les essieux, qui est déterminée par le calcul lors de l'établissement de la *hl* et qui doit être conservée aussi exactement que possible en service ; à cet effet, les *hl* doivent être pesées suivant les instructions sur la pesée des *hl*.

Tirants des ressorts de suspension. — Tous les ferrements constituant la suspension de la *hl* seront assimilés comme qualité au fer puddlé fins grains ou au fer homogène soudable suivant la nature du métal employé.

Ils seront confectionnés d'une pièce sans aucune soudure.

Fer puddlé fins grains ou acier doux : Résistance maxima à la traction par $m/m^2 = 31$ kgs.

Balanciers compensateurs. — C'est un levier articulé au châssis en un point intermédiaire et chargeant les extrémités voisines des ressorts de suspension.

Si on veut que la charge soit égale sur deux essieux, on place l'articulation O *au milieu du levier*.

Equilibre par rapport au point O (FIG. 15) :

$$Pl = P'l'$$

Si l'on veut que l'un des essieux soit plus chargé que l'autre, on rapproche davantage le point O de cet essieu.

Si les longueurs des deux bras du balancier sont inégales dans le rapport de 2 à 3 par exemple (FIG. 16), les charges supportées par les deux bras seront dans le rapport inverse, de 3 à 2; le bras le plus court porte la plus lourde charge.

Exemple (FIG. 16) :

$$\begin{aligned} P(L - l') &= P'l' \\ PL - P'l' &= P'l' \\ PL &= (P' + P) l' \\ \frac{PL}{P' + P} &= l' \end{aligned}$$

Applications :

$$\begin{aligned} P &= 9000 \text{ kg.} \\ P' &= 6000 \text{ kg.} \\ L &= 200 \text{ cent.} \end{aligned}$$

Cherchez l et l'

$$\begin{aligned} \text{nous avons } \frac{PL}{P' + P} &= l' \\ \frac{9000 \times 200}{6000 + 9000} &= l' \\ 120 &= l' \\ L - l' &= l \\ 200 - 120 &= l \\ 80 &= l \end{aligned}$$

Pour que l'équilibre existe, il faut que

$$\begin{aligned} Pl &= P'l' \text{ (FIG. 16)} \\ 9000 \times 80 &= 6000 \times 120 \\ 720000 &= 720000 \end{aligned}$$

L'emploi des balanciers permet de diminuer le nombre des points d'appuis de la *hl* et, par conséquent, d'améliorer sa stabilité.

Locomotive à trois essieux (FIG. 17), ayant deux balanciers longitudinaux, réunissant les ressorts des deux essieux d'AV. et un balancier transversal à l'AR., réunissant les extrémités d'AR. des deux ressorts du dernier essieu.

On peut considérer le poids de la *hl*, qui charge les essieux comme posant sur les axes A, B et C des balanciers qui les réunissent.

Les balanciers permettent de faire une répartition des charges assez juste, dans le cas où on n'aurait pas à sa disposition un pont à peser, la *hl* étant placée sur une voie de niveau.

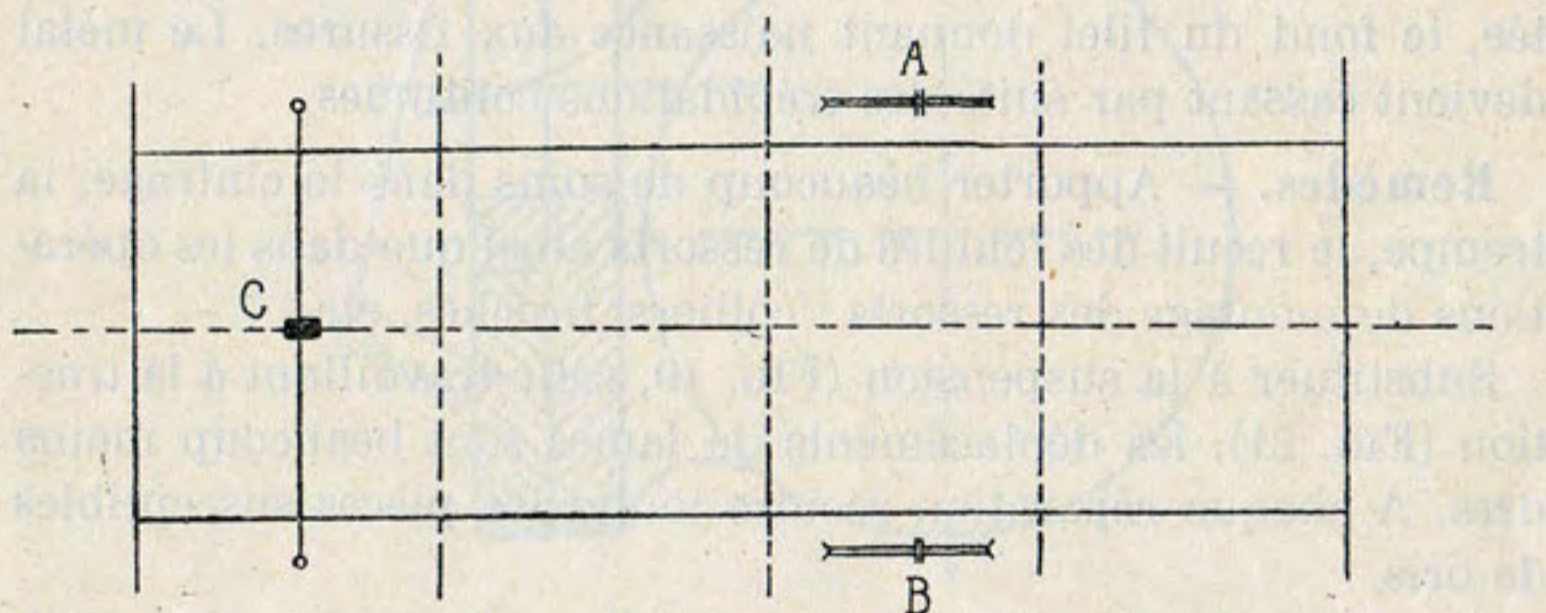


Fig. 17.

Avaries les plus fréquentes aux suspensions de locomotives. — Les causes et remèdes.

Affaissement permanent des feuilles des ressorts, rupture de celles-ci. — Notamment des maîtresses feuilles.

Les causes. — Opérations de trempe et de recuit non réussies. Défauts dans la matière.

Métal altéré par un chauffage à une température trop élevée lors du cintrage ou de la trempe ou par suite des nombreux chauffages pour obtenir par refoulement les mentonnets des maîtresses feuilles (FIG. 18).

Les surcharges résultant d'une mauvaise répartition du poids.

Glissement des feuilles dans le collier, cisaillement de la broche, bris de colliers.

Les causes. — Serrage insuffisant du collier, manque de soins dans l'ajustement de la broche qui traverse à la fois le collier et les lames, notamment dans les suspensions par le bas.

La poussée sur les lames (FIG. 19) par les tirants de ressorts travaillant à la compression, surtout quand il y a du jeu aux articulations des tirants et aux boîtes à huile dans leurs guides.

Quand l'axe AB du collier (FIG. 19) n'occupe pas le milieu entre les axes C et D ou ne coïncide pas avec l'axe vertical de la boîte à huile.

Les bris de colliers sont généralement dus à un défaut de soudure, à un serrage exagéré du collier, etc.

Déplacement transversal des feuilles. — Les causes. — Feuilles non rainurées dans leur sens longitudinal.

Rupture dans la partie filetée des tirants de ressorts anciens modèles (FIG. 20).

Les causes. — Elle se produit généralement dans la partie filetée, le fond du filet donnant naissance aux fissures. Le métal devient cassant par suite des trépidations continues.

Remèdes. — Apporter beaucoup de soins dans le cintrage, la trempe, le recuit des feuilles de ressorts ainsi que dans les opérations de montage des ressorts : colliers, broches, etc.

Substituer à la suspension (FIG. 19, celle travaillant à la traction (FIG. 21), les déplacements de lames sont beaucoup moins dres. A chaque réparation recuire toutes les pièces susceptibles de bris.

Remplacer les tirants de ressorts (FIG. 20) par des tirants à chape (FIG. 22).

Répartition du poids suspendu

Considérons une *hl* à trois essieux accouplés (FIG. 23 et 24) :

Explications sur croquis. — Les charges sur les essieux ne peuvent dépasser la valeur limite imposée par la solidité de la voie ($19 T$ maximum).

L'adhérence (constituée par le poids tout entier de la *hl* (FIG. 23), utilisée pour permettre à la *hl* de développer l'effort de traction dont elle est capable, doit être déterminée pour éviter le pivotement.

La position du centre de gravité de la masse suspendue, par rapport aux essieux, doit être déterminée aussi exactement que possible.

Poids non suspendus p' , p'' et p''' respectivement sur le premier, le deuxième et le troisième essieu.

Poids total de la *hl* : $P' + P'' + P'''$.

Poids suspendus $(P' - p') + (P'' - p'') + (P''' - p''') = P$.

La connaissance de ces trois poids permet de calculer la *position du centre de gravité de la masse suspendue*.

l et l' étant les distances, en mètres, des essieux entre eux et en appelant x (FIG. 24), la distance de l'essieu du milieu au plan vertical passant par le centre de gravité G et en prenant les

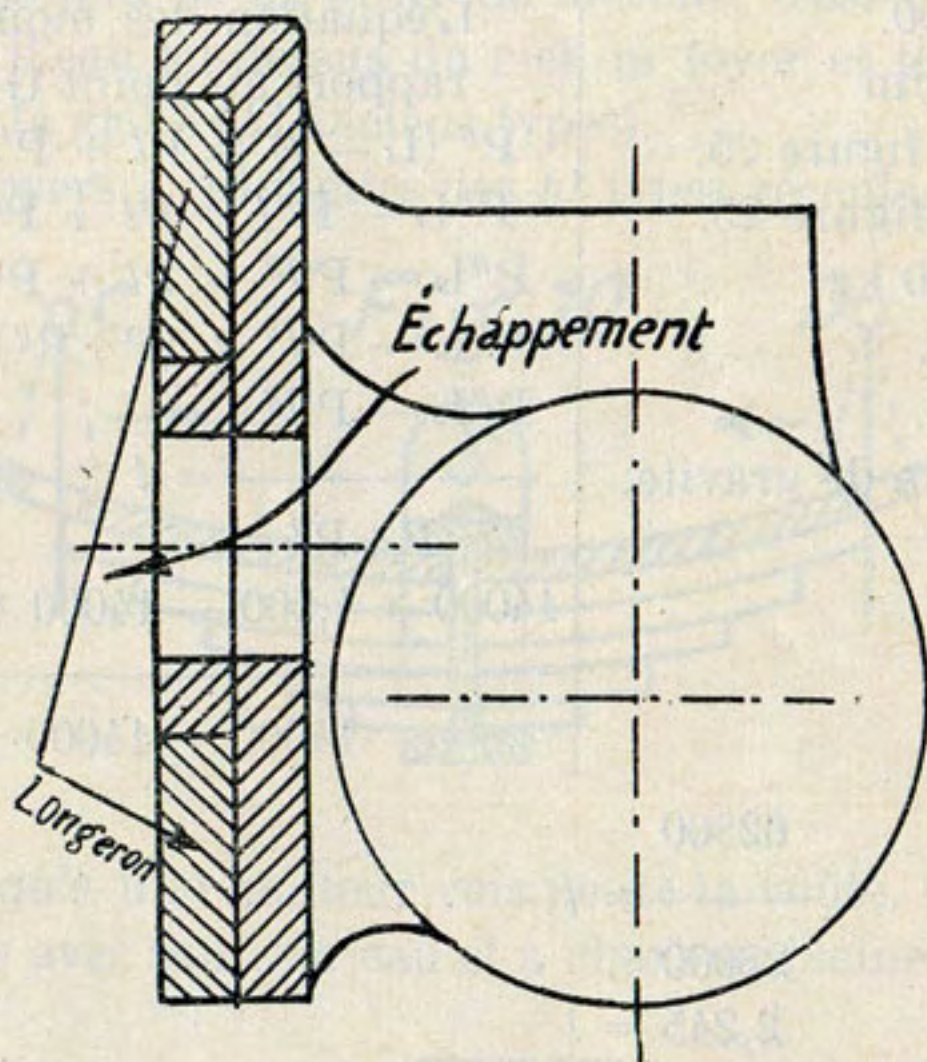


Fig. 18.



moments des poids partiels par rapport à ce plan, on peut poser les équations :

$$\begin{aligned}
 (P' - p') (l - x) &= (P'' - p'') x + (P''' - p''') (l' + x) \\
 (P' - p') l - (P' - p') x &= (P'' - p'') x + (P''' - p''') l' + (P''' - p''') x \\
 (P' - p') l - (P''' - p''') l' &= (P' - p') x + (P'' - p'') x + (P''' - p''') x \\
 (P' - p') l - (P''' - p''') l' &= (P' - p') + (P'' - p'') + (P''' - p''') x \\
 (P' - p') l - (P''' - p''') l' &= Px \\
 \hline
 P &= x
 \end{aligned}$$

Applications. — Locomotive à 3 essieux accouplés (FIG. 25).

Le poids suspendu par essieu = 14,000 kg.

Le centre de gravité de la masse suspendue, par rapport aux essieux, se trouve à 10 m/m en AV de l'essieu moteur.

L'empattement total = 4,500 m.

Déterminer les longueurs a et a' des bielles d'accouplement.

$L = 4\text{m}500.$
 $l'' = 10 \text{ m/m}$
 $l' = \text{voir figure 25.}$
 $l'' = \text{voir figure 25.}$
 $P'' = 14,000 \text{ kg.}$
 $P' = \text{Id.}$
 $P = \text{Id.}$
 $G = \text{centre de gravité.}$

L'équation des moments par rapport au point G donne :

$$P'' (L - l) = Pl + P'l''$$

$$P''L - P''l = Pl + P'l''$$

$$P''L - P'l'' = Pl + P''l$$

$$P''L - P'l'' = (P + P'') l$$

$$P''L - P'l''$$

$$\frac{\quad}{P + P''} = l$$

$$\frac{14000 \times 4,500 - 14000 \times 0,010}{14000 + 14000} = l$$

$$62860$$

$$\frac{\quad}{\quad} = l$$

$$28000$$

$$2,245 = l$$

$$4,500 - 2,245 = l'$$

$$2,255 = l'$$

$$2,245 - 0,010 = a$$

$$2,235 = a \text{ (longueur de la bielle AR)}$$

$$4,500 - 2,235 = a'$$

$$2,265 = a' \text{ (longueur de la bielle AV)}$$

Preuve (FIG. 26) :

$$14000 \times (2,265 - l'') = 14000 \times (2,235 + l'') + 14000 l''$$

$$14000 \times 2,265 - 14000 l'' = 14000 \times 2,235 + 14000 l'' + 14000 l''$$

$$14000 \times 2,265 - 14000 \times 2,235 = 14000 l'' + 14000 l'' + 14000 l''$$

$$14000 \times (2,265 - 2,235) = 42000 l''$$

$$14000 \times 0,03 = 42000 l''$$

$$420 = 42000 l''$$

$$420 =$$

$$\frac{\quad}{\quad} = l''$$

$$42000$$

$$0,01 = l''$$

$$10 \text{ m/m} = l''$$

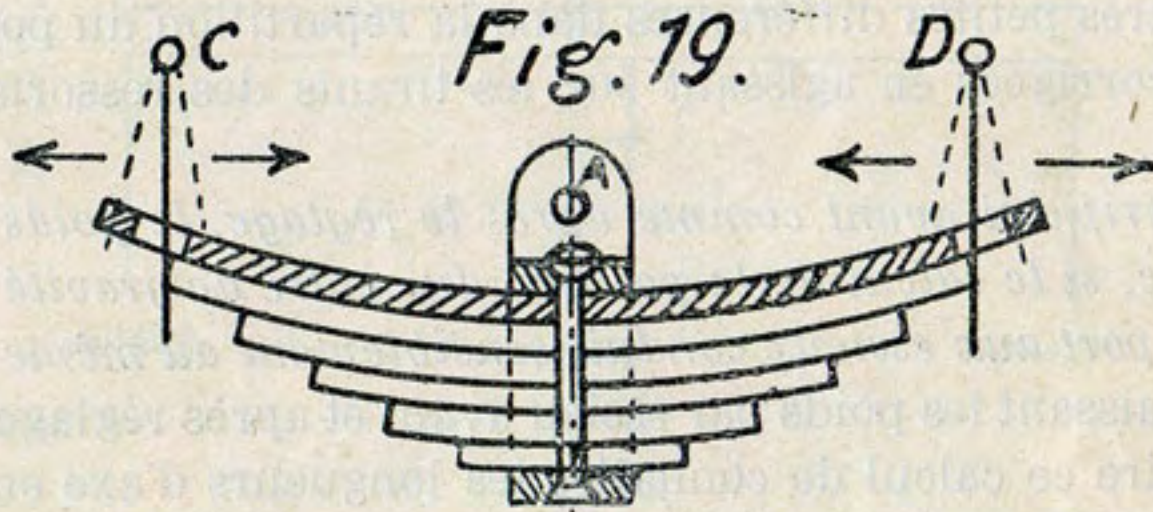
à l'essieu même
car on le

Vérifications à faire lors de la pesée des *hl*. — Quand il y a lieu de peser les *hl* et *ht*. — L'influence d'un dérèglement des charges sur la marche de la *hl*.

APPLICATIONS

La pesée se fera *hl* en ordre de marche, c'est-à-dire à feu et avec 10 c/m d'eau au-dessus du ciel du foyer et 10 à 12 c/m de charbon sur la grille (*hl* anciens types).

Dans les foyers à briquettes des *hl* types récents, le foyer sera



alimenté jusqu'à une hauteur voisine de la voûte. Les *hl* tender seront pesées avec soutes à eau et à charbon pleines. Les *hl* à *ht*

Fig. 20.

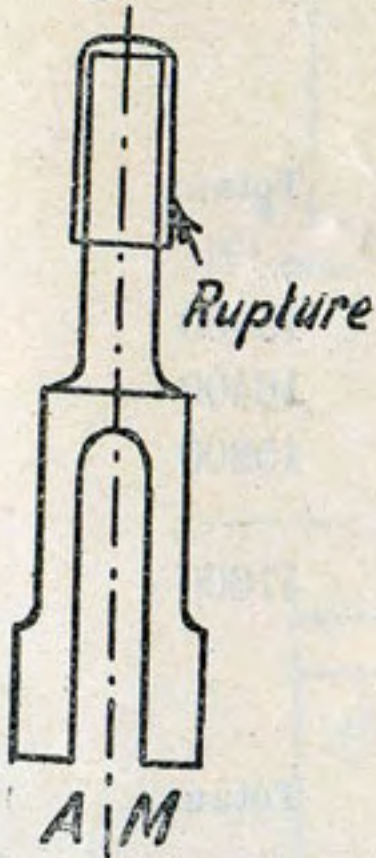


Fig. 20.

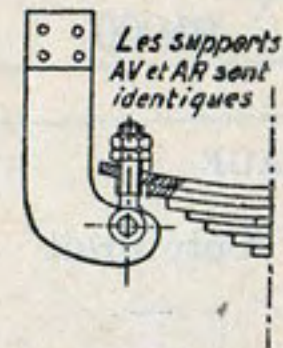
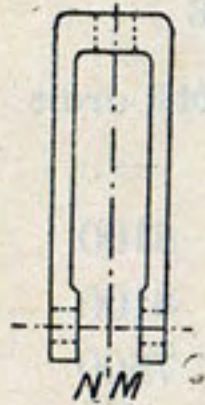


Fig. 21 et 22.

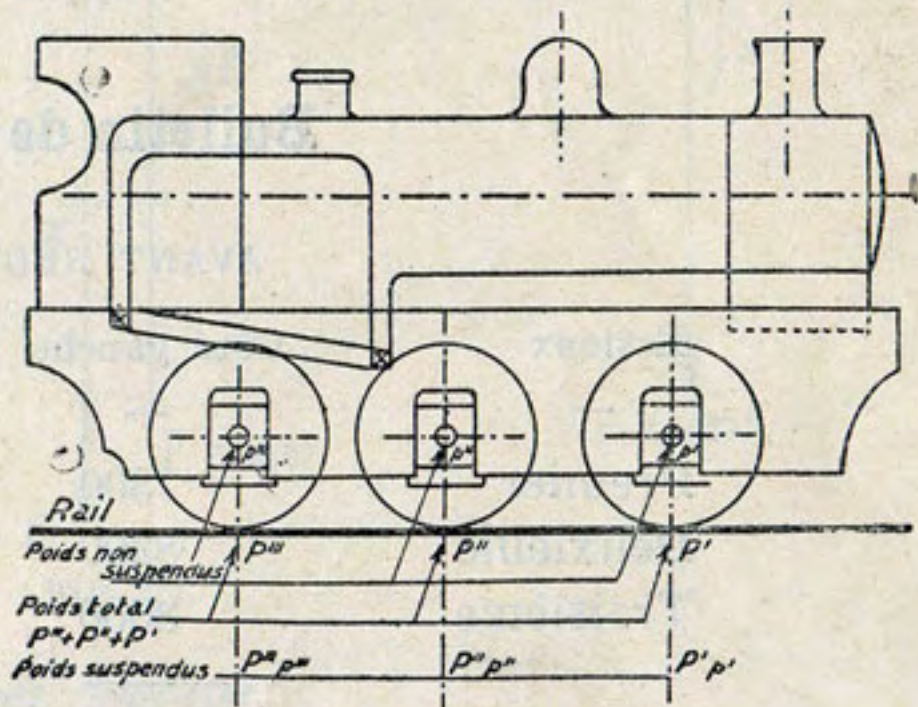


Fig. 24.

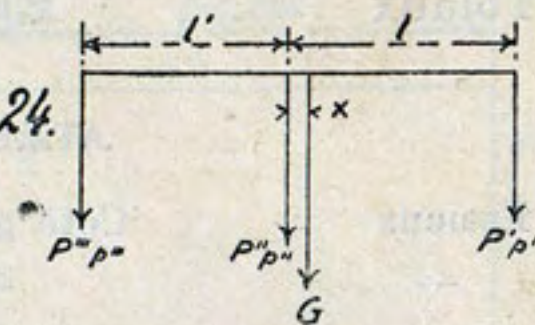


Fig. 23 et 24.

indépendant, l'attelage entre *hl* et *ht* sera desserré; la suspension des ressorts doit fonctionner librement. Il ne peut exister de résistance exagérée dans le frottement des boîtes à huile dans leurs

guides et des tirants de ressort de suspension contre les longes-rons, la répartition du poids par essieu pourrait être influencée.

Avant le placement de la *hl* sur le pont à peser, on la met sur sur une voie de niveau, on règle les ressorts et les balanciers compensateurs de façon que ceux-ci soient de niveau ainsi que la *hl* dans le sens longitudinal et transversal. La *hl* doit être maintenue à une hauteur convenable dans les guides de boîtes à huile, c'est-à-dire les axes des cylindres passant par l'axe de l'essieu-moteur. On place alors la *hl* sur le pont à peser.

La *hl* ayant été au préalable mise de niveau, on ne constatera que de très petites différences dans la répartition du poids, elles seront corrigées en agissant sur les tirants des ressorts de suspension.

On vérifie si avant comme après le réglage, le poids total est le même, si le calcul de la position du centre de gravité de la hl par rapport aux essieux conduit sensiblement au même résultat.

Connaissant les poids par essieu avant et après réglage, il suffit pour faire ce calcul de connaître les longueurs d'axe en axe des essieux.

Si ce calcul donnait des résultats assez différents, les pesées devraient être considérées comme mal faites. C'est qu'il y aurait eu un dérangement dans les appareils de pesage.

Bulletin de pesée.

AVANT RÉGLAGE			
Essieux	Côté gauche	Côté droit	Totaux
—	—	—	—
Premier	7300	8100	15400
Deuxième	8300	8100	16400
Troisième	8000	7800	15800
Totaux	23600	24000	47600

APRÈS RÉGLAGE			
Essieux	Côté gauche	Côté droit	Totaux
—	—	—	—
Premier	7800	7800	15600
Deuxième	8100	8100	16200
Troisième	7900	7900	15800
Totaux	23800	23800	47600

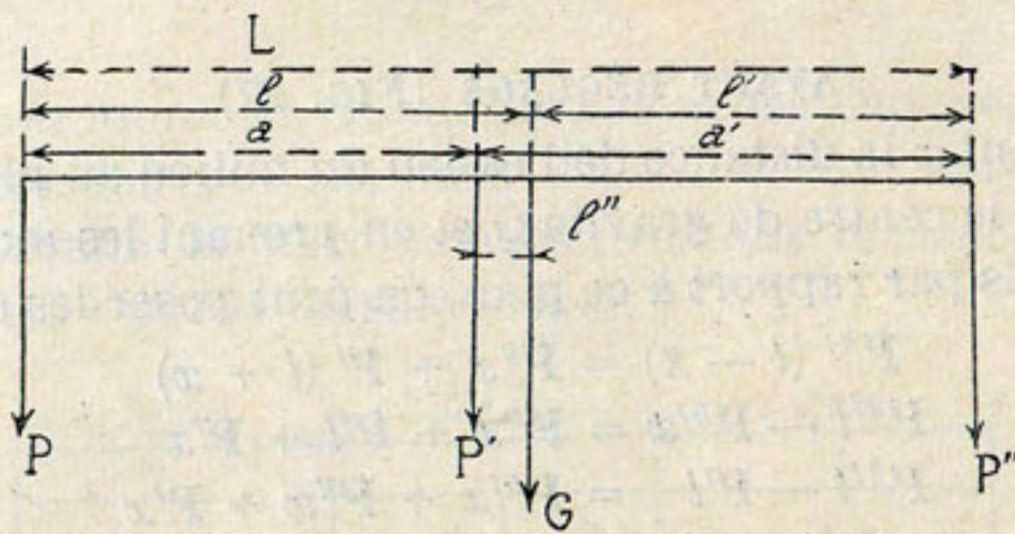


Fig. 25.

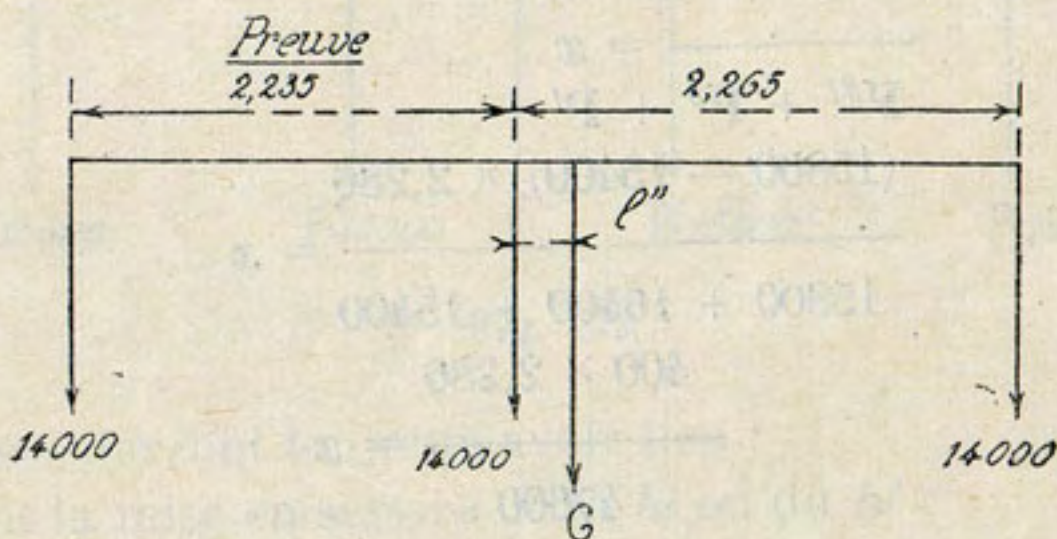


Fig. 26.

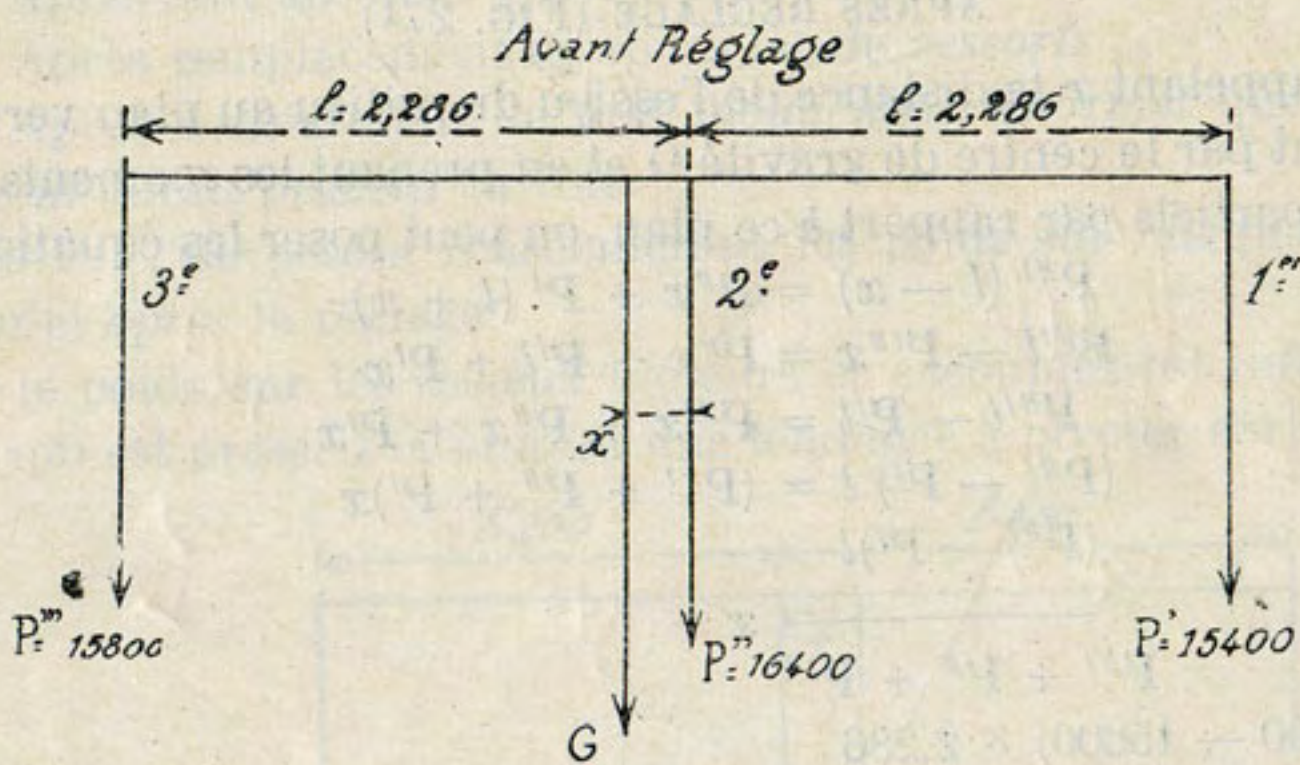


Fig. 27.

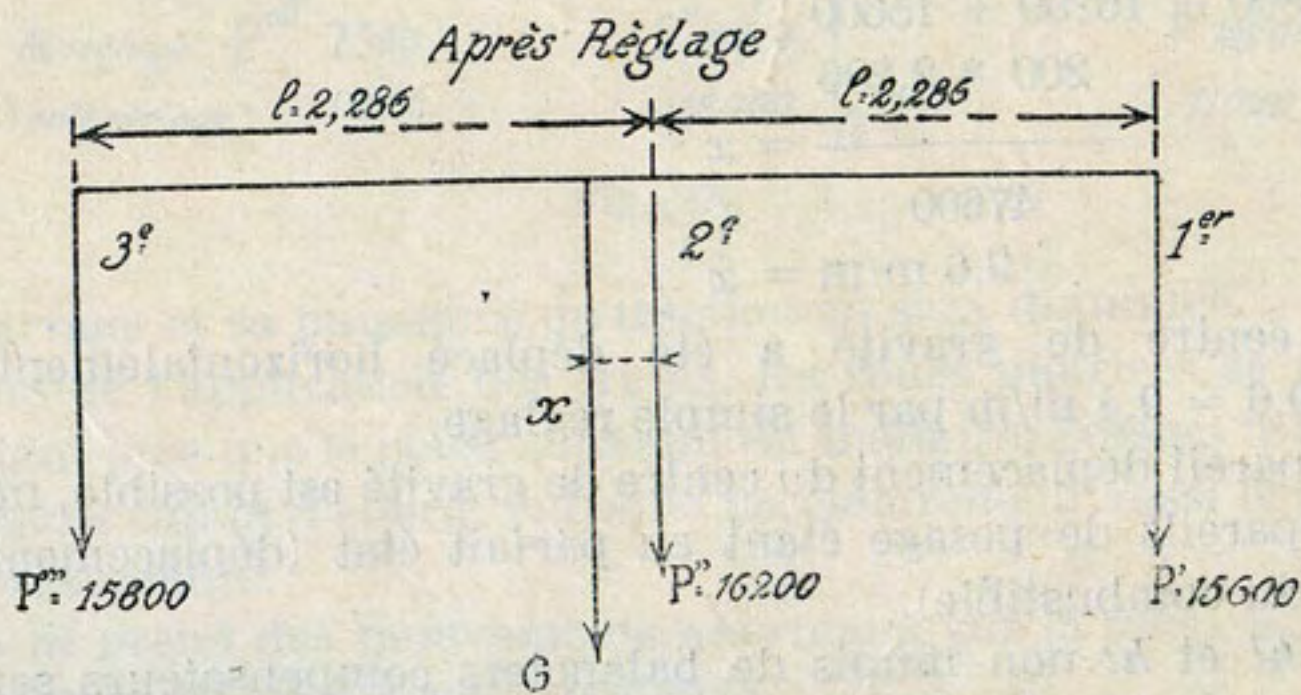


Fig. 27.1.

AVANT RÉGLAGE (FIG. 27).

En appelant x la distance de l'essieu du milieu au plan vertical passant par le centre de gravité G et en prenant les moments des poids partiels par rapport à ce plan, on peut poser les équations :

$$\begin{aligned}
 P''' (l - x) &= P''x + P' (l + x) \\
 P'''l - P'''x &= P''x + P'l + P'x \\
 P'''l - P'l &= P'''x + P''x + P'x \\
 (P''' - P')l &= (P''' + P'' + P')x \\
 \frac{(P''' - P')l}{P''' + P'' + P'} &= x \\
 \frac{(15800 - 15400) \times 2,286}{15800 + 16400 + 15400} &= x \\
 \frac{400 \times 2,286}{47600} &= x \\
 19 \text{ m/m} &= x
 \end{aligned}$$

APRÈS RÉGLAGE (FIG. 27¹)

En appelant x la distance de l'essieu du milieu au plan vertical passant par le centre de gravité G et en prenant les moments des poids partiels par rapport à ce plan, on peut poser les équations :

$$\begin{aligned}
 P''' (l - x) &= P''x + P' (l + x) \\
 P'''l - P'''x &= P''x + P'l + P'x \\
 P'''l - P'l &= P'''x + P''x + P'x \\
 (P''' - P')l &= (P''' + P'' + P')x \\
 \frac{(P''' - P')l}{P''' + P'' + P'} &= x \\
 \frac{(15800 - 15600) \times 2,286}{15800 + 16200 + 15600} &= x \\
 \frac{200 \times 2,286}{47600} &= x \\
 9,6 \text{ m/m} &= x
 \end{aligned}$$

Le centre de gravité a été déplacé horizontalement de $19 - 9,6 = 9,4$ m/m par le simple réglage.

Un pareil déplacement du centre de gravité est possible, même les appareils de pesage étant en parfait état (déplacement de l'eau, du combustible).

Les hl et ht non munis de balanciers compensateurs seront pesés au moins *une fois par semestre*.

Les *hl* et *ht* munis de balanciers compensateurs ne doivent être pesés qu'une fois par an, mais ils sont réglés, après six mois, dans l'intervalle de deux pesages ; rétablir horizontaux les balanciers et les ressorts de suspension.

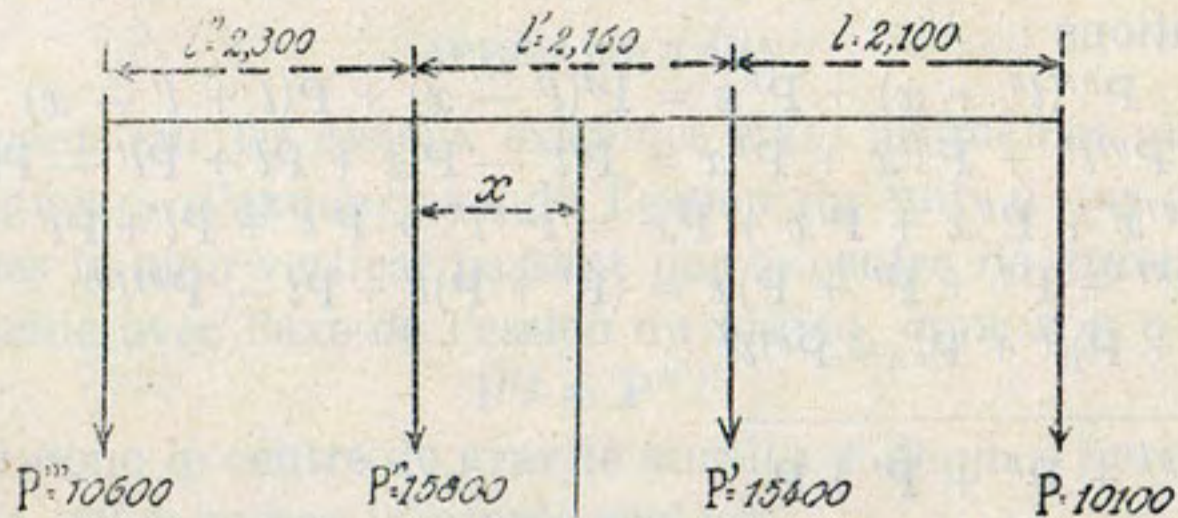


Fig. 272.

Les pesées devront toujours avoir lieu :

- 1° Avant la mise en service de la *hl* ou du *ht* ;
- 2° Immédiatement après une grande réparation ;
- 3° Après tout accident grave intéressant la *hl* ou le *ht* ;
- 4° Après remplacement de roues ou de *ressorts* ;
- 5° Après constatation de tout *mouvement anormal* que la *hl* ou le *ht* aurait pris sur la voie.

Les P.V. de pesées renseigneront les poids sur chaque roue *avant* et *après* le réglage.

Si le poids sur les essieux moteurs et accouplés est inférieur à ce qui est prescrit la *hl* aura une tendance à pivoter surtout au

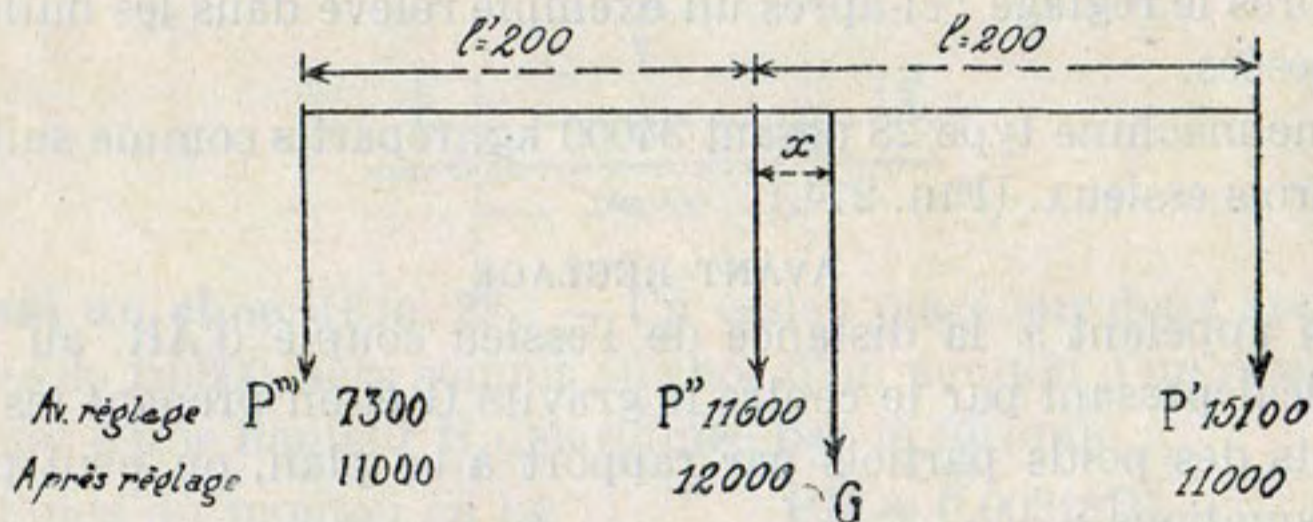


Fig. 273.

démarrage et sa puissance de traction en sera diminuée.

Lors de l'application des freins, les roues motrices se calent d'autant plus que le poids adhérent est moindre, l'essieu le moins chargé se calant d'abord, entraîne nécessairement aussi le calage du plus chargé.

La *hl* prend des mouvements anormaux sur la voie.

Les échauffements sont fréquents.

Locomotives à quatre essieux (FIG. 27².)

En appelant x la distance de l'essieu couplé d'AR. au plan vertical passant par le centre de gravité G et en prenant les moments des poids partiels par rapport à ce plan, on peut poser les équations :

$$\begin{aligned}
 P'''(l'' + x) + P''x &= P'(l' - x) + P(l + l' - x) \\
 P'''l'' + P'''x + P''x &= P'l' - P'x + Pl + Pl' - Px \\
 P'''x + P''x + P'x + Px &= P'''l'' + P'l' + Pl + Pl' \\
 (P''' + P'' + P' + P)x &= (P' + P)l' + Pl - P'''l'' \\
 (P' + P)l' + Pl - P'''l'' & \\
 x = \frac{\quad}{P''' + P'' + P' + P} & \\
 (15400 + 10100) \times 2,160 + 10100 \times 2,100 - 10600 \times 2,300 & \\
 x = \frac{\quad}{10600 + 15800 + 15400 + 10100} & \\
 25500 \times 2,16 + 21210 - 24380 & \\
 x = \frac{\quad}{51900} & \\
 51910 & \\
 x = \frac{\quad}{51900} & \\
 x = 1,0002 \text{ mètre.} &
 \end{aligned}$$

Remarques. — L'examen des bulletins de pesées a fait reconnaître que très fréquemment il n'est pas fait application du moyen de contrôle qu'offre la double opération de la pesée avant et après le réglage ; ci-après un exemple relevé dans les bulletins de pesées.

Une machine type 28 pesant 34000 kg. répartis comme suit sur les trois essieux. (FIG. 27³.)

AVANT RÉGLAGE

En appelant x la distance de l'essieu couplé d'AR. au plan vertical passant par le centre de gravité G et en prenant les moments des poids partiels par rapport à ce plan, on peut poser les équations :

$$\begin{aligned}
 P'(l - x) &= P''x + P'''(l' + x) \\
 P'l - P'x &= P''x + P'''l' + P'''x \\
 P'l - P'''l' &= P'x + P''x + P'''x \\
 P'l - P'''l' &= (P' + P'' + P''')x \\
 \frac{P'l - P'''l'}{P' + P'' + P'''} &= x \\
 \frac{(15100 \times 2) - (7300 \times 2)}{15100 + 11600 + 7300} &= x
 \end{aligned}$$

$$\frac{15600}{34000} = x$$

$$459 \text{ m/m} = x$$

APRÈS RÉGLAGE

Les poids sur les essieux extrêmes étant les mêmes ainsi que les longueurs d'axe en axe de l'essieu du milieu aux essieux extrêmes le plan vertical passant par le centre de gravité de la *hl* coïncide avec l'axe de l'essieu du milieu, donc $x = 0$

$$P'l = P''l'$$

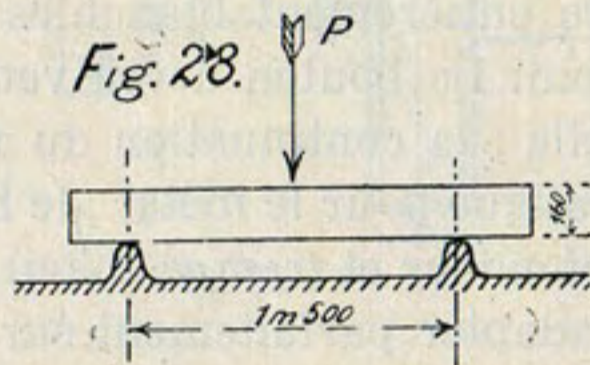
Ainsi donc le centre de gravité aurait été déplacé horizontalement de 459 m/m par le simple réglage.

Il est évident que des opérations qui conduisent à de pareilles conclusions ne méritent aucune confiance et sont à recommencer.

Elles peuvent, du reste, être un indice de dérangement dans l'appareil de pesage, tel qu'usure des couteaux ou de leur siège, mouvement dans les fondations ou flexibilité de certains organes trop peu massifs.

Roues

Les essieux sont soumis aux essais après parachèvement. Sont rebutés les essieux présentant des défauts extérieurs, tels que criques, défaut de soudure, fente en long ou en travers, etc.



Essai au choc. (FIG. 28.) — Un essieu placé sur deux appuis écartés de 1m500, sera soumis au choc d'un mouton d'un poids *P* tombant d'une hauteur *H* déterminée par la formule :

P = Poids du mouton en kg
(500 par ex.)
H = Hauteur de chute en mètres.
D = Diam. au milieu de l'essieu en m/m (160 m/m par exemple).

$$PH = 0,00318D^3$$

$$500 \times H = 0,00318 \times 160^3$$

$$H = \frac{0,00318 \times 4096000}{500}$$

$$H = \frac{130,252}{5}$$

$$H = 26,05 \text{ mètres.}$$

Il ne peut se produire ni criques, ni fissures, ni rupture.

W. J. P. Prain Casse

38 - 20
48 - 03 non standard

Corps ou centres de roues

FIGURE 29.

Les corps de roues seront en fer forgé ou en acier coulé.

Corps de roues en fer forgé. — Les soudures des rais du moyeu et de la jante seront parfaitement exécutées.

Les corps de roues seront bien venus de forge.

Corps de roues en fer forgé ou en acier coulé. — Ces corps de roues devront être sans défauts ; les bras seront droits. *Les jantes seront tournées et il ne pourra exister de place non touchée par l'outil du tour.*

Le moyeu sera tourné sur ses faces verticales.

Les contre-poids seront venus de forge ou à la coulée et non rapportés.

Les roues à rais de section elliptique sont admises au même titre que les roues à rais de section rectangulaire.

Résistance à la traction par $m/m^2 = 40 \text{ kg}$.

Allongement pour 0/0 sur 200 $m/m = 15 \text{ m/m}$.

Manivelles et pivots

FIGURE 30.

Ces pièces seront confectionnées en fer puddlé fins grains ou en fer homogène soudable.

Elles devront être entièrement blanchies et à la partie frot-tante polies avec soin. Le bouton devra venir de forge avec le corps de la manivelle ; la continuation du nerf dans le bouton sera obtenue sans fatigue pour le métal ; le bouton sera cémenté à $1 \frac{1}{2} \text{ m/m}$ de profondeur et *trempe*. L'œil des manivelles sera alésé de façon à s'adapter parfaitement sur l'essieu. Les mani-velles seront chauffées au rouge cerise et plongées ensuite dans l'eau froide; elles ne pourront pas prendre la trempe, sauf dans les parties cémentées.

Toute trace de solution de continuité qui paraîtrait à la surface sera une cause de rebut.

Pour les pivots de bielles rapportées et sans contre-manivelle, il pourra être fait usage d'acier doux présentant une résistance de 50 kg par m/m^2 et un allongement de 20 0/0 déterminé sur 200 m/m .

La résistance à la rupture pourra être inférieure à celle im-posée pourvu que le manque de résistance soit compensé par un excédent d'allongement. La tolérance sera de 8 kg avec un sur-croît d'allongement de 5 0/0.

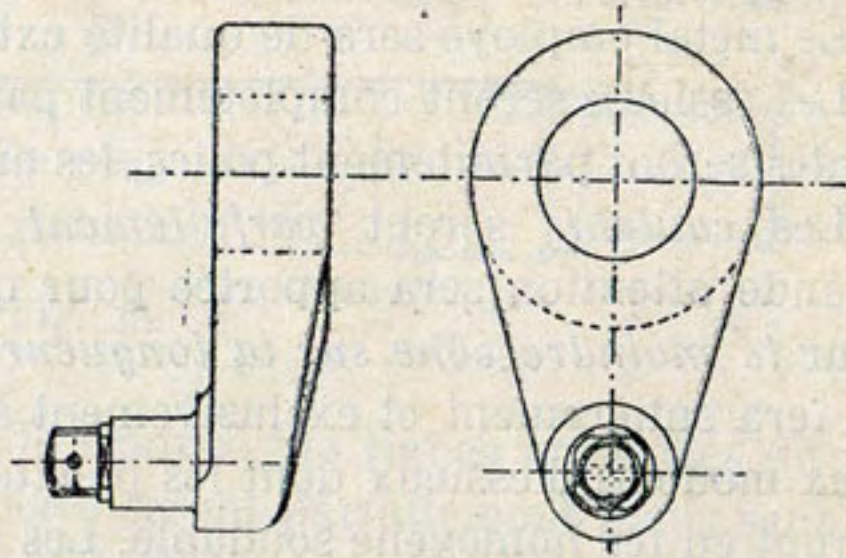
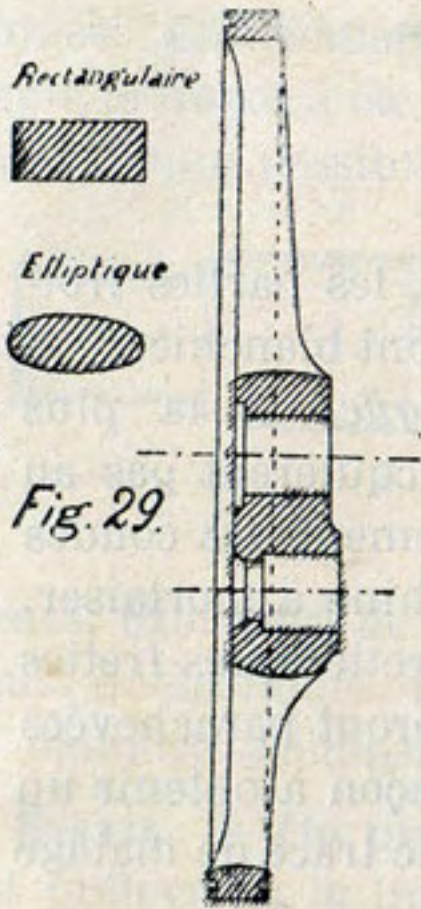


Fig. 30.

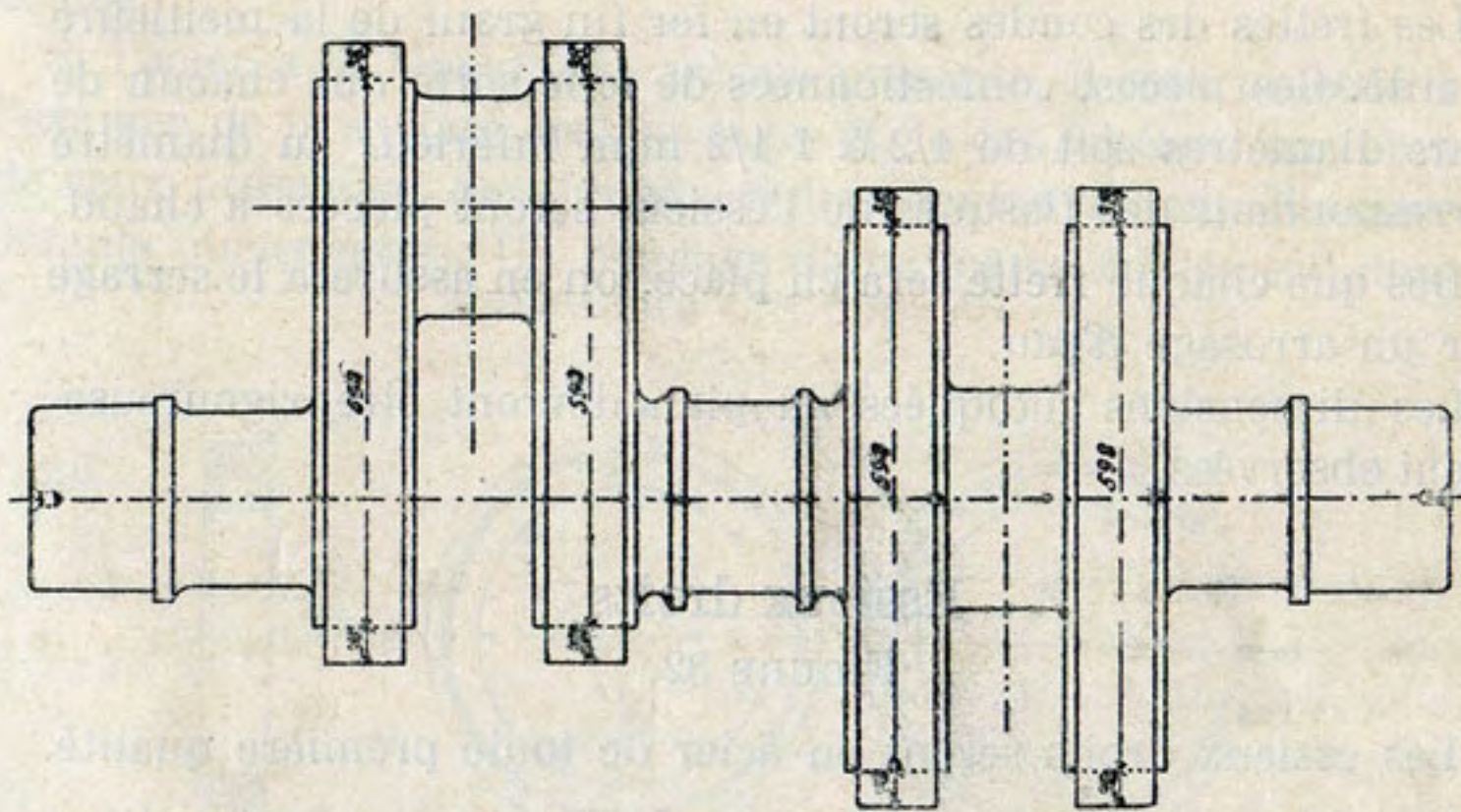


Fig. 31.

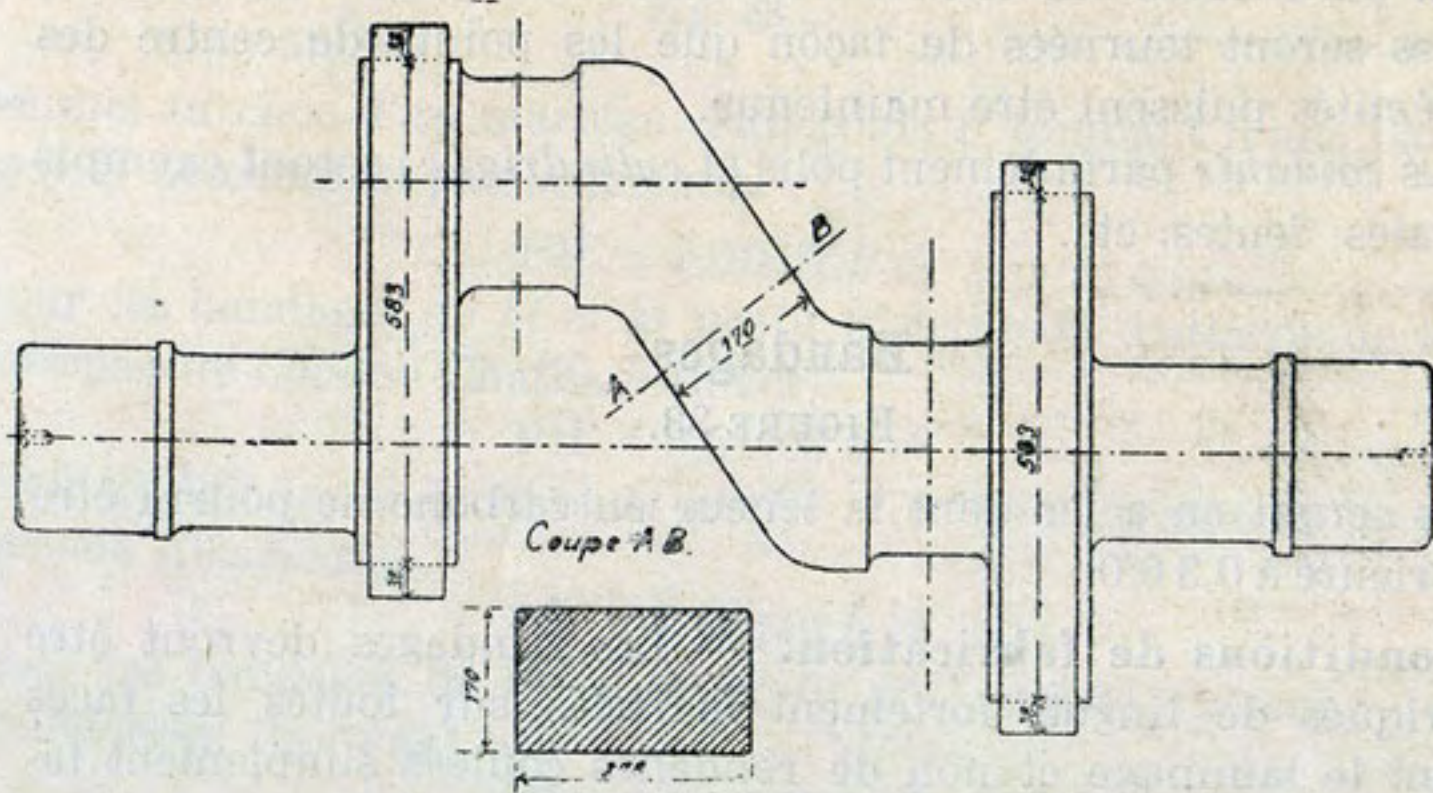


Fig. 311

Essieux coudés

FIGURES 31 et 31¹.

Ces essieux seront en fer ou en acier doux.

Le métal employé sera de qualité extra.

Les essieux seront complètement parachevés, les parties frot-tantes seront parfaitement polies, les autres seront blanchies.

Les *coulants* seront *parfaitement cylindriques* et la plus grande attention sera apportée pour qu'ils n'acquièrent pas au tour *le moindre cône sur la longueur* ; l'évidement des coudes se fera entièrement et exclusivement à la machine à mortaiser. Aux modèles d'essieux dont les palettes sont frettées, les frettes seront en fer homogène soudable. Les frettes seront parachevées conformément aux indications des plans, de façon à obtenir un contact parfait avec la palette de l'essieu; aucune trace de matage ne sera tolérée.

Les frettes des coudes seront en fer fin grain de la meilleure qualité. Ces pièces, confectionnées de telle sorte que chacun de leurs diamètres soit de 1/2 à 1 1/2 m/m inférieur au diamètre correspondant des flasques de l'essieu, seront placées à chaud.

Dès que chaque frette sera en place, on en assurera le serrage par un arrosage d'eau.

Les dimensions indiquées au plan devront être rigoureusement observées.

Essieux droits

FIGURE 32.

Les essieux droits seront en acier de toute première qualité.

Conditions de fabrication. — Les essieux seront entièrement parachevés suivant les indications des plans déposés ; les fusées seront tournées de façon que les points de centre des extrémités puissent être maintenus.

Les *coulants* parfaitement polis et *cylindriques* seront exempts de raies, fientes, etc.

Bandages

FIGURE 33.

Ils seront en acier dont la teneur en carbone ne pourra être inférieure à 0,30/0.

Conditions de fabrication. — Les bandages devront être fabriqués de lingots fortement martelés sur toutes les faces avant le laminage et non de rondelles coulées simplement la-

minées. Ces rondelles seront obtenues par le martelage, au préalable le lingot a été poinçonné au centre. Le laminage sera aussi parfait que possible. Les surfaces des bandages seront nettes,

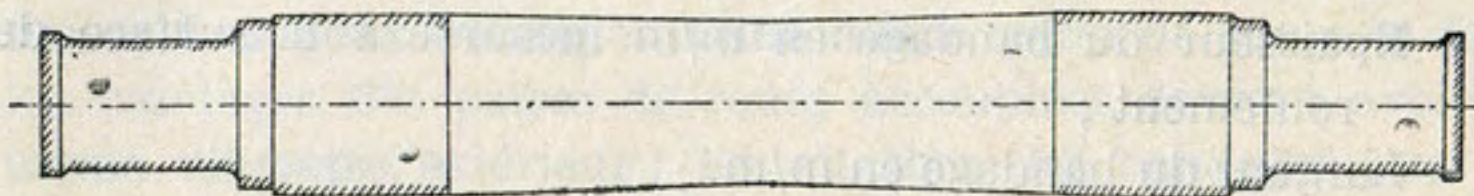


Fig. 32.

unies, exemptes de pailles, de criques, de lignes ou autres défauts quelconques. Les bandages seront parfaitement plans sans le moindre gauchissement.

Essais. — On procède au dosage du carbone ; à cette fin, il est prélevé de la limaille sur 10 0/0 des bandages d'une même coulée.

Si l'acier a la teneur en carbone prescrite, il sera procédé à l'examen de la surface des bandages et, le cas échéant, au rebut de ceux présentant des lignes, criques, fentes en long et autres défauts quelconques. Un bandage d'une même coulée est alors

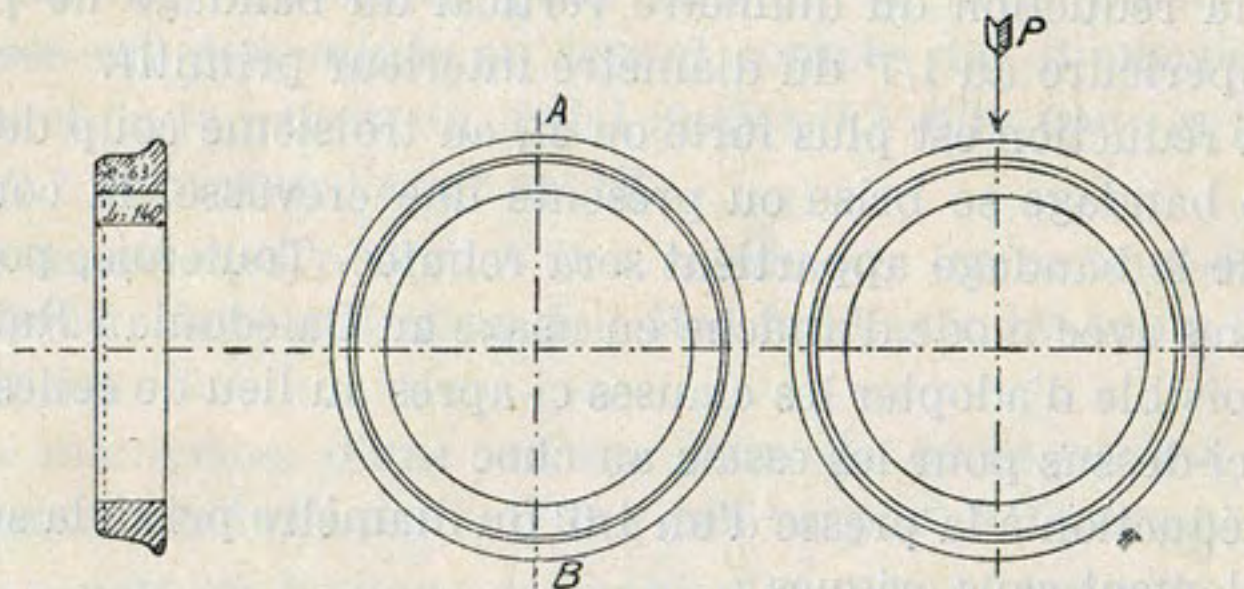


Fig. 33.

soumis au choc d'un marteau d'un poids P tombant d'une hauteur H déterminée par la formule :

$$PH = 1,01257 b c^2$$

pour les bandages de hl et ht profil n° 1 (mode d'attache de la Compagnie London-Chatham-Dover).

$$PH = 0,01106 b e^2$$

pour les bandages de hl et ht profil n° 2 (mode d'attache de la Société Alsacienne).

$$PH = 0,01146 b e^2$$

pour les bandages de hl et ht profil n° 3 (mode d'attache du Calédonian Railway).

$$PH = 0,01286 b e^2$$

pour les bandages de voitures et pour ceux de wagons. ... Formule dans laquelle :

P = Poids du mouton en kg ;

H = Hauteur de chute en mètres ;

e = Epaisseur du bandage en m/m mesurée à la surface de roulement ;

b = Largeur du bandage en m/m.

EXEMPLE figure 33 :

$$PH = 0,01106 b e^2$$

$$PH = 0,01106 \times 140 \times 63^2$$

$$0,01106 \times 140 \times 3969$$

$$H = \frac{\quad}{P}$$

$$6145,5996$$

$$H = \frac{\quad}{500}$$

$$H = 12,29 \text{ mètres.}$$

Pour les bandages pour roues de *hl*, de *ht*, de *hv* et de *hw*, le nombre de coups de mouton sera de trois ; après le deuxième coup, la réduction du diamètre vertical du bandage ne pourra être supérieure au 1/7^e du diamètre intérieur primitif.

Si la réduction est plus forte ou si, au troisième coup de mouton, le bandage se brise ou présente une crevasse, la coulée à laquelle le bandage appartient sera rebutée. Toutefois, pour les bandages avec mode d'attache en usage au Calédonian Railway, il est loisible d'adopter les clauses ci-après au lieu de celles prescrites ci-dessus pour les essais au choc :

1° Réduction à la presse d'un 1/6^e du diamètre pris à la surface de roulement sans criques ;

2° Le métal présentera une résistance à la traction d'au moins 71 kg par m/m carré avec un allongement minimum de 17 0/0 mesuré sur une longueur de 0,508—.

Montage des roues sur les essieux et calage

Conditions communes. — Les bandages seront placés à chaud et devront serrer parfaitement.

Le serrage sera obtenu par une diminution du diamètre intérieur du bandage par rapport au diamètre de la jante.

Cette diminution sera de 1 m/m par mètre de diamètre extérieur de la jante.

Les cotes de rigueur renseignées aux plans, notamment celles relatives à la position des roues par rapport au centre des

fusées à l'écartement entre les faces intérieures des bandages et entre les moyeux des roues, devront être scrupuleusement observées.

Les roues seront placées bien symétriquement à l'axe des fusées. Les deux bandages d'une même paire de roues et tous les bandages des paires de roues accouplées devront avoir le même diamètre extérieur ; les attaches des bandages sur les roues seront exécutées avec le plus grand soin.

Le calage des roues sur les essieux, des manivelles et des pivots sera effectué avec le plus grand soin ; les portées de calage de même que les œils des moyeux ou des manivelles seront parfaitement cylindriques. Les traits de tour seront enlevés de façon à obtenir des surfaces bien polies, bien lisses.

Pour faciliter le travail, il pourra être donné à l'extrémité de la portée de calage ou à l'entrée des ouvertures des moyeux une conicité de $2/10^\circ$ de m/m s'étendant sur 8 m/m au maximum.

Avant de procéder au calage, les surfaces destinées à venir en contact seront parfaitement nettoyées et ensuite *enduites d'une couche de suif pur*.

Le serrage nécessaire pour obtenir la pression de calage imposée est déterminée en tenant compte des dimensions des pièces et de la nature du métal (0,15 à 0,3 m/m pour la fonte et 0,5 à 0,7 m/m pour l'acier coulé).

Les manivelles pourront être calées sur les essieux à chaud ou à froid. Cette opération doit être faite avec les soins les plus minutieux.

Les manivelles d'une même paire de roues seront placées rigoureusement d'équerre l'une par rapport à l'autre.

Les pivots ou boutons de manivelles des *hl* types 11, 15, 17, 18, 30, etc., seront placés sur les roues à la presse hydraulique à une pression minima de 45,000 kg.

Le calage des roues sur les essieux se fera à la presse hydraulique sous une pression d'au moins 80,000 kg.

Toutefois, cette pression de calage est de :

60,000 kg pour les roues de *hlt* type 11 ;

70,000 kg pour l'essieu porteur des *hl* type 15 ;

70,000 kg pour les roues des bogies des *hl* types 15, 17, 18 ;

85,000 kg pour les essieux moteurs et accouplés des *hl* types 15, 17, 18, 23, 30, 32, 35, etc.

Les cales seront en acier, parfaitement dressées, remplissant complètement les rainures et chassées au refus d'un marteau du poids de 7 kg.

Mode de fixation des bandages de la Société Alsacienne.
(FIG. 34.)

Le contact avec la jante du petit rebord A du bandage est obtenu par rabattement au moyen d'un marteau-pilon spécial.

Les bandages (de ce système) lâchés et susceptibles de emploi sont généralement réutilisables après désembattage.

Cependant, le rebattage d'un bandage présente quelques difficultés, notamment pour le rabattement du bandage sur la jante. L'opération de martelage est plus coûteuse.

En cas de rupture de bandages (de ce système), les morceaux de bandage ne sont pas suffisamment retenus, ce qui présente du danger.

Mode de fixation des bandages par le procédé du London Chatham et Dover (FIG. 35).

Le rabattement du rebord du bandage sur le cercle d'attache sera fait avec soin, de façon à éviter tout déplacement du dit cercle.

Les bandages lâchés et susceptibles de emploi sont réutilisables après désembattage. On coupe le cercle en *b*, et ce dernier est mis hors d'usage.

Si le bandage est usé ou avarié, on enlève la partie du bandage rabattue sur le cercle ; ce dernier est alors réutilisable.

En cas de rupture de bandages, les morceaux sont retenus par le cercle.

Mode de fixation des bandages par le procédé du Calédonian Railway (FIG. 36).

Le rabattement du rebord du bandage sur le cercle d'attache sera fait avec soin de façon à éviter tout déplacement du cercle susdit.

Les bandages lâchés, même susceptibles de emploi, sont généralement hors d'usage après désembattage. Au second embattage, on ne parvient pas à avoir suffisamment de métal rabattu sur le cercle d'attache.

Les cercles d'attache sont réutilisables.

Remarques. — Lors du désembattage, un chauffage exagéré du bandage rend son enlèvement très difficile, le bandage dilaté exerce des efforts sur le cercle.

La conicité des bandages facilite le roulement dans les courbes et diminue le glissement que la différence de longueur de développement des rails tend à produire.

En alignement droit, cette conicité tend encore à maintenir les essieux normalement à la voie et à atténuer le frottement des bourrelets contre les rails.

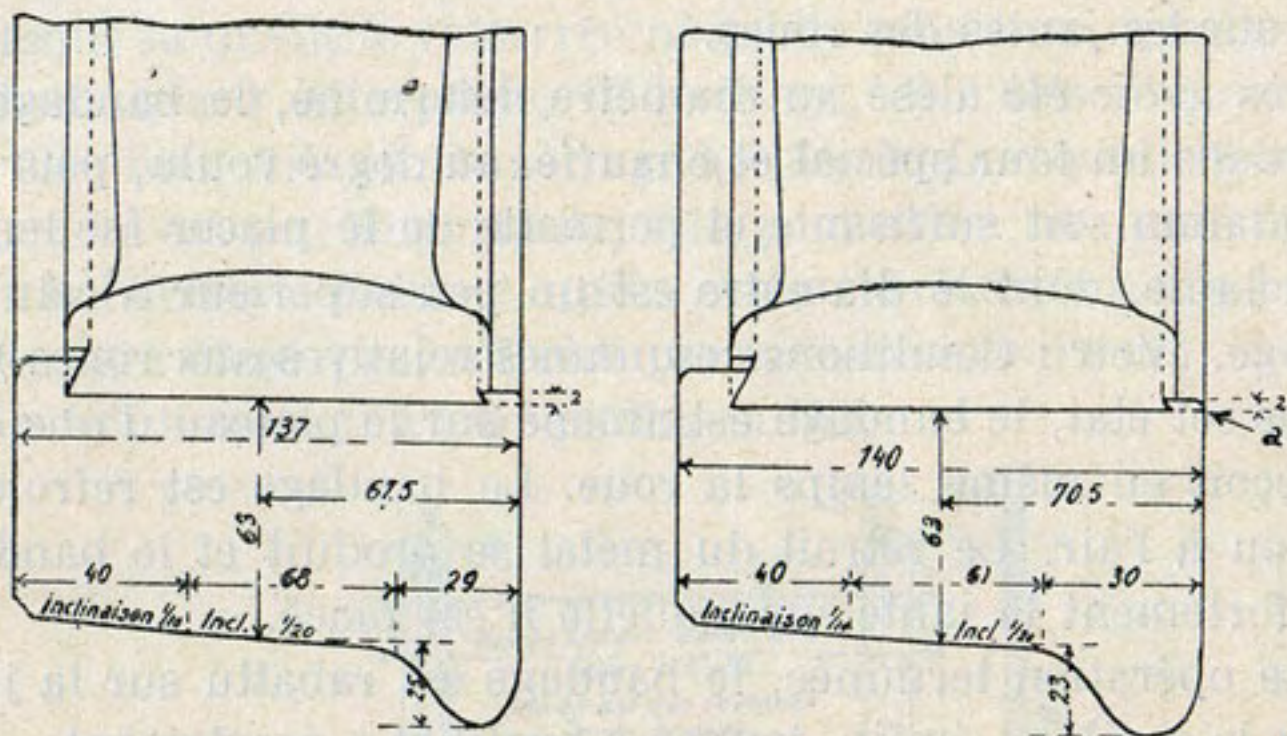


Fig. 34.

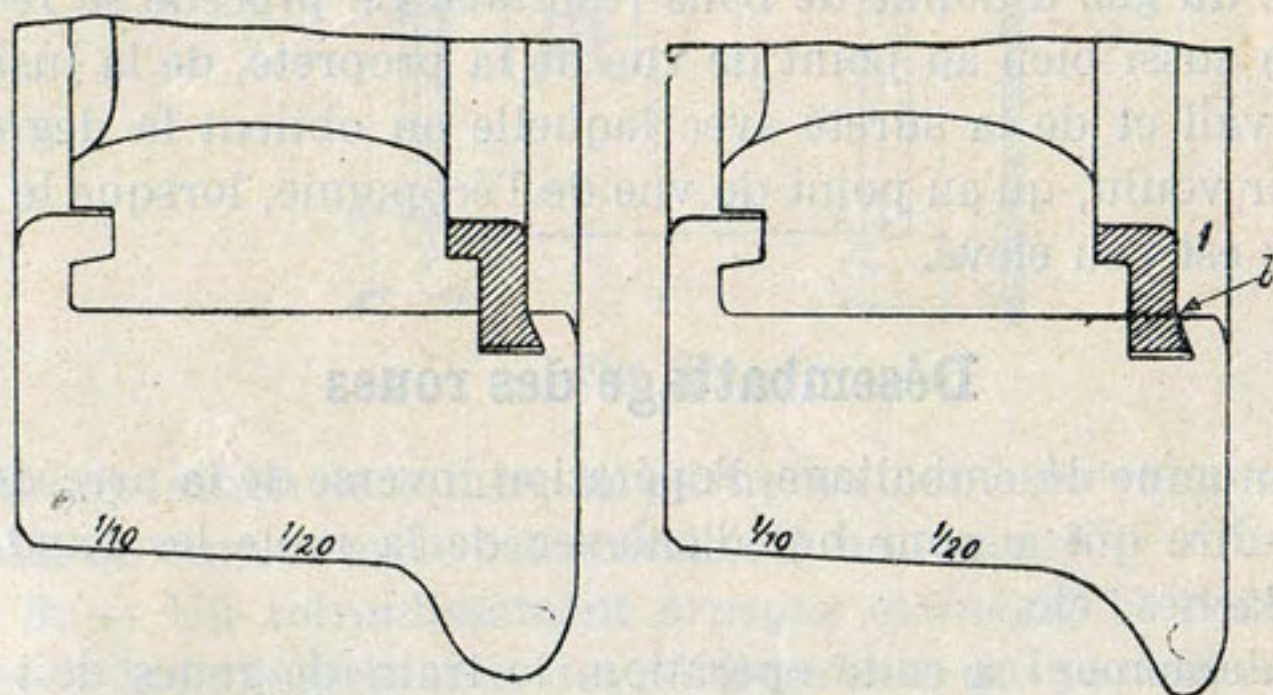


Fig. 35.

a léger trait de tour servant de point de repère pour la vérification de l'épaisseur des bandages à l'endroit de leur cercle de roulement.

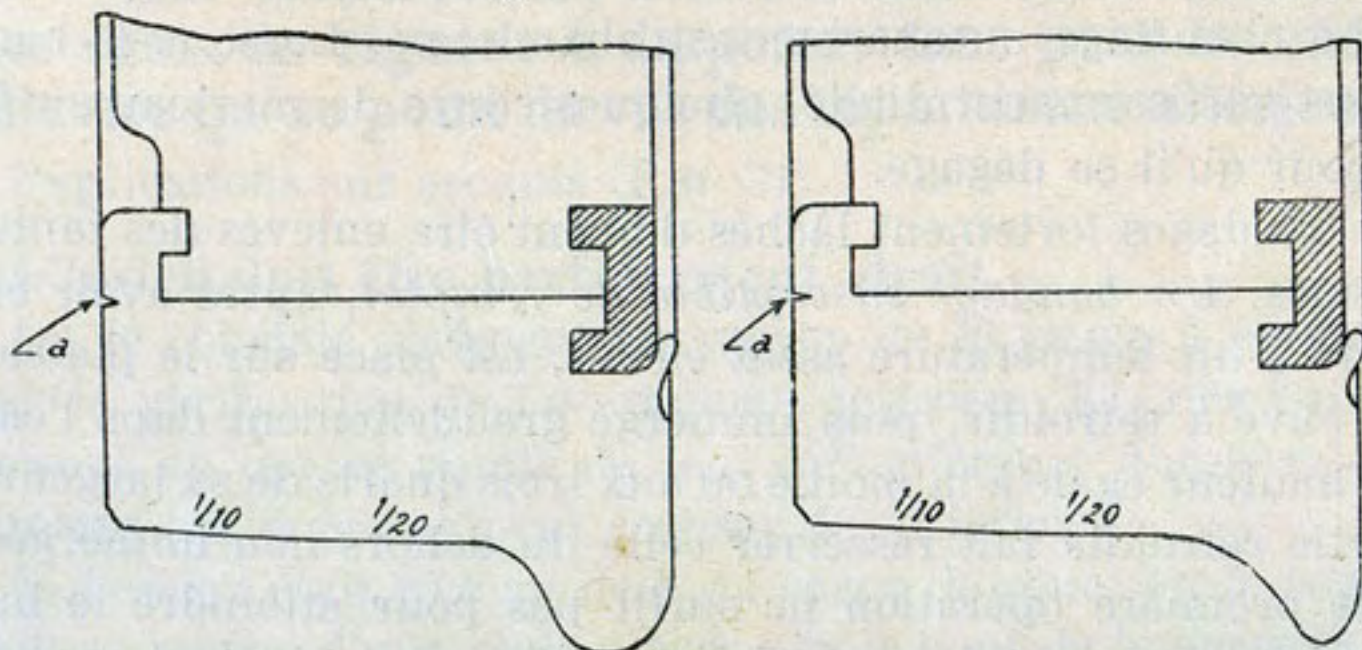


Fig. 36.

Embattage des roues

On nomme embattage l'opération qui consiste à poser les bandages sur les jantes des roues.

Après avoir été alésé au diamètre déterminé, le bandage est placé dans un four spécial et chauffé, au degré voulu, pour que la dilatation soit suffisante et permette de le placer facilement sur la jante, dont le diamètre est un peu supérieur à celui du bandage. (Voir : Conditions communes relatives aux roues.)

Dans cet état, le bandage est amené sur le plateau d'une cuve qui reçoit en même temps la roue. Le bandage est refroidi à l'eau ou à l'air. Le retrait du métal se produit et le bandage serre fortement la jante sur laquelle il est placé.

Cette opération terminée, le bandage est rabattu sur la jante ou sur le cercle et, enfin, tourné à profil et à écartement.

Pour chauffer les bandages à embattre et à désembattre, l'usage du gaz a donné de bons résultats. Ce procédé se recommande aussi bien au point de vue de la propreté, de la justesse du travail et de la sûreté avec laquelle on obtient le degré de chaleur voulu, qu'au point de vue de l'économie, lorsque le prix du gaz est peu élevé.

Désembattage des roues

On nomme désembattage, l'opération inverse de la précédente, c'est-à-dire qui a pour but d'enlever de la jante les bandages usés, lâchés, etc.

Préalablement à cette opération, le train de roues doit être monté sur le tour pour enlever une partie du rebord du bandage ou pour couper le cercle d'attache. (Voir à ce sujet les trois systèmes de bandages précités.)

Le bandage à désembattre est alors chauffé au moyen du gaz. Le chauffage au charbon est abandonné. Lorsque le bandage est suffisamment dilaté, quelques coups de marteau suffisent pour qu'il se dégage.

Les bandages fortement lâchés doivent être enlevés des jantes des roues. *Un bandage susceptible de emploi*, après avoir été chauffé à une température assez élevée, est placé sur le plateau de la cuve à refroidir, puis immergé graduellement dans l'eau à une hauteur égale à la moitié ou aux trois quarts de sa largeur ; la partie refroidie fait resserrer celle du dehors non immergée. Si une première opération ne suffit pas pour atteindre le but que l'on se propose, on la répète, mais alors il devient nécessaire de retourner le bandage sens dessus-dessous, afin que la partie

qui avait été laissée précédemment en dehors soit refroidie avant l'autre ; ce changement est nécessaire pour que le serrage soit autant que possible uniforme, et on peut parvenir par ce moyen à rétrécir un bandage d'une quantité très notable.

Lorsque la quantité resserrée nécessite plusieurs opérations, il convient, avant de replacer le bandage, de l'aléser à nouveau pour être bien fixé sur le serrage à obtenir. Lorsque la quantité à resserrer est peu importante, elle peut avoir lieu sans désembatter le bandage. Celui-ci, après avoir été chauffé à une température assez élevée, est refroidi par un arrosage d'eau.

Le refroidissement à l'air parfois suffit.

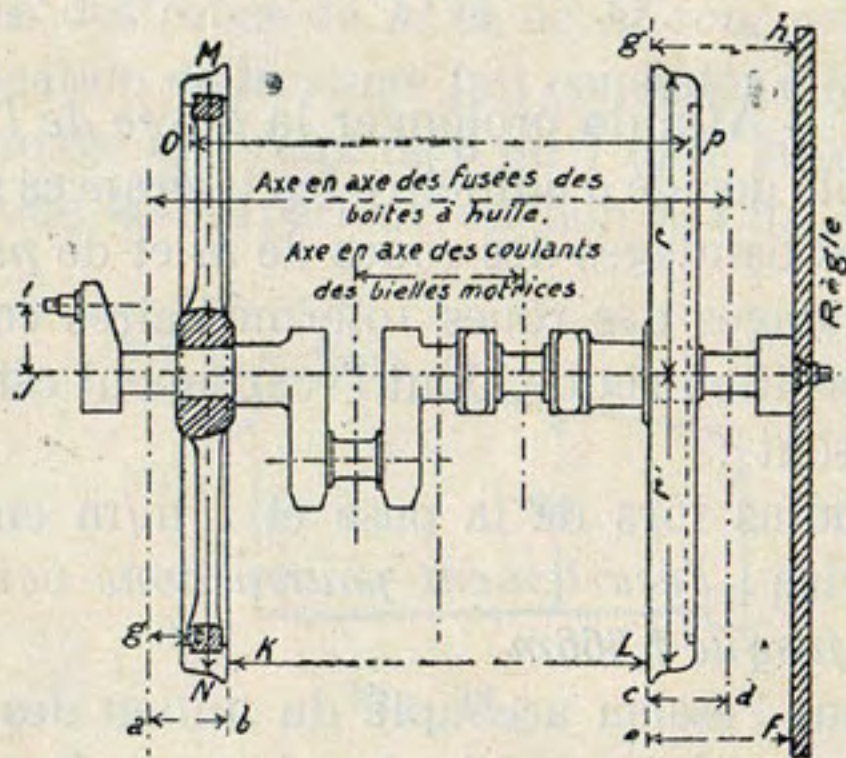


Fig. 37.

Cette opération terminée, la partie du bandage rabattue sur la jante ou sur le cercle est martelée à nouveau.

N. B. — Un refroidissement brusque et inégal (à l'eau) des rais et de la jante provoque des déformations qui parfois rendent le corps de roue inutilisable.

Opérations de vérification d'une paire de roues montées sur essieu coudé, avant sa mise en service.

Les cotes de rigueur à imposer, tant pour la mise en service qu'au point de vue des réparations ultérieures.

Explications sur croquis (FIG. 37).

L'essieu doit être parfaitement droit.

On le constate aisément au moyen de la jauge à écartement par la vérification de l'écartement intérieur KL des bandages mesuré en quatre points de leur circonférence diamétralement opposés ; la jauge ne peut accuser de différence.

Si l'essieu était plié au delà du corps de roue, on le constaterait au moyen d'une règle placée sur le bout de la fusée et dans

deux directions perpendiculaires, les longueurs *ef* et *gh* doivent être égales à un même corps de roue.

La *vérification* peut aussi se faire le train de roues se trouvant *monté entre les pointes d'un tour à roues*. Les corps de roues ne peuvent voiler ni à la surface intérieure des bandages, ni à la surface de roulement de ces derniers.

L'écartement intérieur KL des bandages sera de 1,365m *sans tolérance* pour les *essieux neufs* des *hl* types 2, 28, 29, 30, 32 et similaires, ainsi que pour tout essieu compris entre deux essieux parallèles à position rigide des autres types de locomotives.

(L'écartement sera de 1,359m sans tolérance pour les essieux extrêmes.)

Tolérances. — Afin de prolonger la *durée de l'utilisation des bandages*, il a été décidé d'admettre les tolérances suivantes pour l'écartement des bandages des roues de *hl* et de *ht*.

Pour les bandages des roues intermédiaires comprises entre deux trains à position rigide, dont l'écartement est fixé à 1,365m, les tolérances sont :

1 m/m en moins lors de la pose et 1 m/m en plus lors du retrait de service ; *l'écartement pourra donc varier en service depuis 1,364m jusque 1,366m.*

Toutefois pour l'essieu accouplé du milieu des *hl* type 10, la cote d'écartement minimum des bandages reste rigoureusement fixée à 1,365m.

(Pour les bandages des roues d'AV et d'AR à position rigide, dont l'écartement est fixé à 1,359m, la *tolérance pourra atteindre 1 m/m en moins lors de la pose et 3 m/m en plus lors du retrait de service ; l'écartement pourra donc varier en service depuis 1,358m jusque 1,362m.*)

Lors de la vérification avec la jauge de l'écartement intérieur des bandages, on vérifie également le profil des bandages et les bourrelets.

Les distances *ab* et *cd* du milieu de la fusée au plan de la face intérieure du bandage de chaque roue d'une même paire doivent être égales.

Les longueurs *gr* gauche et droite d'une même paire de roues mesurées du milieu de la fusée à la jante de chaque roue doivent aussi être les mêmes.

Conditions obligatoires pour que les faces du roulement des bandages occupent la position convenable.

La longueur des manivelles d'accouplement *ij* doit être la même pour une même paire de roues et pour un même jeu de roues accouplées sans tolérance pour les pièces neuves.

La tolérance sera de 0,5 m/m lors des réparations, — dans ce cas, il faudra 1 m/m de jeu dans les coussinets des bielles couplées.

Le diamètre extérieur MN des bandages, mesuré à la surface de roulement d'une même paire de roues et d'un même jeu de roues accouplées doit être identique et bien symétrique à l'axe des fusées, c'est-à-dire $r = r'$. Les coulants seront parfaitement cylindriques ; il ne pourra exister le moindre cône sur leur longueur.

Les bandages, les fusées des boîtes à huile, tous les coulants des bielles, ne pourront avoir dépassé la limite d'usure.

Les bandages des roues de *hl* et de *ht* sont retirés du service lorsque l'application de la jauge fait constater à la partie de roulement du bandage un creux de 6 ou 7 m/m suivant que le diamètre de la roue est supérieur ou non à 1 m. 350 ou lorsque

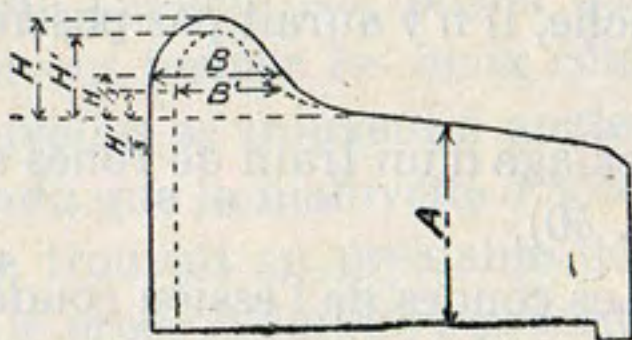


Fig. 38.

l'épaisseur en B ou en B' du bourrelet (FIG. 38) est réduite à 18 m/m. Lorsque l'épaisseur en A est réduite à 30 m/m pour l'acier et 35 m/m pour le fer, les bandages des *hl* et des *ht* sont mis hors d'usage.

Le tracé..... représente le profil réduit du bandage de tout essieu intermédiaire de *hl* compris entre deux essieux à position rigide.

Maintenir les essieux coudés en service jusqu'au moment où le diamètre des coulants des bielles motrices est réduit de 180 à 150 m/m (30 m/m) pour les modèles 1 et 29 et de 240 à 180 m/m (60 m/m) pour les modèles 25 et que le diamètre des coulants des boîtes à huile est réduit de 140 à 125 m/m (15 m/m) pour les modèles 1 et 29, de 170 à 150 m/m (20 m/m) pour les modèles 25 et de 210 à 180 m/m (30 m/m) pour les types 30-32, etc.

Les essieux coudés des *hl* type 51, sont soumis à l'examen de la Commission de Revision, lorsque le diamètre des coulants des bielles-motrices est réduit à 125 m/m. Aucune prescription spéciale n'est formulée en vue du retrait des essieux coudés des autres modèles, à raison de l'usure normale des coulants des bielles-motrices et des boîtes à huile.

Dès qu'un bouton de manivelle présente une usure atteignant 10 m/m sur le diamètre, il est procédé, selon le cas, au remplacement de la manivelle ou du bouton.

Les deux manivelles d'accouplement et les deux coudes de l'essieu coudé doivent former entre eux 4 angles droits (FIG. 39).

Les deux manivelles d'accouplement d'une même paire de roues seront placées rigoureusement d'équerre l'une par rapport à l'autre.

Un observateur placé devant les fils à plomb S et S' (FIG. 39), à cheval sur le bouton, c'est-à-dire devant la manivelle d'accouplement verticale avec le bouton de manivelle en haut, la manivelle d'accouplement de l'autre côté sera horizontale, mais avec le bouton de manivelle à gauche.

Si un essieu d'un jeu de roues avait les manivelles d'accouplement calées à angle droit, mais le bouton de manivelle à droite au lieu d'être à gauche, il n'y aurait pas possibilité de monter les bielles couplées.

EXEMPLE. — Le calage d'un train de roues avec les manivelles suivant $t - t'$ (FIG. 40).

REMARQUES. — Les coudes de l'essieu coudé doivent satisfaire aux mêmes conditions, c'est-à-dire, le coude de droite précède celui de gauche d'un quart de tour dans le sens de la marche en avant de la hl .

Les manivelles d'accouplement doivent former avec les manivelles-motrices quatre angles droits.

Si la manivelle *motrice* de gauche précédait celle de droite d'un quart de tour dans le sens de la marche en avant de la hl ; la manivelle d'accouplement de *gauche* devrait également précéder celle de droite d'un quart de tour, de façon à former avec les manivelles-motrices quatre angles droits.

EXEMPLE. — Essieux coudés en Z des hl T9 — 19.

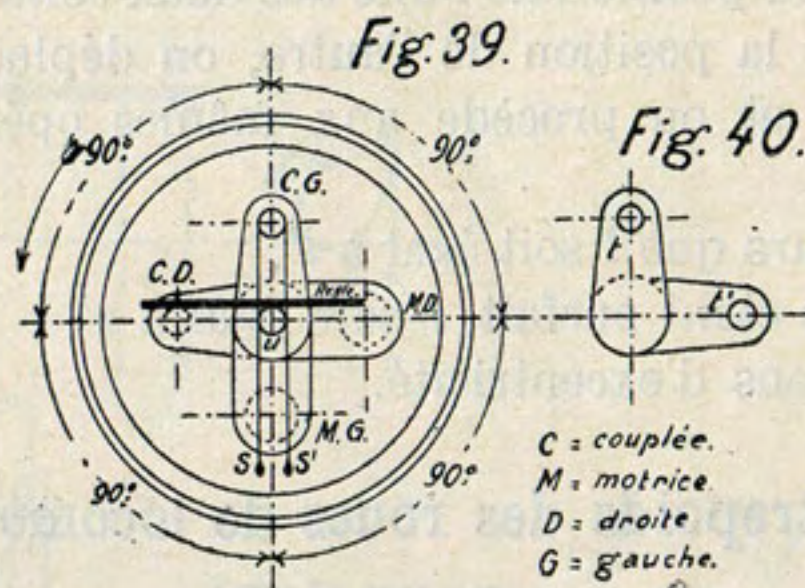
Le calage des manivelles couplées des essieux droits d'une hl est subordonné au calage des manivelles couplées des essieux coudés.

Pour vérifier l'équarrissage des manivelles (FIG. 39), on trace sur le bout de l'essieu U, un cercle d'un diamètre égal à celui du bouton de manivelle correspondant. Deux fils à plomb S et S' à cheval sur le bouton doivent descendre tangentiuellement au cercle tracé. Sur la manivelle d'accouplement de l'autre côté de l'essieu, une règle est posée sur le bouton et tangente au cercle tracé sur le bout de l'essieu de ce côté. Cette manivelle doit occuper une position horizontale. On la vérifie au moyen du niveau à bulle d'air.

La verticalité et l'horizontalité des coudes de l'essieu coudé sont aussi vérifiées au moyen du niveau.

Autre vérification au moyen de compas et de fils à plomb, c'est-à-dire, sans règle et sans niveau (FIG. 41).

Tracer un grand cercle sur la face de la manivelle horizontale.



Tracer une perpendiculaire AB au moyen d'un fil à plomb passant par l'axe O de l'essieu. Au moyen d'un compas, mesurer AC et BC qui doivent former les deux côtés égaux du triangle isocèle si les manivelles se trouvent à angle droit.

Il est bien entendu que la manivelle d'accouplement de l'autre côté de l'essieu se trouvait au préalable dans la position verticale et ce d'après le procédé employé précédemment.

Cotes rigoureuses (FIG. 37), 1° KL.

2° Prendre comme base dans le montage et dans la vérification de montage des paires de roues, la face extérieure de la jante des roues.

3° N'admettre aucune tolérance dans le calage des roues quant à la longueur OP des faces extérieures des roues.

4° Les distances $a b$ et $g r$ gauches et droites d'une même paire de roues doivent être les mêmes.

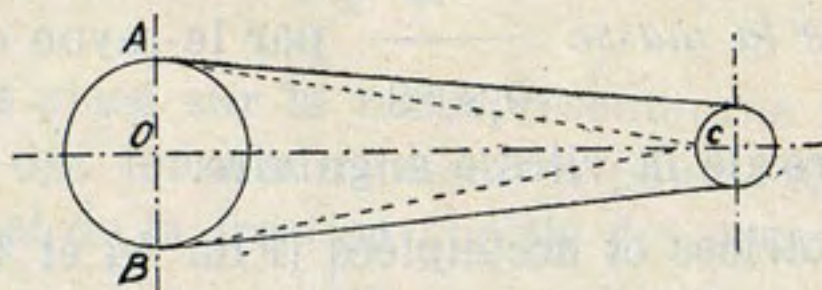


Fig. 41.

5° Les longueurs $i j$ des manivelles d'accouplement doivent être égales pour un même jeu de roues.

6° Les diamètres MN mesurés à la surface de roulement, doivent être identiques pour un même jeu de roues couplées.

7° $r = r'$, c'est-à-dire, avoir une exacte symétrie par rapport à l'axe de l'essieu (mêmes conditions pour une paire de roues montées sur essieu droit).

Train-moteur pour cylindres extérieurs (FIG. 42). — Vérification des contre-manivelles.

On place le train de roues suivant figure 42.

Au moyen des règles *a et b*, du niveau et des fils à plomb *c, d et e*, on vérifie la position de l'une des deux contre-manivelles.

Pour vérifier la position de l'autre, on déplace la roue d'un quart de tour et on procède aux mêmes opérations de centrage, etc.

Il faut toujours que *l* soit égal à *l'*.

L'équarissage étant parfait, *r* sera égal à *r'*.

r et r' = rayons d'excentricité.

Contrepoids des roues de locomotives

L'équilibrage des roues consiste à réduire le balourd avec tous ses inconvénients.

Si le balourd est considérable, il peut en résulter successivement des surcharges du rail, des soulèvements de la roue qui ne sont pas sans danger, qui risquent d'entraîner des ruptures du rail, des plats dans les bandages, des efforts sur les guides des boîtes à huile et longerons.

Supposons une roue (FIG. 43) avec un balourd d'un poids *P* à une distance *R* de son centre de gravité *G* à l'axe de l'essieu et *V* la vitesse angulaire (un point situé à 1 mètre de l'axe).

Pour calculer en kilos cet effort, et qu'on nomme *force centrifuge*, on emploie la formule :

$$\frac{P}{9,8088} \times R \times V^2$$

P

Le produit de la masse $\frac{P}{9,8088}$ *par le rayon doit être multi-*

plié par le carré de la vitesse angulaire.

Les roues motrices et accouplées (FIG. 44 et 45) ne sont pas naturellement équilibrées puisqu'elles sont solidaires des manivelles, ainsi que les bielles couplées et bielles motrices qui peuvent être considérées comme des pièces soumises uniquement à un mouvement de rotation.

On équilibre ces pièces par des contrepoids orientés de façon à réduire les perturbations dues à l'effet de l'inertie de tous ces organes qui forment à tout instant des couples de valeurs variables qui tendent à faire tourner la *hl* autour de son centre de gravité. Ce mouvement appelé *mouvement de lacet* est d'au-

tant plus prononcé que les axes des cylindres sont plus éloignés de l'axe longitudinal de la *hl*, s'ajoute encore l'effet des manivelles motrices disposées à angle droit.

On équilibre seulement une faible fraction du poids des

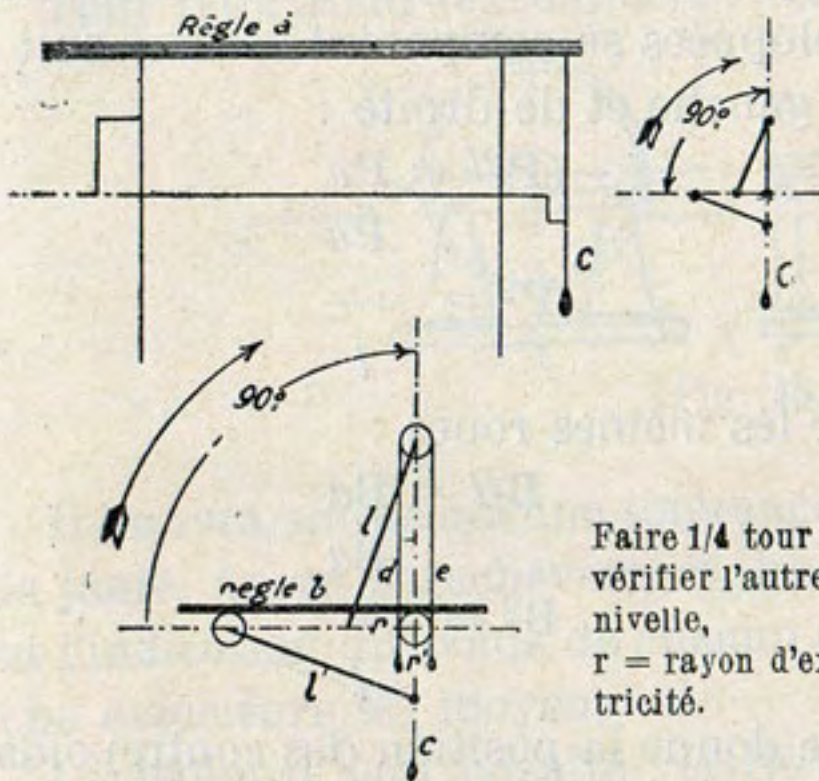


Fig. 42.

Faire 1/4 tour pour vérifier l'autre manivelle,
 r = rayon d'excentricité.

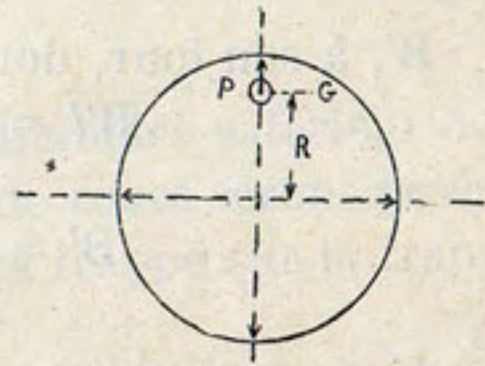


Fig. 43.

organes alternatifs et ce pour éviter les efforts perturbateurs verticaux tendant à accentuer les effets pernicioeux du roulis et du martellement de la voie.

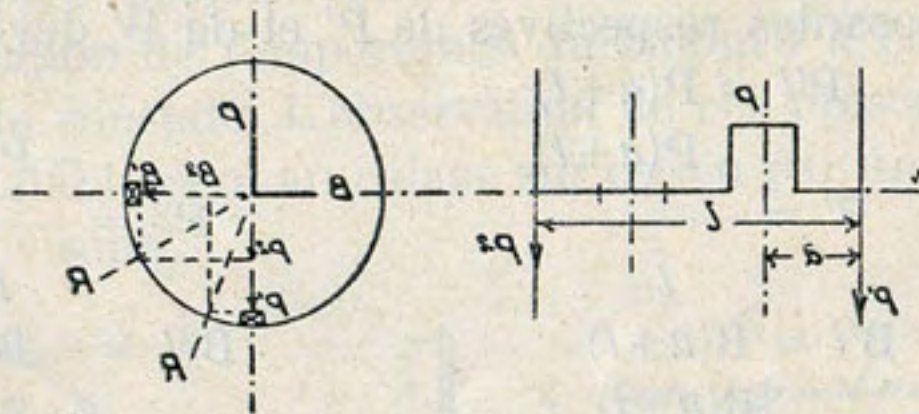


Fig. 44.

Le contrepoids placé sur la roue présente une masse égale à la combinaison des masses nécessaires pour l'équilibrage des organes rotatifs et de la fraction choisie des organes alternatifs

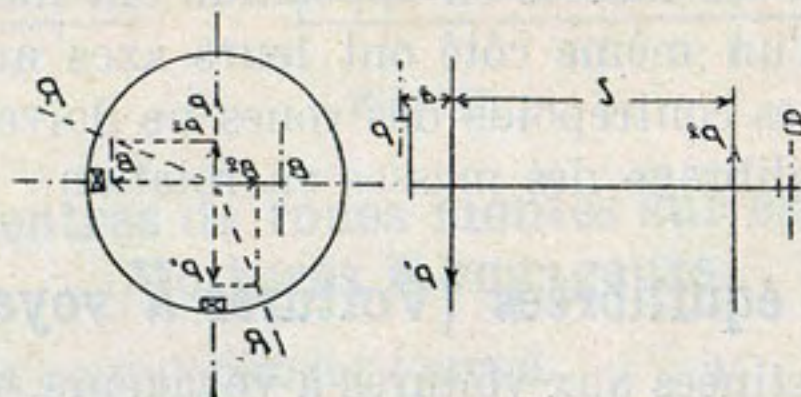


Fig. 45.

et se trouve dans une position qui est la résultante des actions de ces deux masses.

EXEMPLE FIGURE 44.

Soit P' le contrepoids qui serait nécessaire à l'opposé de la manivelle motrice de gauche, nommons B' le contrepoids à appliquer en face de la manivelle de droite et cherchons leurs composantes sur chacune des deux roues de gauche et de droite.

Les forces centrifuges développées se composent comme suit :

P' donnera sur la roue de gauche et de droite :

$$\begin{array}{ll} P'l = P(l-a) & P^2l = Pa \\ P(l-a) & Pa \\ P' = \frac{\quad}{l} & P^2 = \frac{\quad}{l} \end{array}$$

B' , à son tour, donnera sur les mêmes roues :

$$\begin{array}{ll} B'l = B(l-a) & B^2l = Ba \\ B(l-a) & Ba \\ B' = \frac{\quad}{l} & B^2 = \frac{\quad}{l} \end{array}$$

Une construction graphique donne la position des contrepoids. On remarque que les contrepoids sont placés tous deux dans l'angle droit opposé à celui des manivelles et d'autant plus rapprochés de leur bissectrice que les cylindres sont eux-mêmes plus près de l'axe de la hl .

Pour les manivelles extérieures (FIG. 45), a change de signe et les composantes respectives de P' et de B' deviennent :

$$\begin{array}{ll} P'l = P(a+l) & \\ P(a+l) & -Pa \\ P' = \frac{\quad}{l} & P^2 = \frac{\quad}{l} \\ B'l = B(a+l) & B^2l = -Ba \\ B(a+l) & -Ba \\ B' = \frac{\quad}{l} & B^2 = \frac{\quad}{l} \end{array}$$

Le meilleur équilibrage des pièces à mouvements alternatifs est obtenu avec les machines à quatre cylindres égaux à manivelles à 180° où les masses en opposition ont même poids et où les cylindres d'un même côté ont leurs axes aussi rapprochés que possible. Les contrepoids des roues ne doivent être calculés que pour l'équilibrage des masses en rotation.

Roues équilibrées (Voitures à voyageurs)

Les roues destinées aux voitures à voyageurs, répondront aux conditions ci-après et leurs bandages seront tournés sur toutes leurs faces. Les cotes de rigueur renseignées aux plans devront être scrupuleusement observées.

La largeur des bandages pourra varier de 135 à 135.5 m/m.

Centre de roues.

Ils seront soigneusement tournés, conformément aux indications des plans. La surface intérieure du moyeu et la surface extérieure de la jante seront rigoureusement concentriques.

Tout faux rond (excentricité) est proscrit.

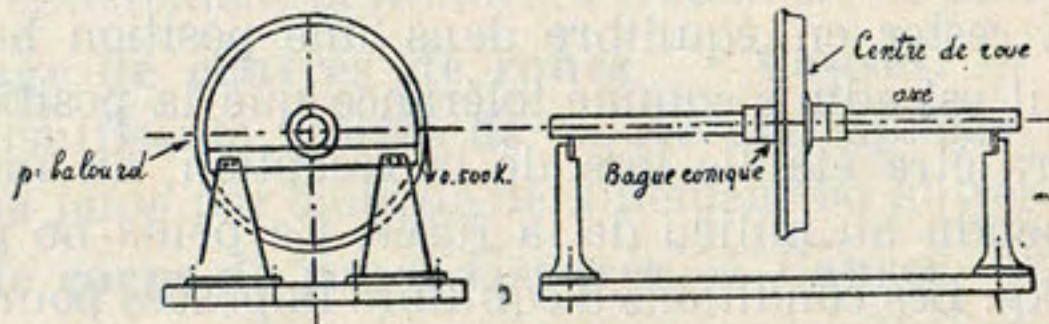


Fig. 46.

Il ne sera admis aucune tolérance sur le diamètre extérieur de la jante. Après parachèvement, les centres de roues seront pesés et l'indication du poids de chacun d'eux sera frappé sur la tranche extérieure du moyeu.

Le balourd sera ensuite vérifié au moyen d'un axe parfaitement centré, engagé dans le moyeu et reposant sur deux plans parallèles horizontaux et de même hauteur. (FIG. 46.)

Tout centre, dont le balourd mesuré à la surface de la jante dépassera 0,500 kg., sera rebuté.

Chaque centre recevra ensuite sur la tranche extérieure de la jante, l'indication de l'importance du balourd à l'endroit exact où il aura été constaté. L'observation de ces prescriptions sera constatée préalablement au calage sur essieu par une marque de réception provisoire.

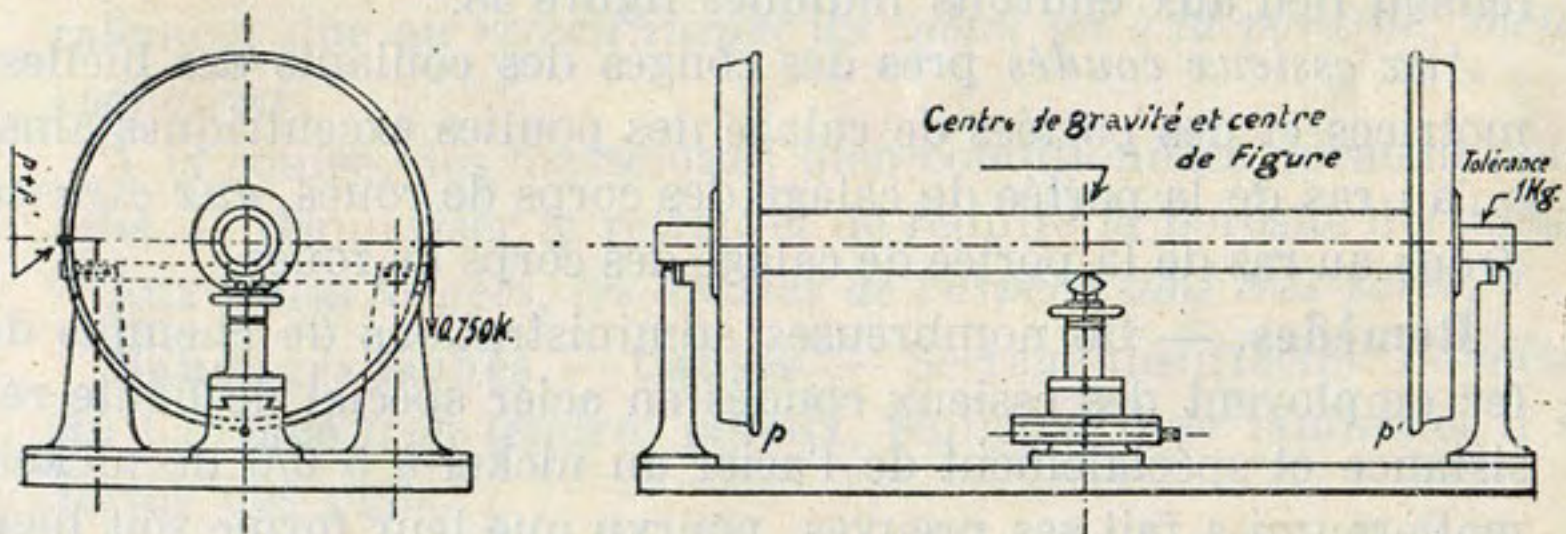


Fig. 47.

Centres de roues montés sur essieu Voitures à voyageurs.

L'essieu sera complètement tourné.

Les bandages seront tournés sur toutes leurs faces aux dimensions indiquées aux plans.

Les centres des roues doivent être montés sur l'essieu de façon

que leurs balourds respectifs se trouvent dans un même plan passant par l'axe et d'un même côté de cet axe de manière qu'ils s'ajoutent (FIG. 47). La somme de ces balourds ne pourra dépasser 0,750 kg. Le centre de gravité de tout le système devra se confondre avec le centre de figure, c'est-à-dire que le train de roues étant suspendu par le milieu de l'essieu, l'axe de ce dernier devra rester en équilibre dans une position horizontale. Toutefois, il est admis comme tolérance que la position d'équilibre pourra être établie lors de la réception, au moyen d'un poids suspendu au milieu de la fusée. Ce poids ne pourra dépasser un kg. Les conditions d'équilibre imposées pour les paires de roues dépourvues de leurs bandages, doivent être remplies également lorsque les trains de roues sont munis de leurs bandages. Toutes les paires de roues fournies équilibrées qui entreront désormais dans les ateliers pour rebandageage, devront être vérifiées à nouveau et rigoureusement d'après ces dernières instructions.

Avaries les plus fréquentes aux trains de roues. Les causes et les remèdes.

Essieu plié. — **Les causes.** — Déformations permanentes provoquées par des chocs non amortis.

Essieu fissuré. — **Causes.** — Les charges supportées par les essieux, l'action des bielles, les chocs, etc., provoquent des flexions, des torsions aux endroits de fissuration. (FIG. 48.)

Ruptures d'essieux. — Les ruptures d'essieux ont généralement lieu aux endroits indiqués figure 48.

Aux essieux coudés près des congés des coulants des bielles-motrices et des portées de calage des poulies excentriques ainsi qu'au ras de la portée de calage des corps de roues, *aux essieux droits* au ras de la portée de calage des corps de roues.

Remèdes. — De nombreuses administrations de chemins de fer employent des essieux coudés en acier spécial de haute résistance et spécialement de l'acier au nickel à 5 0/0 de nickel, matière qui a fait ses preuves, pourvu que leur forme soit bien appropriée.

Pour les essieux droits on n'emploie l'acier spécial que dans certains cas particuliers.

Evider les coudes des essieux coudés suivant figure 49. L'évidement pratiqué sur des essieux fissurés en a prolongé sensiblement la durée.

Le congé C, de la portée de calage (FIG. 50) ne sera jamais remplacé par un angle vif qui serait la cause de bris.

Rupture des boutons de manivelles (fissures). — Causes. — Le pivotage de la *hl* notamment lorsque l'équarissage des manivelles d'accouplement n'est pas juste.

Décalage des manivelles d'accouplement. — Cause. — Pression de calage insuffisante. La cale mal ajustée ne remplissant pas entièrement la rainure. Pivotement de la *hl*.

Décalage de centres de roues. — Causes. — Pression de calage insuffisante, portée de calage mal ajustée. Effets anormaux à la jante par suite de déraillement ou autres causes.

Rais de corps de roues fissurés. — Causes. — Défaut de fabrication. Aux corps de roues en acier coulé, l'avarie est géné-

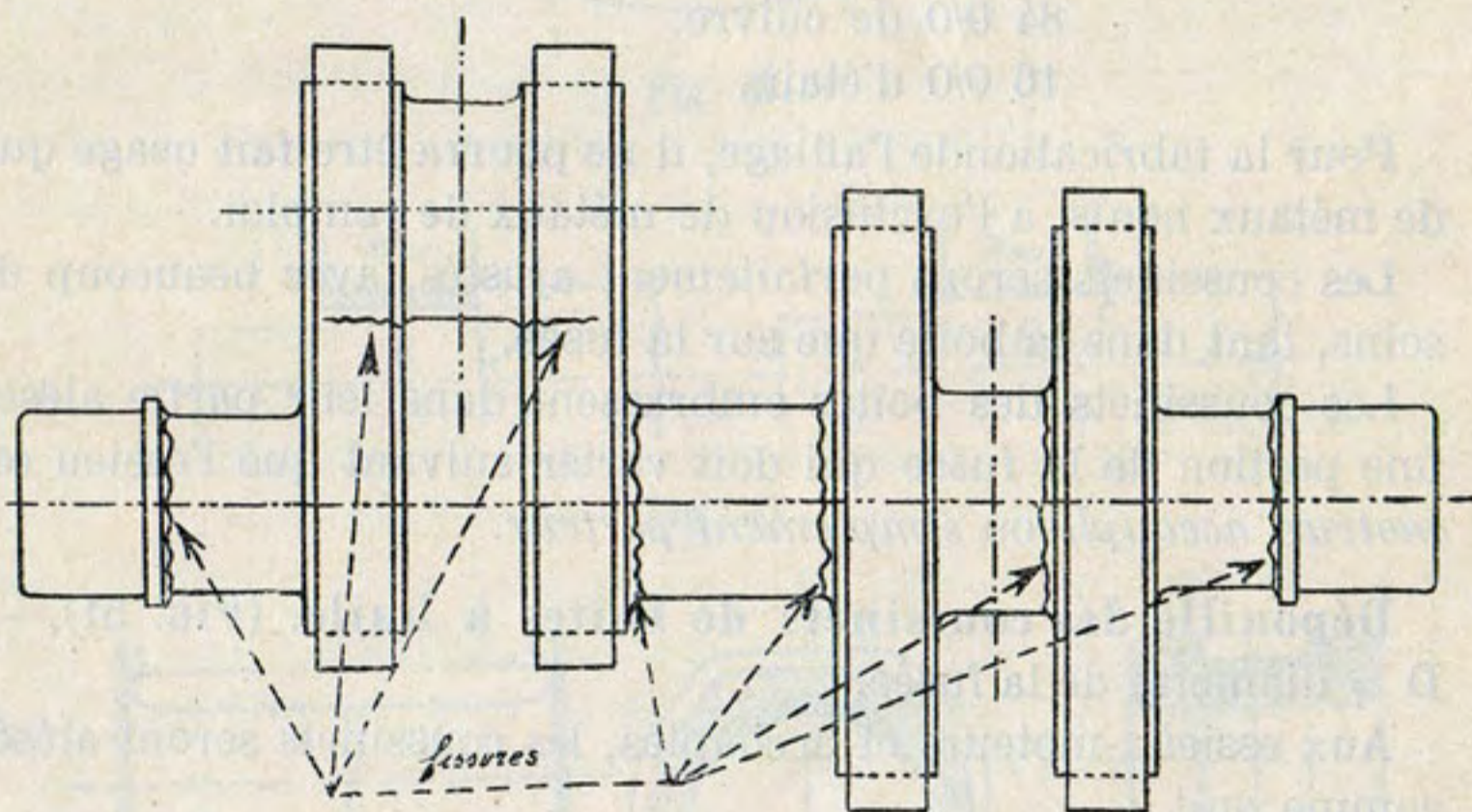


Fig. 48.

ralement due au *retrait inégal du métal* ou à la *porosité; métal spongieux*.

A la coulée, des masselottes bien conditionnées auraient pour effet de régulariser le retrait et de réduire la porosité du métal.

Aux roues *forgées*, les *avaries de l'espèce* sont très rares.

Bandages lâchés. — Causes. — Serrage insuffisant. Le métal du bandage trop tendre, poreux, pailleux, il se lamine et il se forme des plats.

Lors d'un freinage trop énergique, le bandage s'échauffe, il se dilate et son serrage se réduit.

Bandages brisés. — Causes. — Serrage exagéré, le métal du bandage trop dur, celui-ci tend à se rompre par les grands froids.

Bouffetés des bandages usés à couteau. — Causes. — Défaut de parallélisme et de perpendicularité d'essieux. Différence dans le diamètre des roues, *hl* roulant, sans virer dans les mêmes courbes.

Boîtes à huile.

Les boîtes à huile et les guides de boîtes à huile sont fabriqués en acier coulé généralement. L'acier coulé devra présenter une résistance minimum de 40 kg. par m^2 à la traction et un allongement de 15 0/0 au moins, déterminé sur 200 m/m. Lorsque l'allongement ne pourra être déterminé que sur 100 m/m, il devra être de 18 0/0 au moins. Toutes les pièces en acier coulé devront être parfaitement recuites au four.

Boîtes à huile en bronze pour *hl*. — Le bronze devra présenter la composition suivante :

84 0/0 de cuivre.

16 0/0 d'étain.

Pour la fabrication de l'alliage, il ne pourra être fait usage que de métaux neufs, à l'exclusion de métaux de remploi.

Les coussinets seront parfaitement ajustés, avec beaucoup de soins, tant dans la boîte que sur la fusée.

Les coussinets des boîtes embrassent dans leur partie alésée une portion de la fusée qui doit varier suivant que l'essieu est *moteur, accouplé* ou *simplement porteur*.

Dépouille des coussinets de boîtes à huile. (FIG. 51). —
D = diamètre de la fusée.

Aux essieux-moteurs et accouplés, les coussinets seront alésés comme suit :

D du coussinet = D de la fusée. (FIG. 51).

La pression par unité de surface exercée sur la fusée, sera réduite à son minimum.

Les congés seront fortement dépouillés afin de ne jamais porter en *a* et *b* du *coulant*.

La longueur du coussinet sera de 2 m/m au moins inférieure à la côte *c, d*. Les coussinets de boîtes à huile sont soumis à deux efforts, celui qui résulte du poids de la *hl* et celui qui est dû à l'action de la vapeur, de la force vive des organes du mouvement et de la force centrifuge.

Le premier effort s'exerce principalement sur la partie supérieure du coussinet et le second, sur les parties latérales du coussinet, or la valeur de ce dernier effort est souvent supérieure en marche sous-vapeur, au premier.

Si les portées latérales du coussinet ne sont pas grandes et dures, elles s'usent très vite et le jeu ainsi produit, donne lieu à des chocs qui fatiguent les coussinets et provoquent des échauffements. C'est pour cette raison, qu'aux *hl* type récent de forte

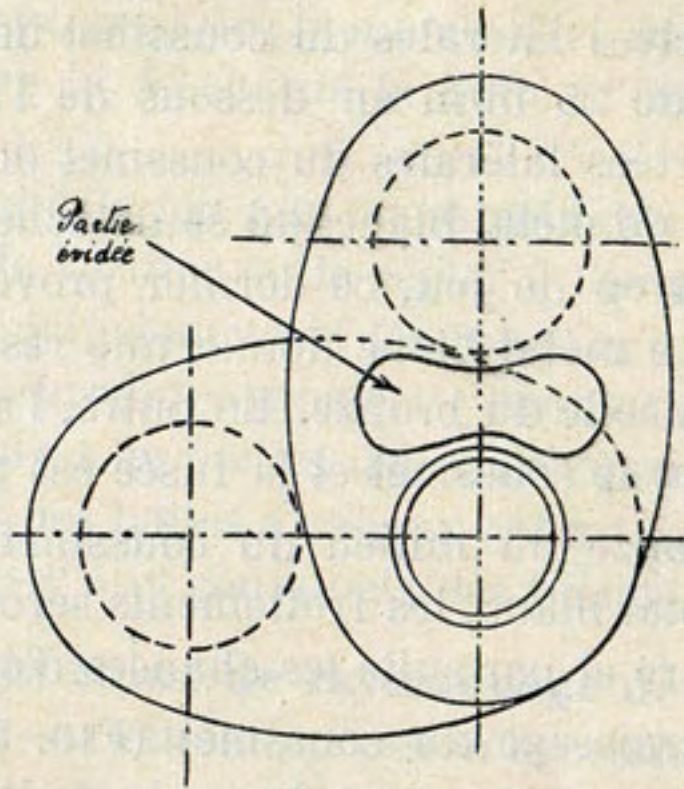


Fig. 49.

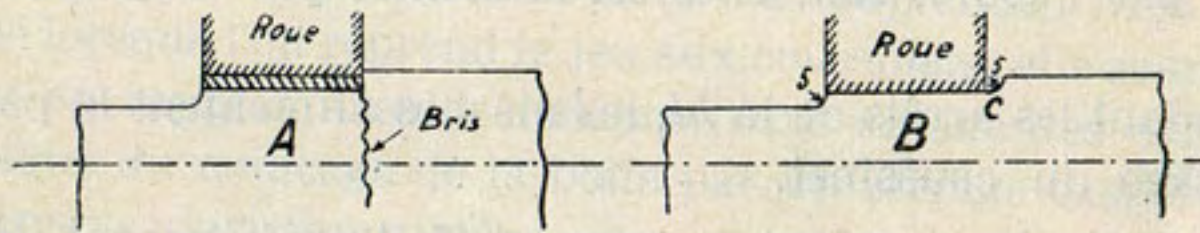


Fig. 50

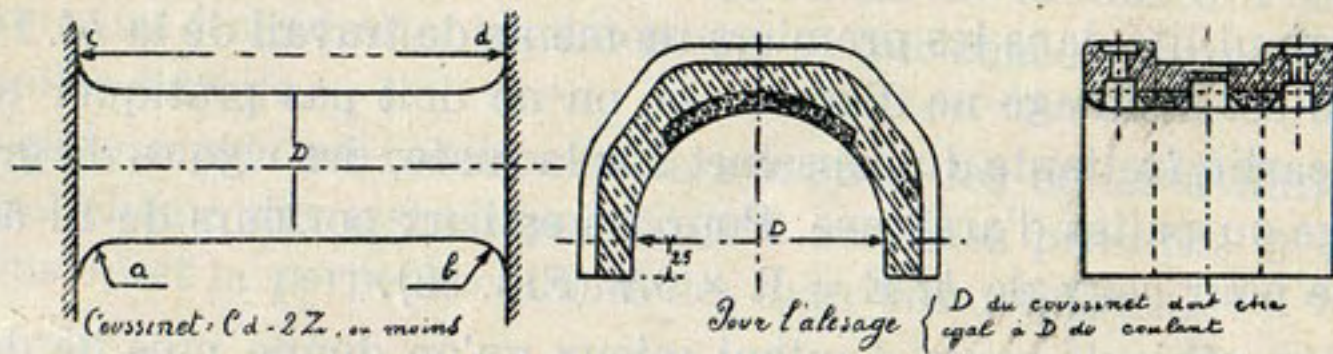


Fig. 51.

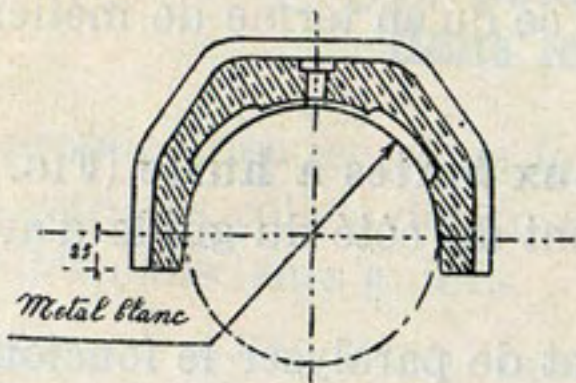


Fig. 52.

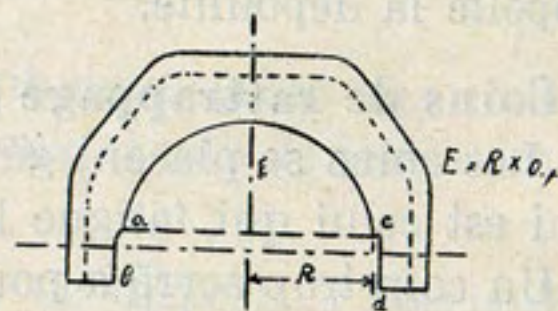


Fig. 53.

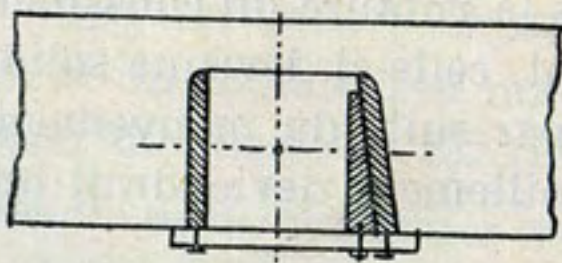


Fig 54.

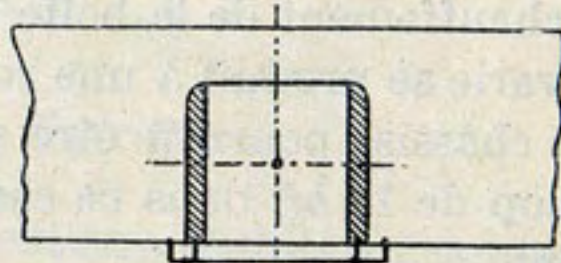


Fig. 55.

puissance, les portées latérales du coussinet des susdits essieux sont prolongées de 25 m/m en dessous de l'axe de la fusée, (FIG. 51). Ces portées latérales du coussinet doivent être dures, donc non garnies de métal blanc qui se détache par les chocs, le coussinet prend trop de jeu, ce dernier provoque les inconvénients précités. Le métal blanc donne une résistance au frottement inférieure à celle du bronze. En outre, l'accord parfait qui doit s'établir entre le coussinet et la fusée est plus vite établi.

La côte en bronze du milieu du coussinet (FIG. 52) étant noyée dans le métal blanc, les frottements seront diminués dans une grande mesure et par suite les chances d'échauffements

La poche de graissage du coussinet (FIG. 52) a une grande importance en ce qui concerne les causes des échauffements. Cette poche doit être creusée de façon qu'elle ne puisse disparaître par l'usure, etc., elle est alimentée par trois mèches en laine.

Pendant les arrêts de la *hl*, les mèches alimentent la poche de graissage du coussinet.

La portée du coussinet en ce point, fait parfaitement joint sur la fusée.

La poche de graissage constitue donc un réservoir d'huile qui a son utilité dans les premiers moments de travail de la *hl*. Pour que cet avantage ne disparaisse, on ne doit pas pratiquer dans la partie frottante du coussinet sur la fusée, des rigoles de graissage ou pattes d'araignée. Pour les essieux porteurs de *hl* ainsi que pour ceux de *ht* $E = R \times 0.7$ (FIG. 53).

Un véhicule roule d'autant mieux qu'on donne plus de dégagement aux coussinets.

Les parties *a*, *b*, *c*, *d*, constituent ce qu'en terme de métier on appelle la dépouille.

Coins de rattrapage de jeu aux boîtes à huile (FIG. 54).

— Les coins se placent généralement du côté du guide d'avant, qui est celui qui fatigue le plus.

Un coin trop serré a pour résultat de paralyser le fonctionnement de la boîte et le jeu du ressort de suspension, et par suite occasionner des chocs, le grippement des guides de la boîte, l'échauffement de la boîte et parfois la rupture du coussinet. Si l'avarie se produit à une roue d'avant, celle-ci devenue solidaire du châssis, pourrait être soulevée par suite du mouvement de galop de la *hl*; dans ce cas, un déraillement deviendrait imminent.

Un espace trop faible entre le dessous de la boîte à huile et la

sous-garde, pourrait produire le même effet, et la même insuffisance de jeu entre le dessus de la boîte et le longeron ferait talonner la *hl*.

Quand on reprend le jeu aux coussinets des bielles couplées, il est nécessaire de vérifier et de régler à l'avance les coins des boîtes à huile, principalement si les roues accouplées sont freinées, il pourrait se produire sans cette précaution, des échauffements et des ruptures de bielles d'accouplement.

Si les coussinets des boîtes d'essieux ont un certain jeu, il sera bon aussi d'en laisser aux coussinets des bielles d'accouplement.

Suppression des coins de rattrappage de jeu aux boîtes à huile (FIG. 55). — Cette suppression a conduit au remplacement des coussinets en deux pièces des bielles d'accouplement par de simples bagues (coussinets ronds).

De la sorte, la longueur des bielles d'accouplement n'est plus modifiée lorsque l'on reprend le jeu aux coussinets, elle se trouve toujours en rapport avec la distance d'axe en axe des essieux.

Le risque du coinçage de la boîte par un serrage exagéré du coin se trouve ainsi supprimé.

On aura soin aux levages, pour reprendre le jeu des boîtes dans leurs guides de mettre des appliques en bronze dur sur chacune des faces frottantes des boîtes ou sur chacun des guides des boîtes à huile.

De cette façon, on conservera la symétrie des boîtes à huile, le parallélisme des essieux par rapport aux axes primitifs de la suspension et la perpendicularité des axes des cylindres.

Dispositifs employés pour faciliter le passage des *hl* dans les courbes.

En premier lieu, se place le jeu longitudinal laissé aux coussinets entre les collets des fusées d'essieux et puis le jeu latéral des boîtes dans leurs guides.

EXEMPLE. — *Hl* T 23, non munies de dispositifs spéciaux (loco. 0-8-0).

Longueur du coulant 240 m/m	}	roues n ^{os} 1, 2, 3.
Longueur du coussinet 238 m/m		
Longueur du coulant 240 m/m	}	roue d'arrière.
Longueur du coussinet 232 m/m		

La longueur de ce dernier coussinet peut être réduite à 228 m/m
Le jeu transversal des boîtes dans les guides est de 2 m/m.

Amincissement des bourrelets des bandages des essieux du milieu compris entre deux essieux parallèles à position rigide.

Le coussinet de la boîte rayonnante (FIG. 56) d'un train porteur d'avant, est rendu mobile dans la boîte au moyen de surfaces convexes.

Il ne faut pas que les essieux puissent se déplacer avec trop de facilité, sans cela les *hl* éprouveraient aux grandes vitesses et en alignement droit des oscillations dangereuses pour elle-même et pour la voie.

Les plans inclinés (FIG. 56) sont appliqués sur les boîtes à huile dans le but de proportionner le déplacement latéral de l'essieu d'avant aux pressions variables exercées par les bourrelets des bandages contre les rails et d'assurer la stabilité de la *hl*.

Ces plans qui sont doubles, se placent entre le dos des coussinets et le corps de la boîte, ou bien entre la boîte et la colonne d'appui.

Lorsque la *hl* roule en ligne droite, l'essieu est maintenu dans sa position moyenne par l'action des doubles plans inclinés, si elle s'engage dans une courbe, le bourrelet de la roue circulant sur le grand rayon vient frapper le rail; sous l'action de ce choc, l'essieu se déplace, entraînant avec lui le coussinet et le plan inférieur en soulevant le ressort de suspension. Lorsque la *hl* revient en alignement droit, l'action du poids de la *hl* sur les plans inclinés fait revenir le plan inférieur, le coussinet et l'essieu, dans leur position moyenne et cet essieu ne peut se déplacer de nouveau que sous l'influence d'une réaction de la voie assez considérable.

Les coussinets entraînés par l'essieu, ne pouvant se déplacer qu'en soulevant les ressorts, on peut modifier à volonté l'effort nécessaire au déplacement, c'est-à-dire, la mobilité de l'essieu, en modifiant l'inclinaison des plans.

Cette inclinaison doit varier également avec la vitesse à laquelle marche habituellement la *hl* et avec la charge et la position de l'essieu afin de conserver à l'ensemble une stabilité suffisante. Plus cette inclinaison est élevée et plus aussi la charge reposant sur l'essieu est forte, plus l'effort à faire pour obtenir le déplacement de l'essieu doit être grand.

Cet effort varie habituellement entre 1000 et 2000 kg. Ces plans s'emploient avec une inclinaison de 10 à 12 0/0.

Parfois pour un essieu d'arrière peu chargé, l'inclinaison peut atteindre 20 0/0.

Il est très important que les surfaces de frottement des plans

inclinés soient toujours bien graissées; lorsqu'ils viennent à gripper, leur fonctionnement est plus saccadé et il en résulte des efforts importants sur les longerons et en même temps qu'une moins bonne inscription de la *hl*.

Les plans inclinés offrent l'avantage de pouvoir être appliqués indistinctement aux essieux-moteurs ou aux essieux simplement porteurs; ils constituent le dispositif le plus simple pour permettre aux *hl* de circuler sans de trop grandes résistances dans les courbes quand l'essieu ne doit posséder qu'un jeu latéral sans convergence.

Le jeu longitudinal laissé aux essieux n'est pas suffisant pour obtenir une circulation parfaite de la *hl* dans les courbes; il est nécessaire d'y joindre un mouvement de rotation des essieux

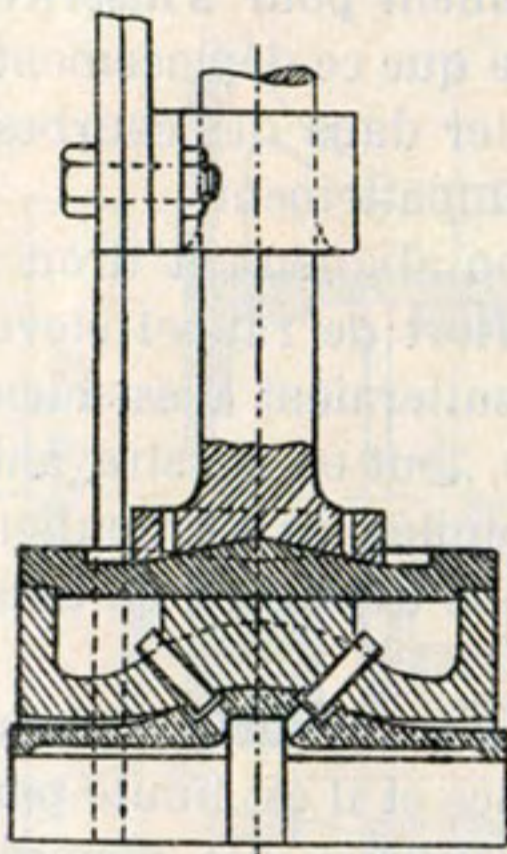


Fig. 56.

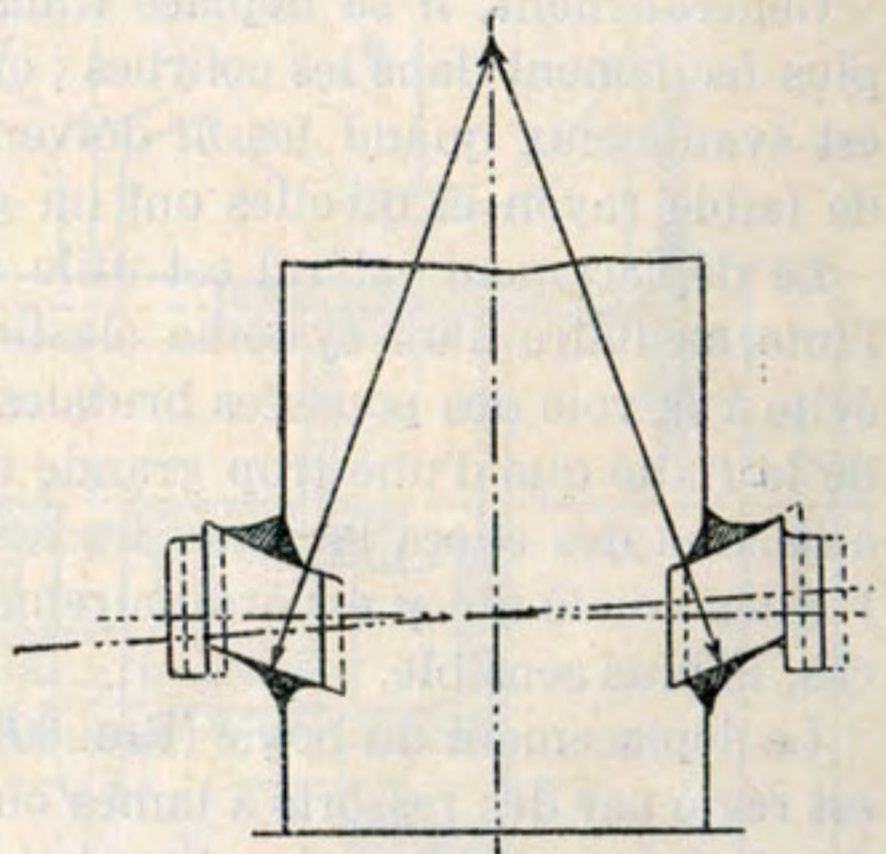


Fig. 57 et 58.

autour de leur milieu, de façon qu'ils puissent être, à chaque instant dirigés vers le centre des courbes. Ce résultat a été obtenu pour les essieux simplement porteurs, par les boîtes radiales et par le bogie et le bissel.

Boîtes radiales (FIG. 57).

Les côtés de la boîte, ainsi que les guides des boîtes à huile sont courbes pour faire converger l'essieu à mesure qu'il se déplace dans le sens de la longueur.

La fusée porte en son milieu une embase ou une partie convexe qui se loge dans une rainure ou dans un creux correspondant du coussinet, et qui sert à entraîner la boîte à huile sous la pression du bourrelet du bandage circulant sur le grand rayon contre le rail correspondant, lors du passage dans les courbes.

L'essieu, entraîné par les boîtes (FIG. 58) vient alors prendre

une direction oblique au châssis et à peu près normale à la courbe, et les roues d'avant s'inscrivent presque sans frottement dans cette courbe.

Le dispositif de rappel (FIG. 59) a pour but de ramener automatiquement le système dans l'axe de la *hl* dès que celle-ci est sortie d'une courbe raide et d'opposer, au déplacement de l'essieu, une résistance élastique.

Bogies

(FIG. 60 et 61)

Le bogie est chargé en son centre de rotation par l'intermédiaire d'une *surface plane* ou *sphérique*.

Généralement, il se déplace transversalement pour s'inscrire plus facilement dans les courbes ; on estime que ce déplacement est avantageux quand les *hl* doivent circuler dans des courbes de faible rayon et qu'elles ont un grand empattement.

Le déplacement latéral est utile même en alignement droit : l'intermédiaire d'un système élastique à effort de rappel élevé évite à la voie des poussées brutales qui résulteraient aussi bien de la fixité que d'une trop grande mobilité, tout en soustrayant à l'action des chocs latéraux les essieux couplés, en particulier l'essieu coudé qui y est ordinairement le plus exposé et, en tous cas, le plus sensible.

Le déplacement du bogie (FIG. 60) à rotation sur surface plane est réglé par des ressorts à lames ou en hélice et il est limité par des butées ; le rappel a lieu par l'intermédiaire des mêmes ressorts.

Le déplacement latéral peut atteindre 35 m/m environ dans chaque sens.

L'axe du pivot déporté un peu en arrière par rapport au milieu de l'axe des roues paraît faciliter l'inscription du bogie dans les courbes ; le pivotement du bogie dans les cas accidentels est limité au moyen de butées.

Le bogie (FIG. 61) est chargé en son point de rotation par l'intermédiaire d'un pivot sphérique. Le déplacement latéral autorisé dans chaque sens est de 55 m/m environ. Le rappel est produit par la gravité à l'aide de menottes inclinées, articulées à leur partie supérieure à la traverse dansante du bogie et à leur partie inférieure à la crapaudine.

Ce système de rappel, simple, peu coûteux d'établissement et d'entretien, présente l'avantage d'être d'un fonctionnement toujours certain.

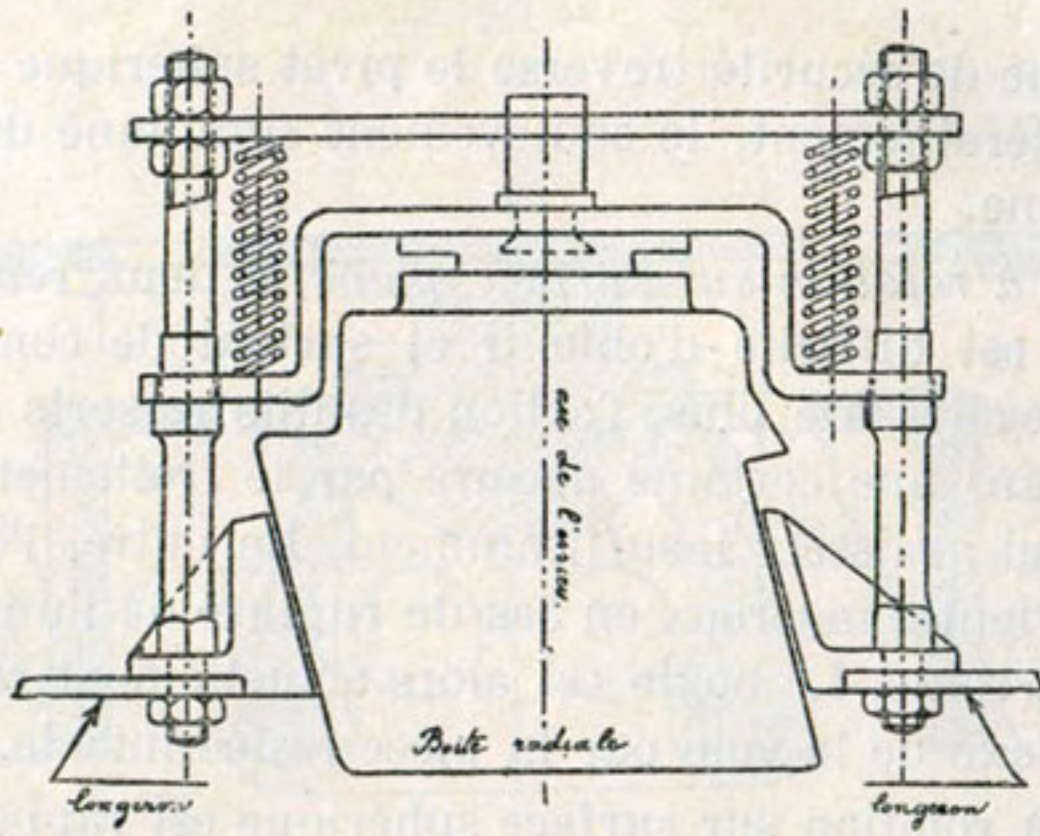


Fig. 59.

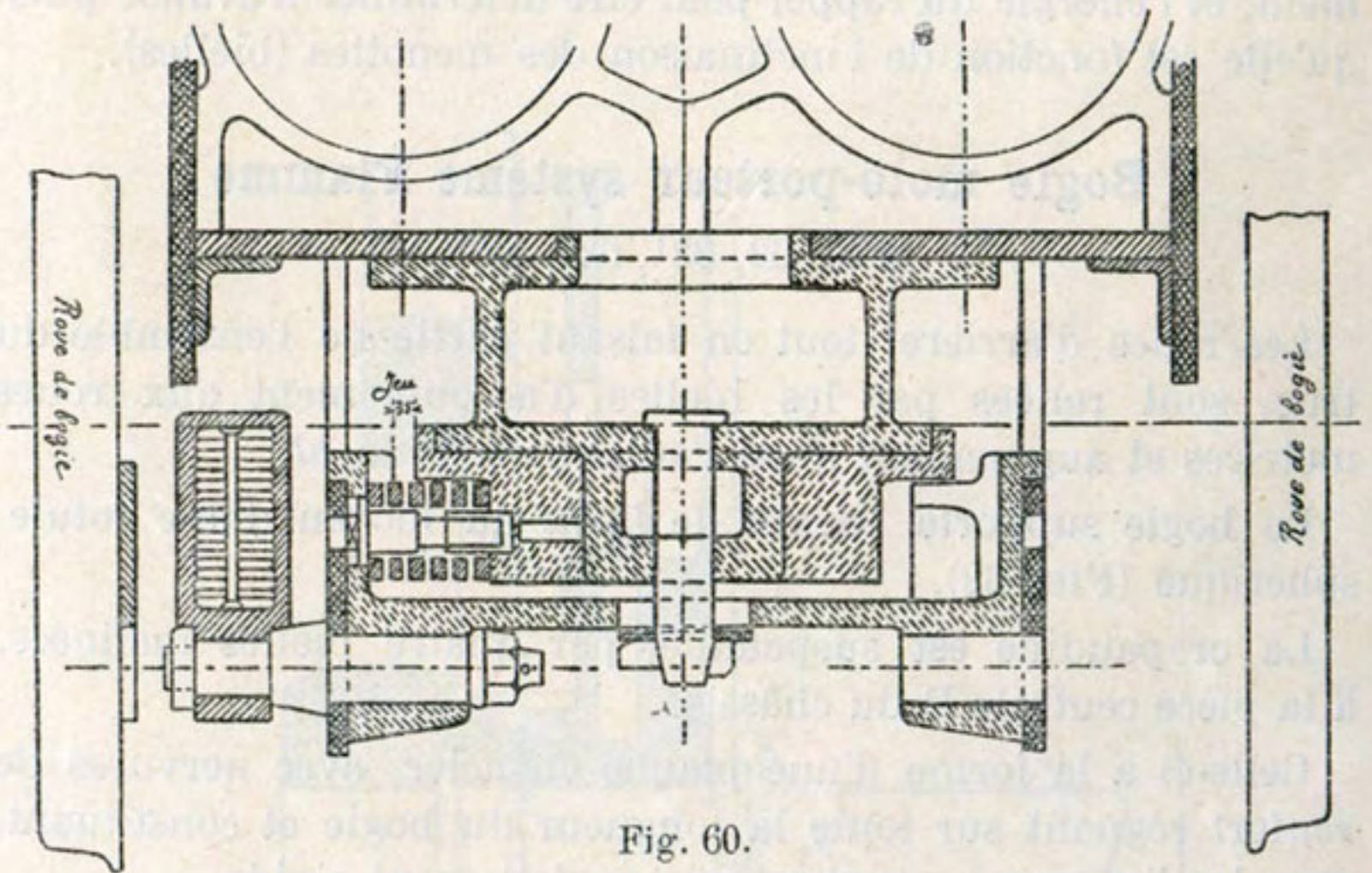


Fig. 60.

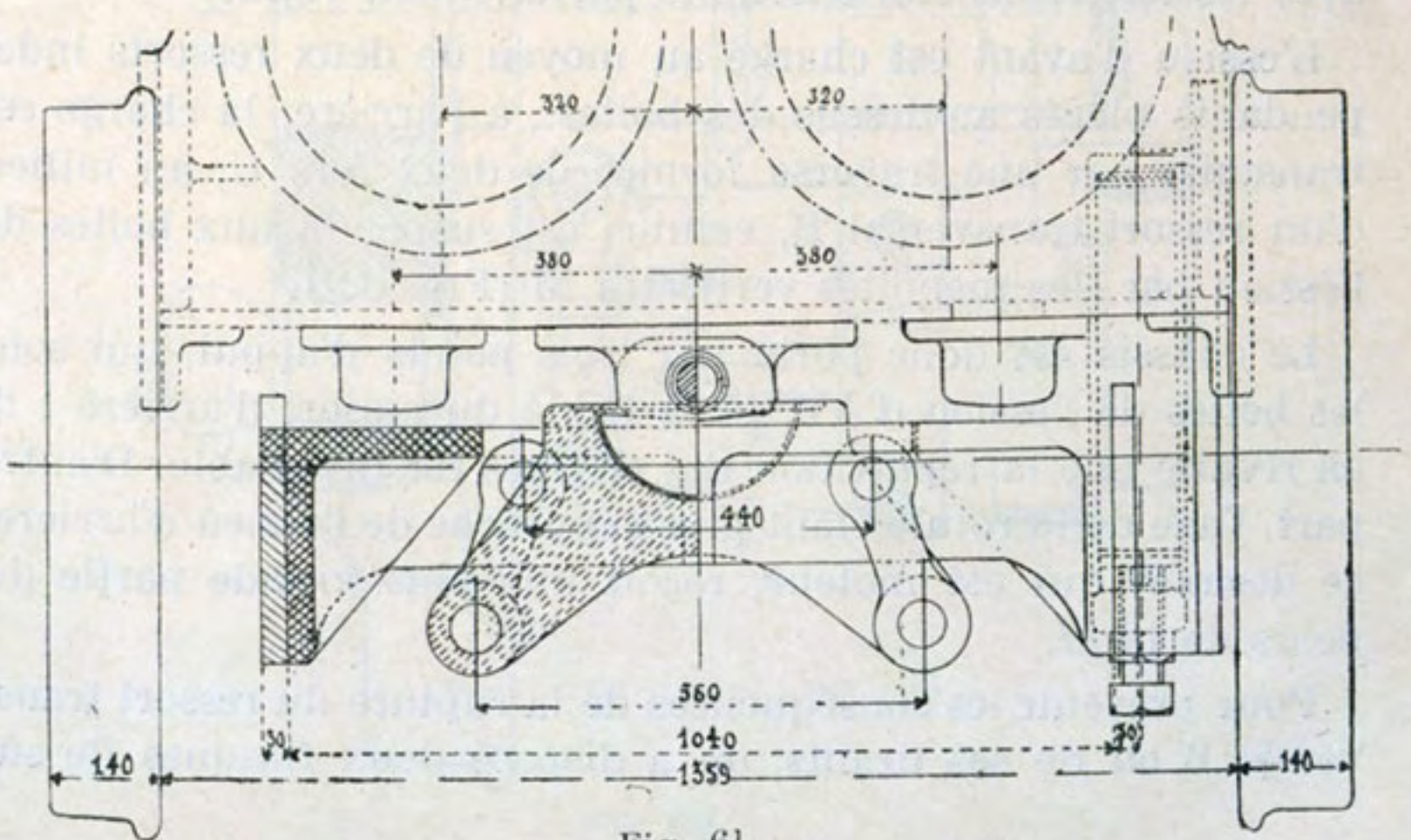


Fig. 61.

Une broche de sécurité traverse le pivot sphérique et permet, en cas de déraillement, le soulèvement simultané du bogie et de la machine.

Au bogie à rotation sur surface plane, à deux ressorts antagonistes, il est difficile d'obtenir et surtout de conserver des flexibilités égales. De plus, l'action des dits ressorts est parfois paralysée dans une certaine mesure par le frottement des surfaces d'appui graissées insuffisamment. En outre, l'emploi des ressorts devient dangereux en cas de rupture de l'un de ceux-ci en cours de route. Le bogie est alors actuellement repoussé en dehors de l'axe de la voie par la pièce restée intacte.

Le bogie à rotation sur surface sphérique est rappelé dans sa position moyenne avec une force proportionnelle à son déplacement, et l'énergie du rappel peut être déterminée d'avance puisqu'elle est fonction de l'inclinaison des menottes (bielles).

Bogie moto-porteur système Flamme

(FIG. 62, 62¹, 62², 62³)

Les roues d'arrière, tout en faisant partie de l'ensemble du truc, sont reliées par les bielles d'accouplement aux roues motrices et augmentent ainsi l'adhérence de la *hl*.

Le bogie supporte l'avant de la *hl* au moyen d'une rotule sphérique (FIG. 62).

La crapaudine est suspendue, par quatre bielles inclinées, à la pièce centrale P du châssis.

Celle-ci a la forme d'une plaque en acier, avec nervures de renfort régnant sur toute la longueur du bogie et constituant, avec les longerons, un ensemble parfaitement rigide.

L'essieu d'avant est chargé au moyen de deux ressorts indépendants placés au-dessus des boîtes ; à l'arrière, la charge est transmise par une traverse formée de deux fers U, au milieu d'un ressort transversal B, celui-ci est suspendu aux boîtes de l'essieu par des menottes verticales M (FIG. 62¹).

Le châssis est donc porté par trois points d'appui, qui sont les boîtes de l'essieu d'AV. et la bride du ressort d'arrière ; il en résulte que la répartition des charges est invariable. D'autre part, l'axe de la rotule étant plus rapproché de l'essieu d'arrière, ce dernier, qui est moteur, reçoit une plus grande partie du poids de la *hl*.

Pour prévenir les conséquences de la rupture du ressort transversal B ou de ses tirants, on a disposé deux flasques de sû-

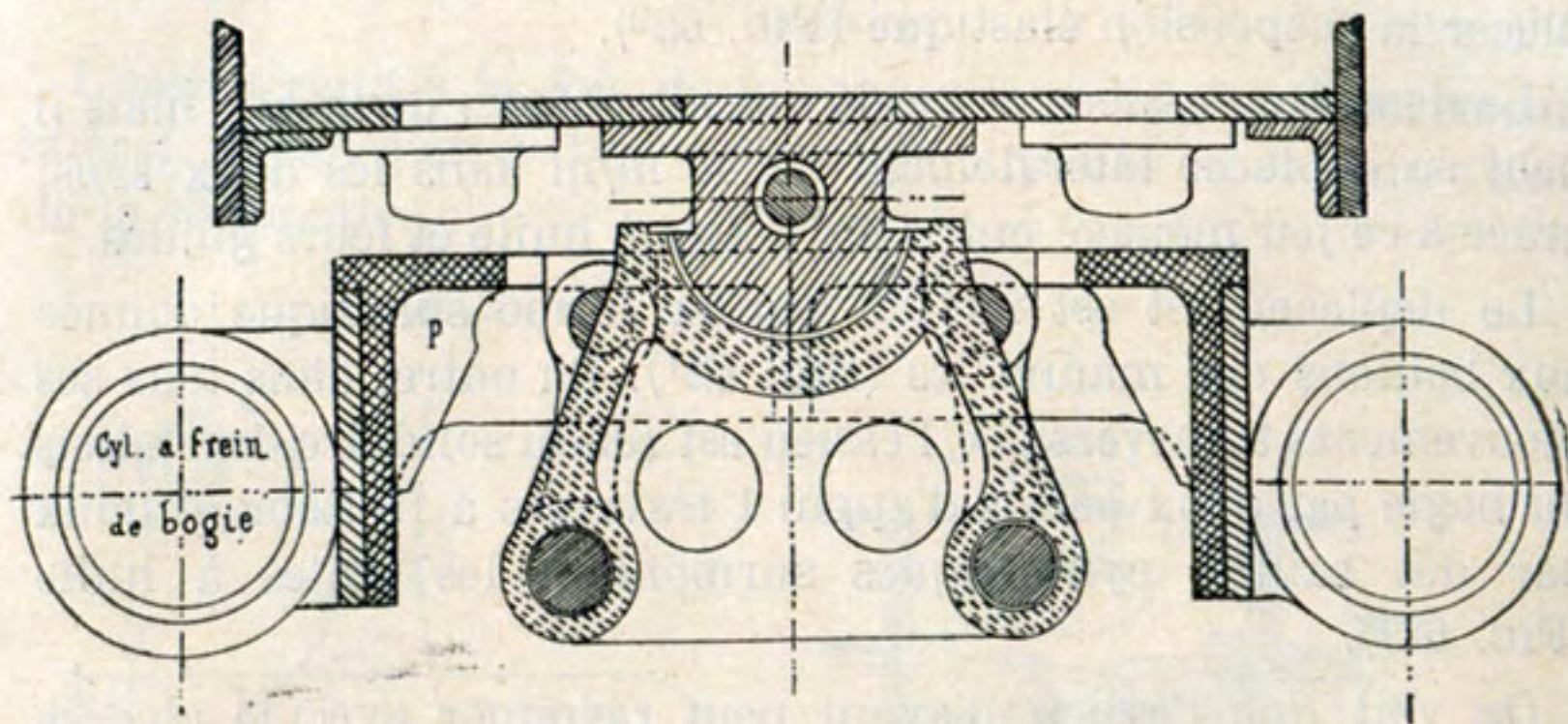


Fig. 62.

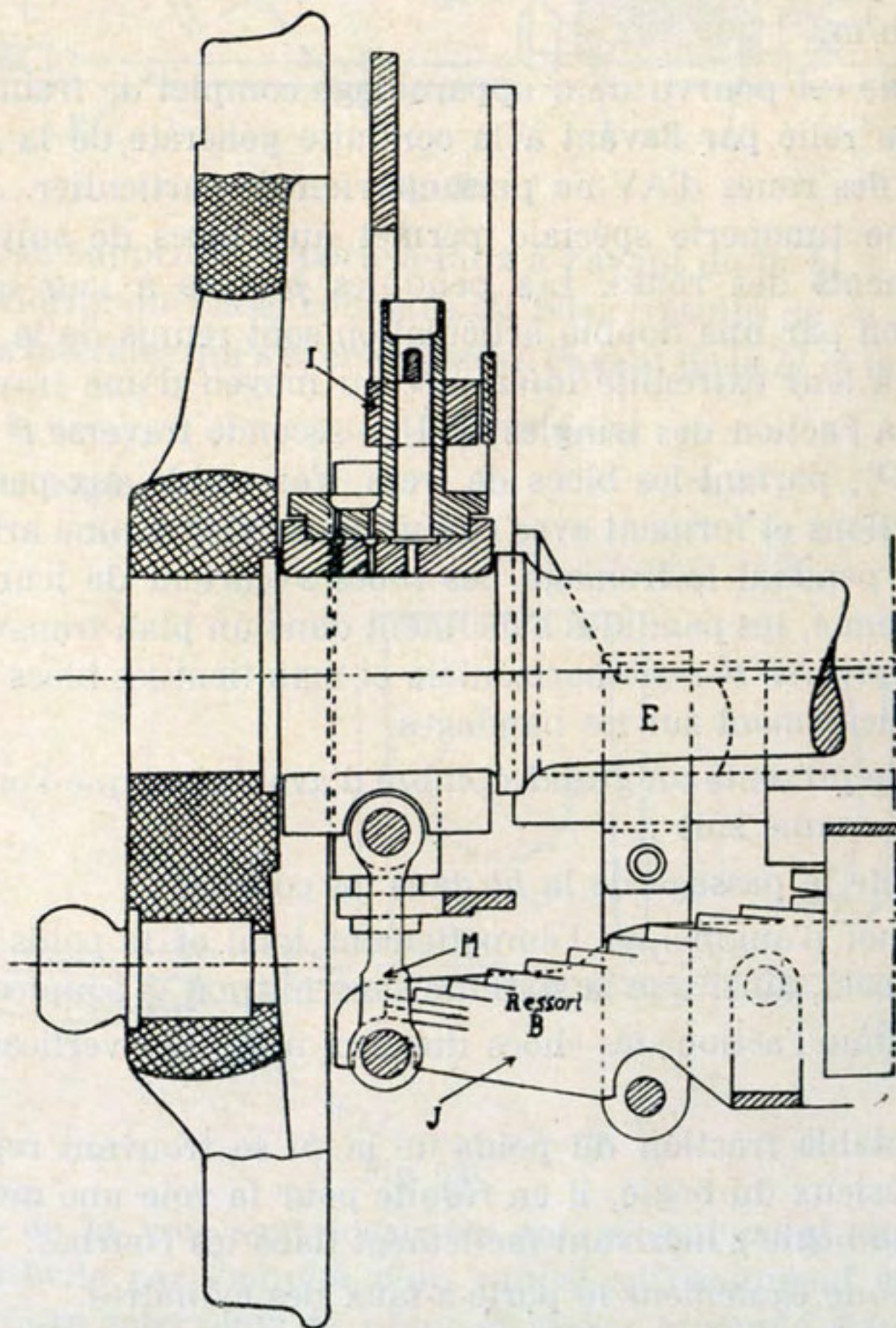


Fig. 621.

reté J et deux tirants de sûreté E pouvant éventuellement remplacer la suspension élastique (FIG. 62²).

Le deuxième essieu est guidé dans le châssis de la *hl* ; mais il peut se déplacer latéralement de 46 m/m dans les deux sens, grâce à ce jeu ménagé entre ses boîtes à huile et leurs guides.

Le déplacement est facilité par la forme sphérique donnée aux boutons des manivelles (FIG. 62¹). En outre, dans tous ses mouvements transversaux, l'essieu est rendu solidaire du châssis du bogie par deux patins d'appui I traversés à frottement doux par des saillies cylindriques surmontant les boîtes à huile (FIG. 62¹).

On voit que l'essieu d'avant peut rayonner avec le châssis autour de l'axe vertical passant par le milieu de l'essieu d'arrière ; cet axe de rotation étant lui-même mobile latéralement. Le plus grand écart autorisé dans chaque sens à l'avant est de 136 m/m.

Le bogie est pourvu d'un appareillage complet de frein Westinghouse relié par l'avant à la conduite générale de la *hl*. Le freinage des roues d'AV ne présente rien de particulier. A l'arrière, une timonerie spéciale permet aux blocs de suivre les déplacements des roues. Les pendules *p* fixés à leur axe de suspension par une double articulation sont réunis de la même manière à leur extrémité inférieure au moyen d'une traverse *t* soumise à l'action des tringles *t*¹. Une seconde traverse *t*² (FIG. 62² et 62³), portant les blocs de frein, s'assemble aux pendules par tourillons et forment avec eux un parallélogramme articulé. Lorsque, pendant le freinage, les roues s'écartent de leur position moyenne, les pendules s'inclinent dans un plan transversal, mais la traverse *t*² reste horizontale et maintient les blocs appliqués verticalement sur les bandages.

Le bogie présente un grand nombre d'avantages, que l'on peut résumer comme suit :

Il facilite le passage de la *hl* dans les courbes ;

Il permet d'augmenter l'empattement total et le poids (donc la puissance), ainsi que la stabilité sans nuire à la souplesse.

Il diminue l'action des chocs dus aux inégalités verticales de la voie.

Une notable fraction du poids de la *hl* se trouvant reportée sur les essieux du bogie, il en résulte pour la voie une moindre fatigue, le bogie s'incrinant facilement dans les courbes.

Il diminue également le porte-à-faux des cylindres.

Train articulé ou bissel à un seul essieu

(FIG. 63.)

L'essieu jouit à la fois de la convergence et du déplacement latéral. Il fait partie d'un petit truck articulé en O dans l'axe de la locomotive.

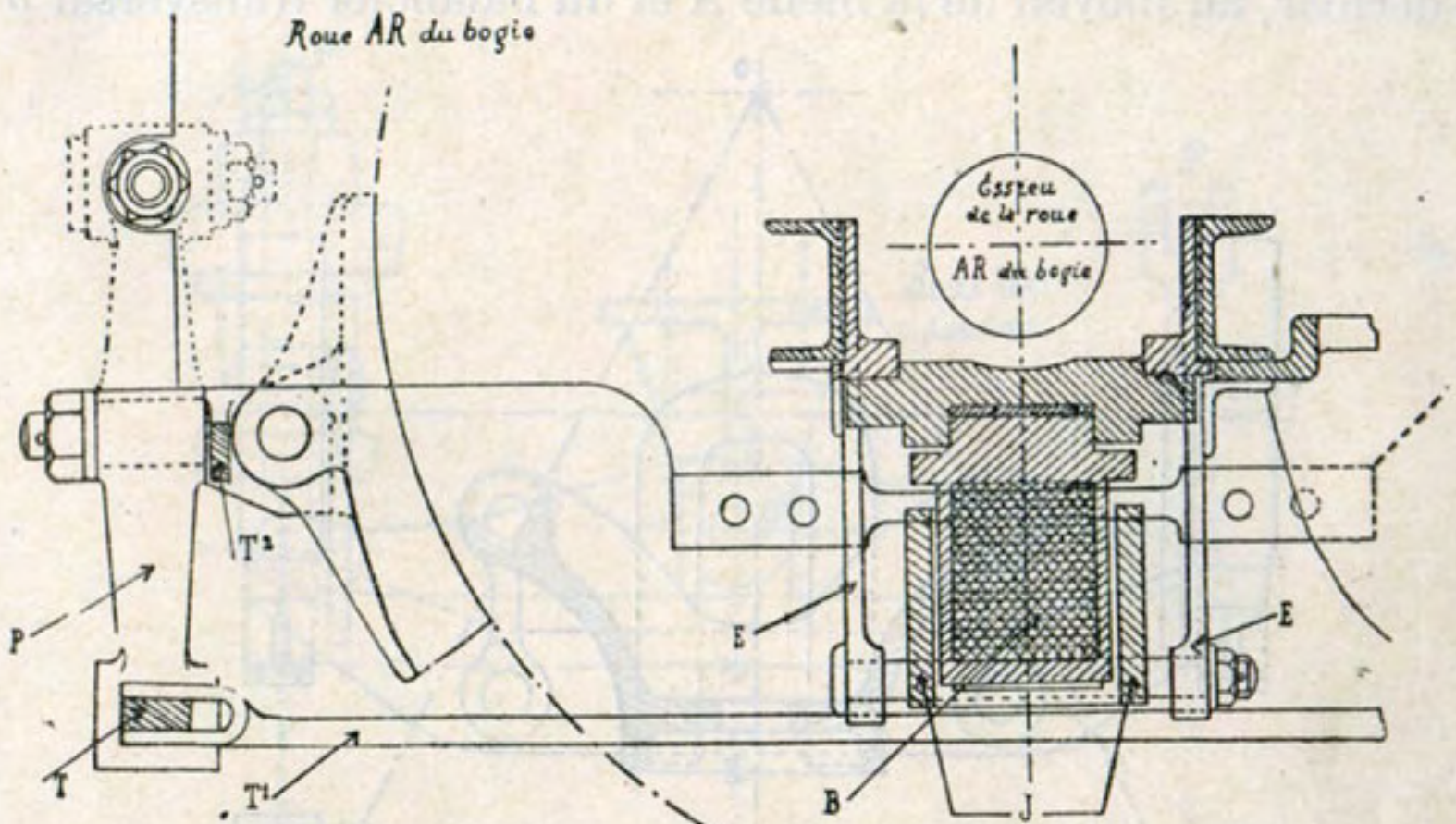


Fig. 622.

Le bissel supprime le porte-à-faux à l'avant de la *hl*.

L'infériorité du bissel comparé au bogie résulte de ce que les réactions latérales qui s'exercent entre l'avant de la *hl* et la super-

Roue AV. du bogie.

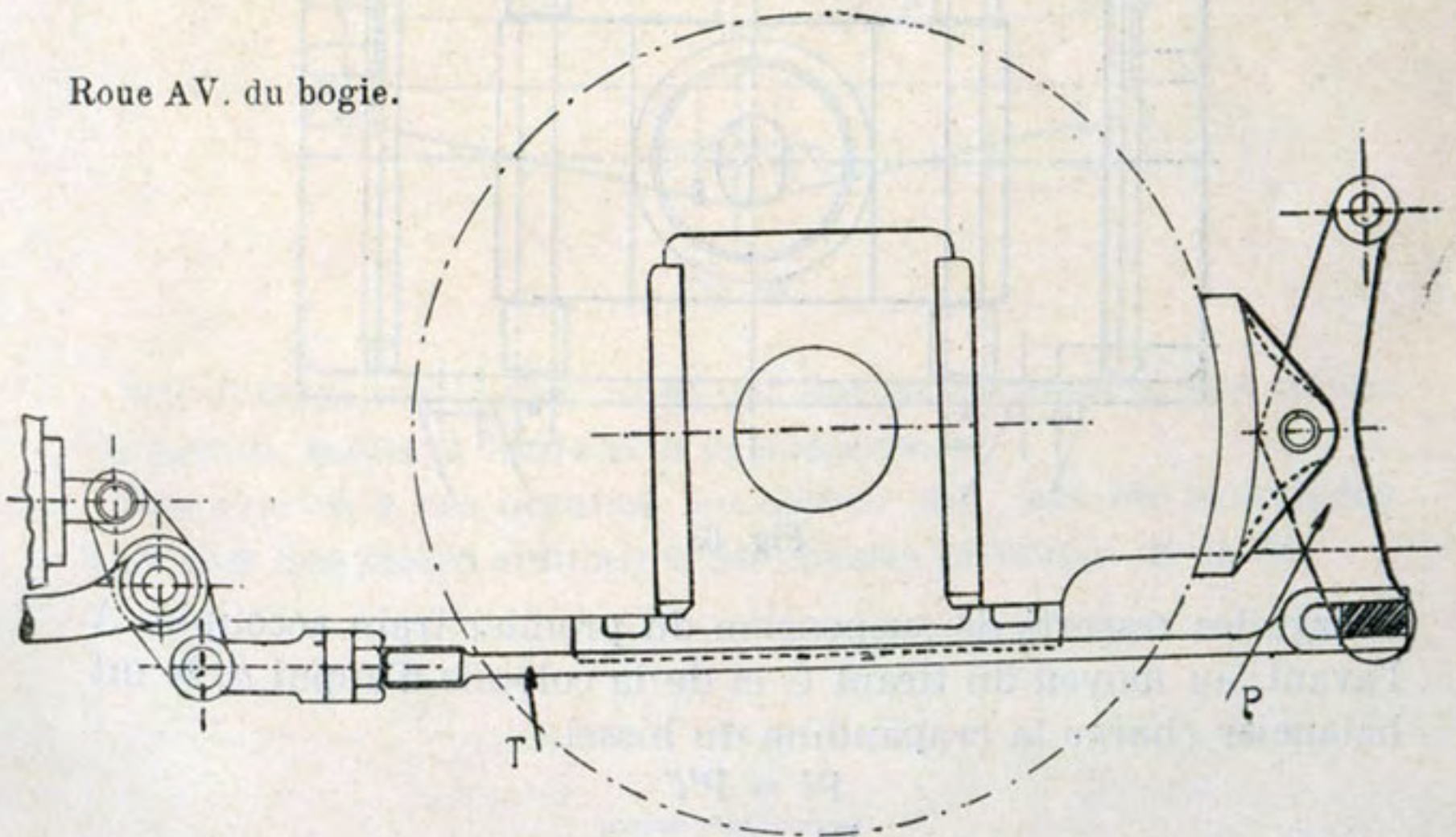


Fig. 623.

structure de la voie sont localisées en un seul point du rail, lorsqu'on évite par l'emploi d'un rappel suffisamment énergique, de faire intervenir le premier essieu accouplé dans ces réactions.

Balancier compensateur des roues d'avant

(FIG. 64.)

Bissel et premier train accouplé

La *hl* repose à l'avant sur l'axe *O'* du balancier compensateur. Ce dernier, au moyen de la bielle *A* et du balancier transversal *b*

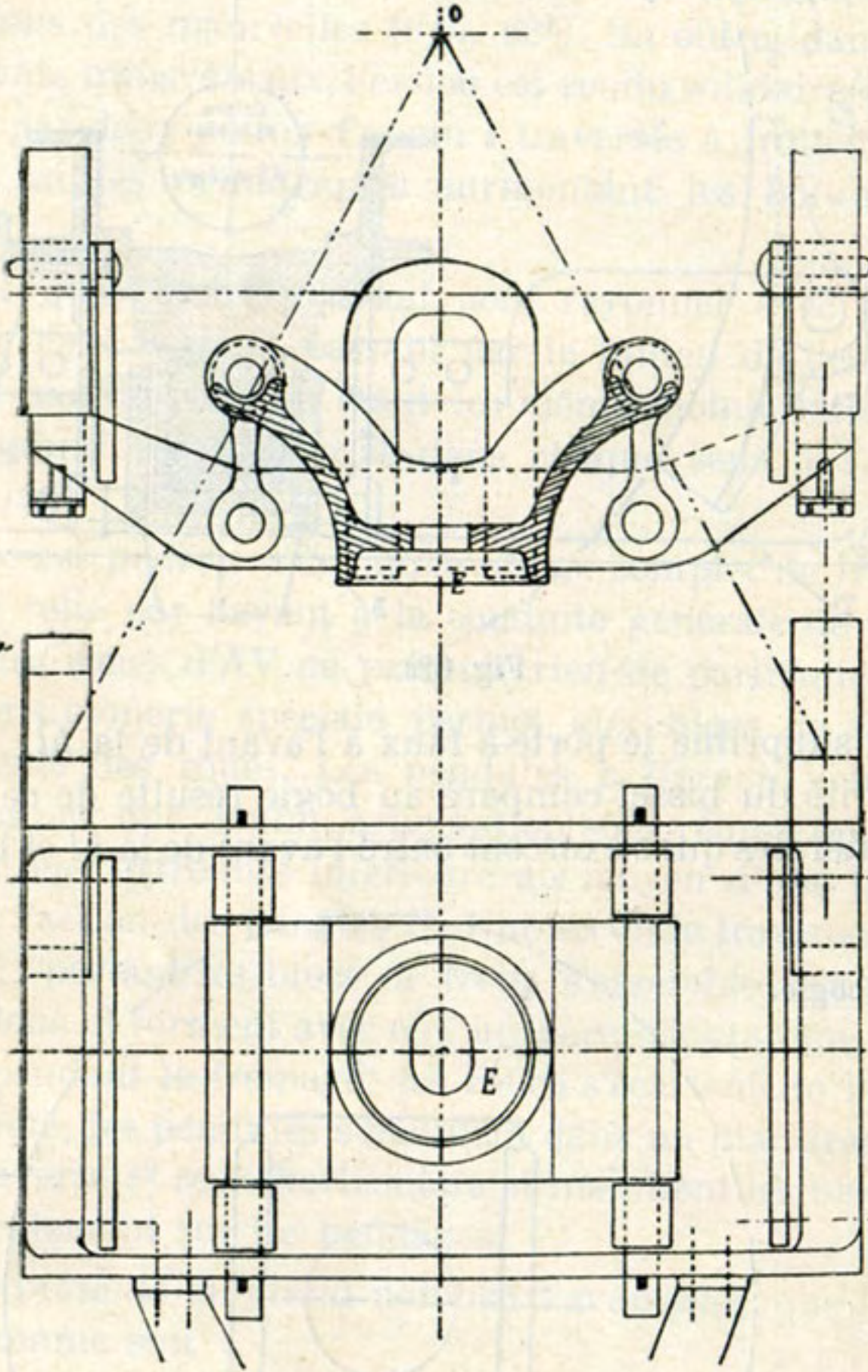


Fig. 63.

charge les ressorts de suspension du premier train accouplé. A l'avant, au moyen du tirant *C* et de la colonne d'appui *d*, le dit balancier charge la crapaudine du bissel.

$$Pl = P'l'$$

$$Pl$$

$$= P'$$

$$l'$$

$$P'l'$$

$$P = \frac{P'l'}{l}$$

$$l$$

La crapaudine est suspendue par quatre bielles (FIG. 63) au châssis, qui charge les boîtes à huile de l'essieu du bissel.

Tout déplacement transversal de l'essieu a pour effet de relever la crapaudine.

Le rappel est produit par la gravité.

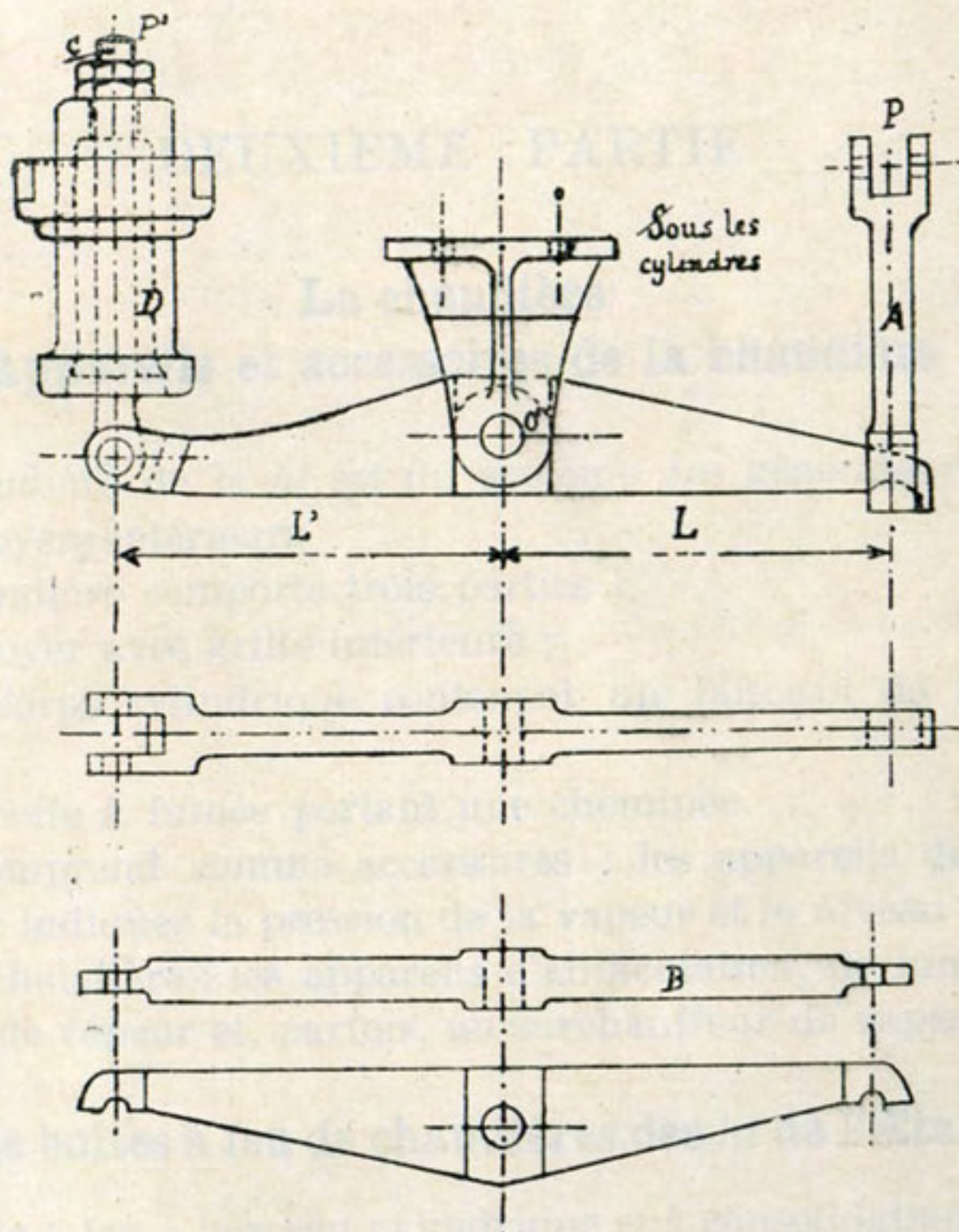


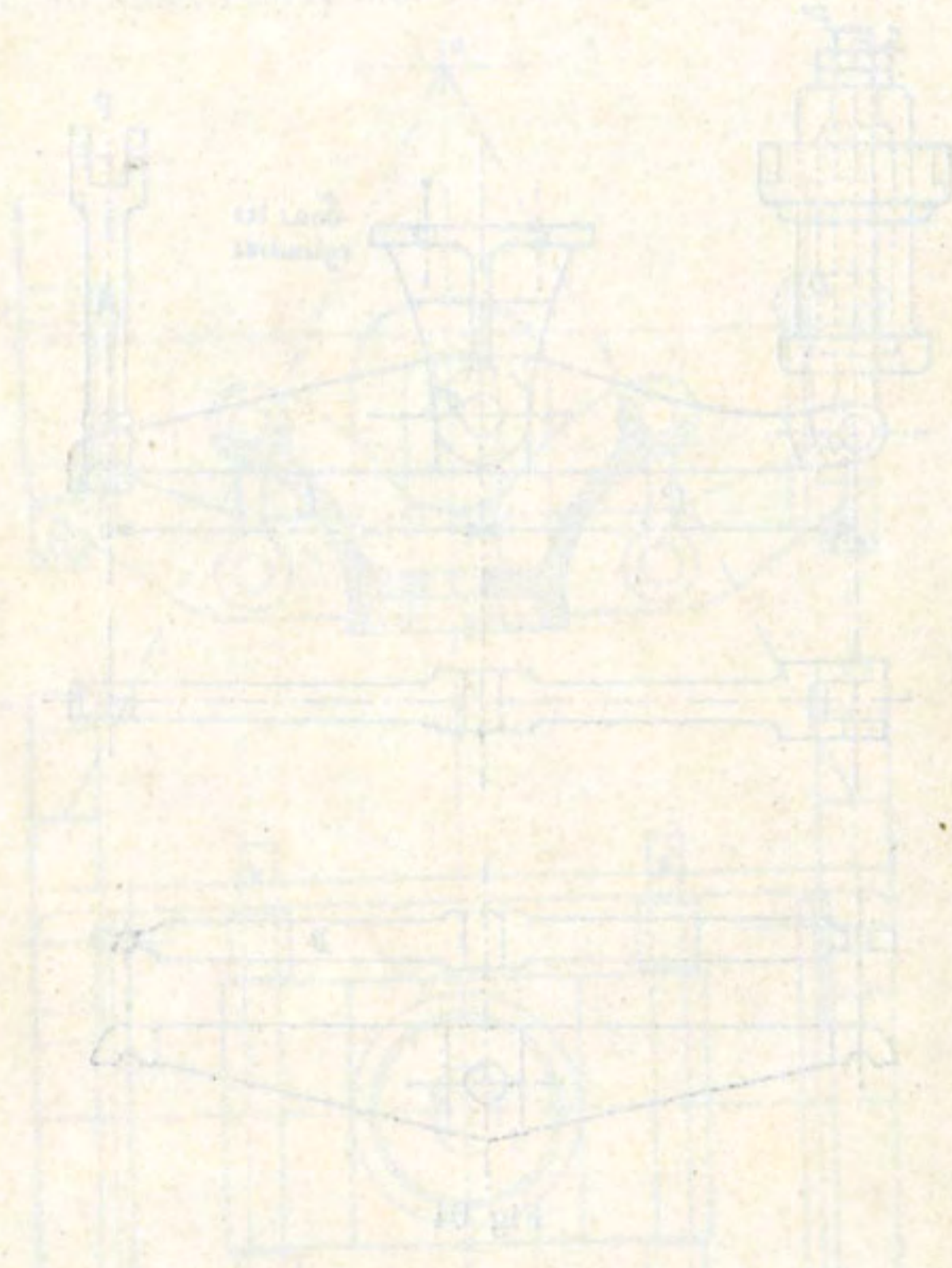
Fig. 64

Les avaries aux bogies de *hl* ont lieu généralement aux roues, longerons, boîtes à huile et à la suspension.

Les avaries à ces organes, les causes, etc., ont été examinées à propos des pièces similaires du châssis principal de la *hl*.



La cravante est suspendue par quatre bittes (Fig. 68) au chassis du navire. Les bittes sont fixées au chassis. Lors d'un déplacement transversal de l'axe, il est possible de régler la cravante dans sa position relative à l'axe. Le réglage est effectué par la cravante.



Les axes aux bittes de la suspension sont tous enroulés sur des bittes à bords et à la suspension. Les axes à ces bittes, les roues, etc., ont été examinés. Il propose des bittes similaires au chassis principal de la M.