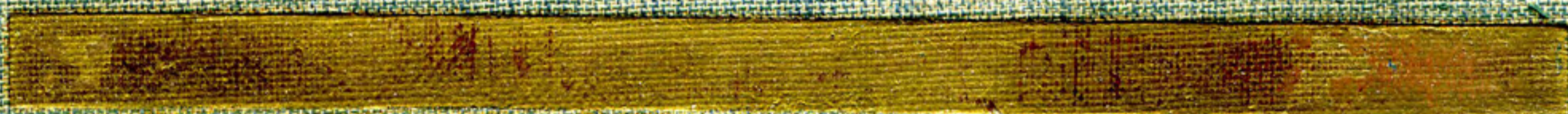


La Locomotiva



RULOT & HENNIG

Exploitation du service de traction des trains.

Cours de l'École Nationale des Chemins de fer

par
Rulot N.,

Ingénieur en chef, Inspecteur de Direction
des Chemins de fer de l'Etat belge,

avec la collaboration

de

Hennig, E., Ingénieur principal,
Chantrel, A., Ingénieur.

A l'usage des ingénieurs, des fonctionnaires et des agents de sur-
veillance des remises.

Traduction et reproduction
interdites.

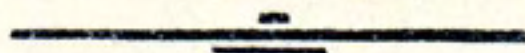
Dédié

à Monsieur

H. Vanderydt,

Administrateur

de la Traction et du Matériel.



II Détail des travaux.

A Le véhicule.

Chassis - Guides de boîtes - Boîtes - Trains de roues - Suspension.
Bielles d'accouplement.

147 Principes de montage. La question du montage des organes du roulement dans le chassis est à la fois la plus délicate et la plus importante, parmi celles que soulève la réparation d'une locomotive.

C'est la question la plus délicate du fait qu'elle traite de la liaison entre deux parties dont l'une entraîne l'autre et qui sont néanmoins en déplacement relatif l'une par rapport à l'autre.

C'est aussi la question la plus importante.

Tout d'abord, si le montage est défectueux, il pourra en résulter non seulement un roulement embarrassé de la locomotive, entraînant un excès de résistance de celle-ci, qui viendra en réduction de sa capacité de traction, et des échauffements aux coussinets de boîtes et de bielles, mais aussi des usures rapides aux organes contribuant aux roulements (usures verticales aux bourrelets de roues, usures latérales anormales aux coussinets de boîtes), une dislocation du chassis, de l'attache des guides de boîtes, voire des ruptures de ces guides et des longerons dans les angles supérieurs des échancrures. Les erreurs commises dans ce domaine sont très difficilement réparables; leur correction exige toujours le levage du chassis.

Dans l'hypothèse de la circulation de la locomotive en alignement droit et en palier, les trains de roues doivent rouler tous, sans glissement ni forçage, parallèlement à l'axe de la voie; pour cela, les roues doivent toujours se trouver dans des plans verticaux parallèles à cet axe; en d'autres termes:

1) les plans des corps de roues doivent être perpendiculaires aux essieux sur lesquels ils sont montés et les deux roues d'un même essieu doivent avoir exactement le même diamètre au cercle de roulement;

2) les essieux doivent être perpendiculaires à l'axe de la machine.

Les liaisons qui doivent exister d'un train de roues à l'autre ne doivent pas créer d'entraves à la liberté de roulement de chacun d'eux; pour cela:

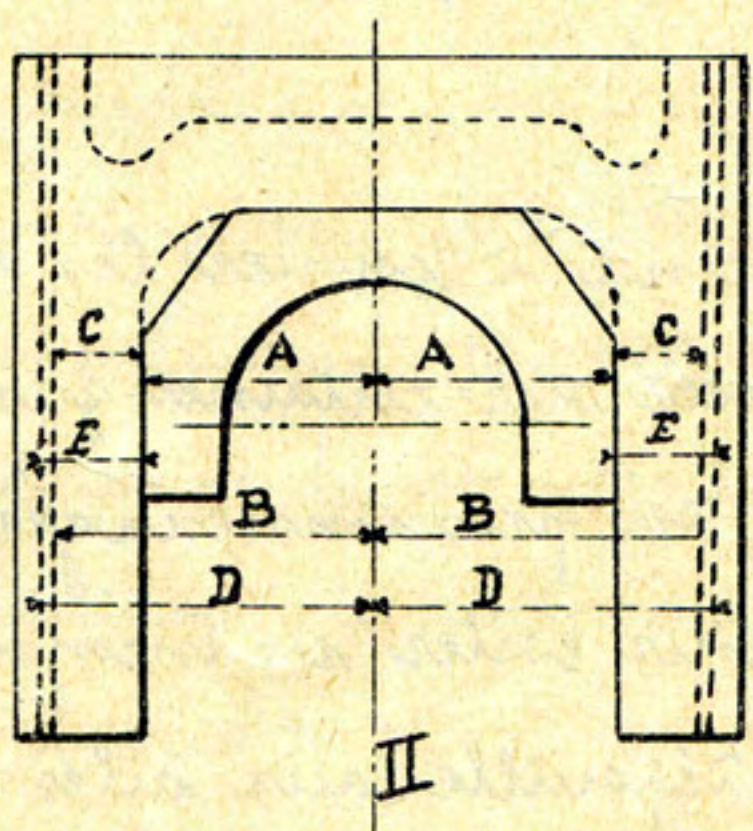
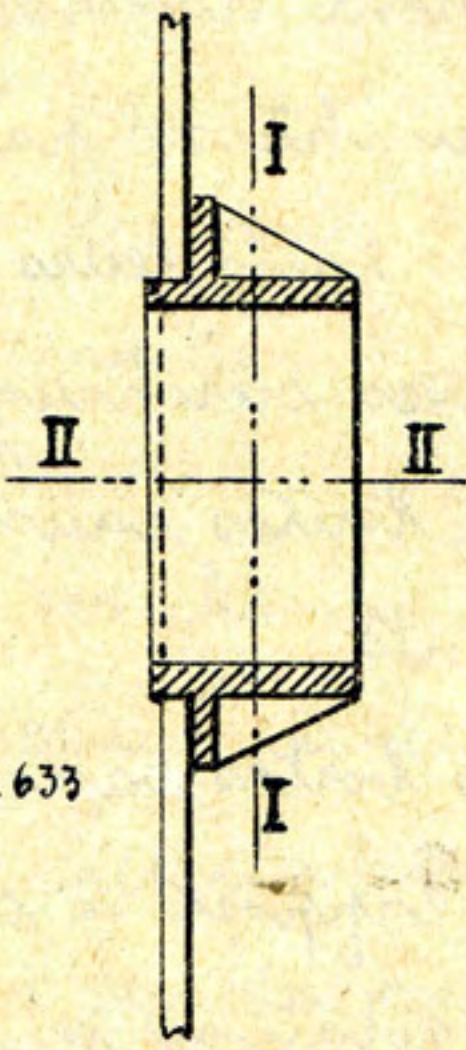
3) les manivelles d'accouplement d'un même côté de la locomotive doivent être parallèles et d'égale longueur;

4) la longueur des bielles d'accouplement doit être exactement la distance d'axe en axe des essieux qu'elles réunissent;

5) les diamètres des cercles de roulement des différents trains de roues accouplés doivent être exactement les mêmes.

Pour assurer la meilleure répartition des pressions sur les fusées et éviter toute tendance au coincement des boîtes dans leurs guides, la charge verticale du châssis doit avoir comme points d'application ce que nous appellerons le centre, c'est-à-dire le milieu de la génératrice supérieure de chaque fusée, pour cela;

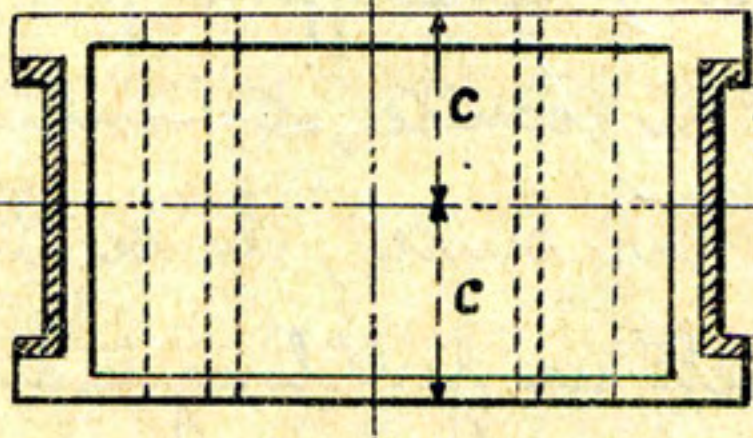
6) le plan médian vertical du guide de boîte (plan I) (fig. 633 et 634),



mené parallèlement à l'axe de la machine, doit coïncider avec le plan médian du collier de ressort et avec le plan médian de la fusée;

7) la boîte doit être symétrique par rapport à ce plan médian;

8) le plan vertical passant par l'axe de l'essieu (plan II) doit



plan médian transversal du dans le cas où il existe une guidée; en cas de suspension

coïncider avec le collier de ressort, colonne d'appui

inférieure, il faut que le milieu de l'intervalle entre les points d'attache des colonnes de ressort se trouve dans le plan II de l'axe de l'essieu; c'est-à-dire que les deux colonnes doivent être verticales ou symétriques par rapport à un plan vertical (fig. 635 et 636).

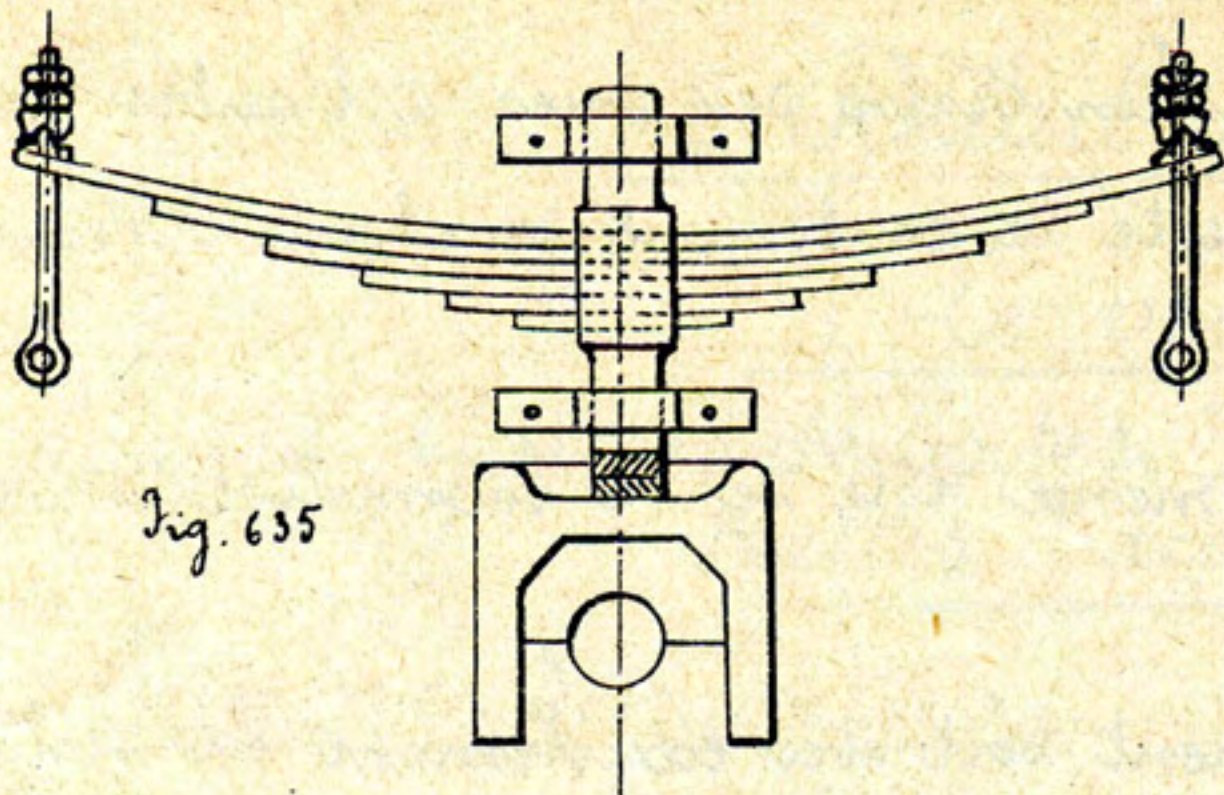


Fig. 635

9) la boîte doit être symétrique par rapport à ce plan commun.

Le libre jeu des ressorts doit être assuré ; donc :

10) la boîte doit se trouver à mi-hauteur dans l'entaille du longeron.

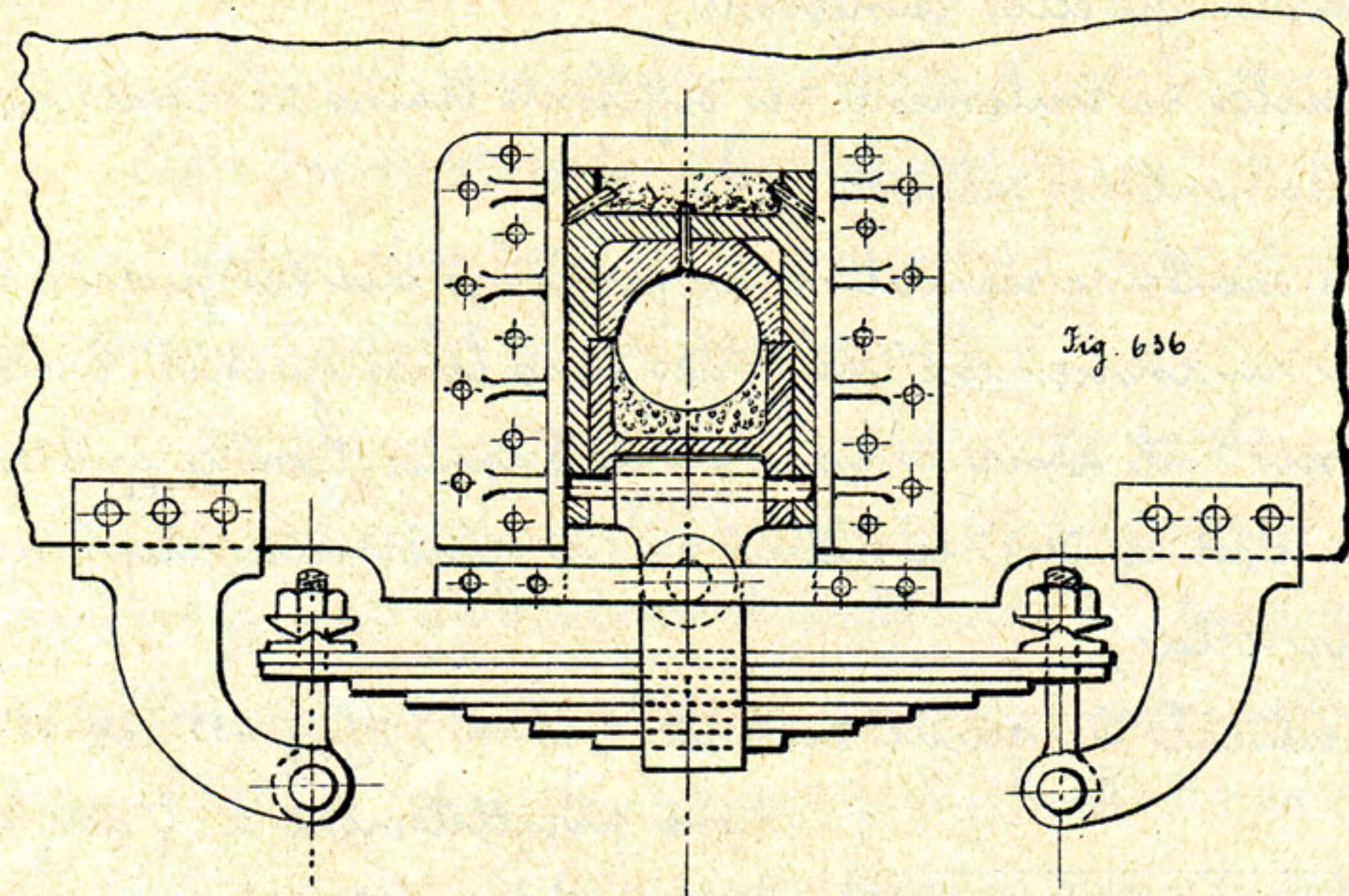


Fig. 636

A l'entrée et à la sortie des courbes, ou lorsque les deux files de rails ne sont pas parfaitement de niveau, il se produit, par l'action de la force centrifuge ou de la gravité, un balancement transversal du châssis par rap-

port aux trains de roues, qui tend à coincer les boîtes dans leurs guides, à paralyser la suspension, à créer sur certaines fusées des surcharges ; sur certaines régions des fusées, des pressions exagérées ; toutes causes d'échauffement de coussinets ; pour éviter ces inconvénients :

11) on doit donner une certaine déperille aux ailes des boîtes dans leurs guides ; les boîtes peuvent alors osciller légèrement par rapport à ceux-ci.

Enfin, comme les coussinets s'échauffent par la rotation de l'essieu et le travail de frottement qui en résulte, et, éventuellement, par la proximité de la chaudière, et comme, par suite, ils se dilatent :

12) on doit laisser aux coussinets un jeu longitudinal de 2 mm. sur la fusée ; sinon, ils se coinceraient sur celle-ci ; ce jeu a en même temps l'avantage de faciliter l'inscription de la locomotive en courbe et de remédier aux légères défauts du montage.

Les conditions 1-3-4-5 concernent les roues et les bielles d'accou-

plement; nous y reviendrons dans un prochain paragraphe.

La coïncidence des plans médians I du collier, du guide et de la fusée (condition 6) ne peut exister s'il y a de l'usure aux champs des guides ou sur la longueur des fusées. Il s'indique donc de remettre les guides aux dimensions des plans; quant aux fusées, leur usure ne peut être rachetée.

Cette restitution des dimensions des guides est d'ailleurs nécessaire pour pouvoir appliquer la méthode de réparation par substitution d'organes tout en se réservant la possibilité du emploi des appliques de boîtes; dans ce cas, on ramène donc la coïncidence des plans médians du collier et du guide, et on remonte l'essieu dans sa position normale (c'est-à-dire de façon que son milieu se trouve sur l'axe longitudinal de la locomotive). Faisons remarquer, avant de continuer, que si les guides sont remis en ordre lors du passage de la locomotive en atelier central, l'atelier de ligne devra rarement les retoucher.

Généralement, quand on n'applique pas la méthode de substitution, on ne s'occupe pas de la réalisation de la condition 6); on ne retouche pas les champs des guides; on remonte l'essieu dans sa position normale.

La boîte, avons-nous vu, doit être symétrique par rapport à ce plan I (condition 7); normalement, les rebords des coussinets sur la boîte doivent donc être égaux; ils ne le seront pas en cas d'usure inégale, non rachetée, des champs des guides; ils ne le seront pas non plus en cas d'usure des épaulements des fusées.

Les conditions 8, 9 et 10 sont réalisées lors de la confection de la boîte, de l'alésage du coussinet et du placement des appliques; c'est la condition 10 qui détermine l'épaisseur à donner au coussinet.

Pour réaliser les conditions 11 et 12, nous avons vu qu'on doit laisser du jeu aux coussinets sur leurs fusées dans la direction de l'axe de l'essieu et permettre l'oscillation de la boîte dans ses guides.

La perpendicularité des essieux et de l'axe longitudinal de la locomotive (condition 2) est réalisée, normalement, comme suit:

La position des essieux doit se trouver exactement repérée sur

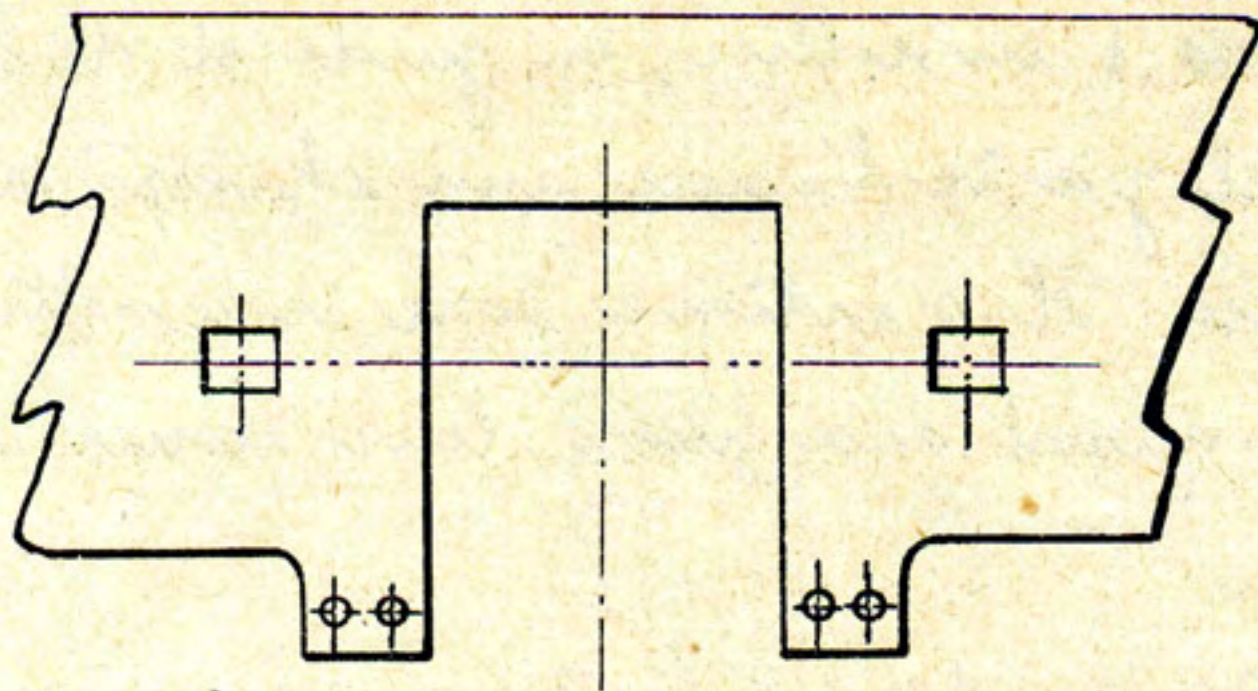


Fig. 637

les longerons (fig. 637); il suffit alors, en réparation, de dresser les faces des guides contre lesquelles viennent glisser les boîtes, simplement de façon à les rendre verticales et perpendiculaires à l'axe de la locomotive; les coussinets sont centrés d'après les boîtes; on donne aux appliques les épaisseurs nécessaires, généralement différentes pour les deux faces, de façon que l'axe du coussinet, la boîte étant montée dans ses guides, se trouve sur la verticale de l'axe des repères; la position des trains de roues sous la locomotive ne se modifiant pas avec la succession des réparations, les bielles d'accouplement sont toujours à bonne longueur; leurs coussinets restent centrés d'après l'axe des graisseurs.

Quand les locomotives ne portent pas ces repères, une première méthode consiste à rectifier les guides de façon que leur plan médian transversal coïncide, à gauche et à droite de la locomotive, pour chacun des essieux; les coussinets sont centrés d'après les boîtes; les appliques de chaque boîte sont d'épaisseur uniforme; aucune difficulté ne pourra se présenter plus tard, quand la locomotive sera en service, lorsqu'il sera nécessaire de réparer une boîte chauffante ou de reprendre le jeu des boîtes dans leurs guides; l'inconvénient du système, qui le rend inférieur au précédent, c'est d'abord que la position des essieux dans le châssis n'est pas invariable et que, par suite, la longueur des bielles d'accouplement se modifie à la suite des diverses réparations et qu'en outre la condition 8 n'est plus réalisée: coïncidence du plan vertical de l'essieu avec le plan médian transversal du collier de ressort; non plus que la condition 9.

Une autre méthode appliquée dans le même cas d'absence de repères consiste à rectifier simplement les guides, comme dans le cas de présence des repères d'essieu. Le coussinet est centré d'après la boîte; on donne aux appliques des épaisseurs telles que l'essieu soit

perpendiculaire à l'axe du cylindre. Les inconvénients sont les mêmes que ceux qui viennent d'être indiqués; en outre, quand on veut reprendre le jeu aux boîtes lors d'une révision, on se trouve privé de toute indication et on risque fort de déplacer l'essieu, de compromettre le parallélisme qui doit exister entre les divers trains de roues et de produire des efforts anormaux sur les boutons de manivelle; on pourrait tourner la difficulté en indiquant, en un endroit non sujet à usure, les épaisseurs des appliques lors de la réparation; mais c'est une sujétion.

Signalons enfin, pour le condamner, le système qui consiste à monter d'abord la boîte dans ses guides, les appliques étant mises à égale épaisseur et à déterminer alors le centre d'alésage des coussinets pour que l'essieu soit perpendiculaire à l'axe du cylindre. En cas d'échauffement de boîte et de fusion de métal blanc, on se trouvera, par la suite, privé de tout repère pour l'alésage après réantimoirage.

Nous avons classé les diverses méthodes employées dans l'ordre de leur valeur respective; la première est la seule qui soit rationnelle; à son défaut, en l'absence de repères, les deux suivantes sont appliquées au prix des inconvénients signalés ci-dessus; en tout cas, il est toujours nécessaire d'en adopter une seule sur deux, de façon qu'un atelier d'entretien, en présence d'une boîte chauffante ou d'un jeu à racheter, sache toujours comment s'y prendre pour ne pas commettre d'erreur. Mais, encore une fois, nous ne voyons aucune bonne raison de ne pas généraliser la première méthode; le repérage des essieux n'est pas une opération bien difficile; il suffit qu'elle soit faite soigneusement, une fois; elle ne se répète pas. Par contre, faute d'adopter cette méthode, on perd tous les avantages de l'interchangeabilité des pièces, du travail en série, et on reste dans l'empirisme et le bricolage.

148. Vérification du châssis. Équarissage. Faire l'équarissage du châssis, c'est déterminer les travaux à y effectuer (retouches aux guides de boîtes et aux coins, redressage de longerons) et les épaisseurs relatives à donner aux appliques de boîtes pour que les

essieux, lors du montage, se trouvent dans leur position normale, ou tout au moins, soient parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe longitudinal de la locomotive (condition 2).

Cette opération s'effectue aussitôt après le démontage.

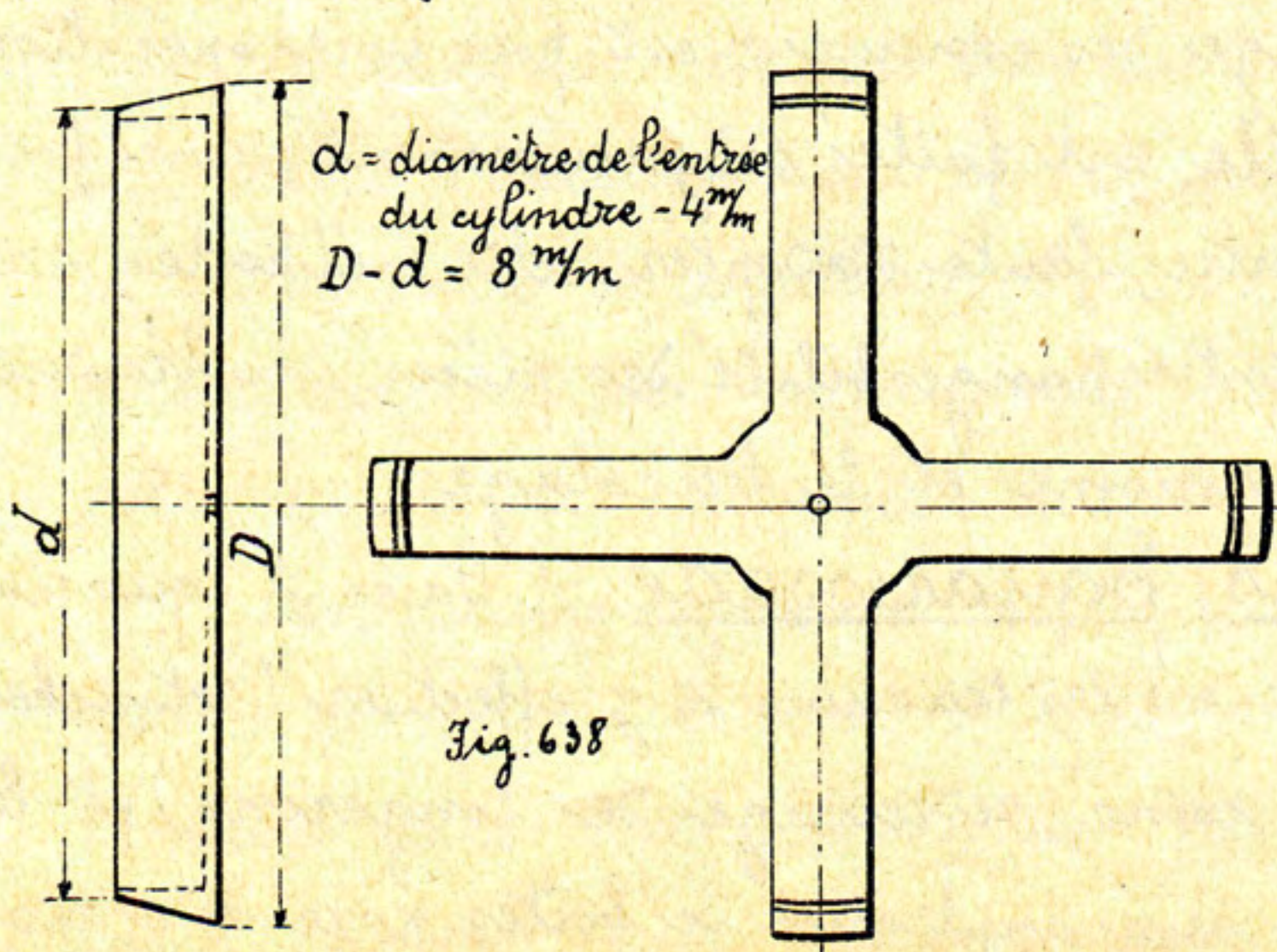
On sonde d'abord au marteau tous les boulons de fixation des guides et de l'ensemble du châssis. Tout boulon lâché est remplacé en observant les précautions que nous indiquerons au paragraphe traitant des guides.

On réajuste les sous-gardes avec soin, au besoin après recharge à la soudure autogène ou à la soudure électrique des portées de l'encastrement (rappelons que, préalablement à cet ajustage, le châssis doit être supporté en son milieu de façon que toute flèche de flexion soit supprimée); on remonte les sous-gardes au moyen de boulons placés sans aucun jeu.

Si les boîtes sont munies de coins de réglage, ceux-ci sont remontés, avant d'y rien faire, dans leur position la plus basse; ils sont maintenus fermement contre le guide avant au moyen d'une planchette faisant office de poussoir; les planchettes sont placées à peu près horizontalement vers le milieu de la hauteur de l'échancrure.

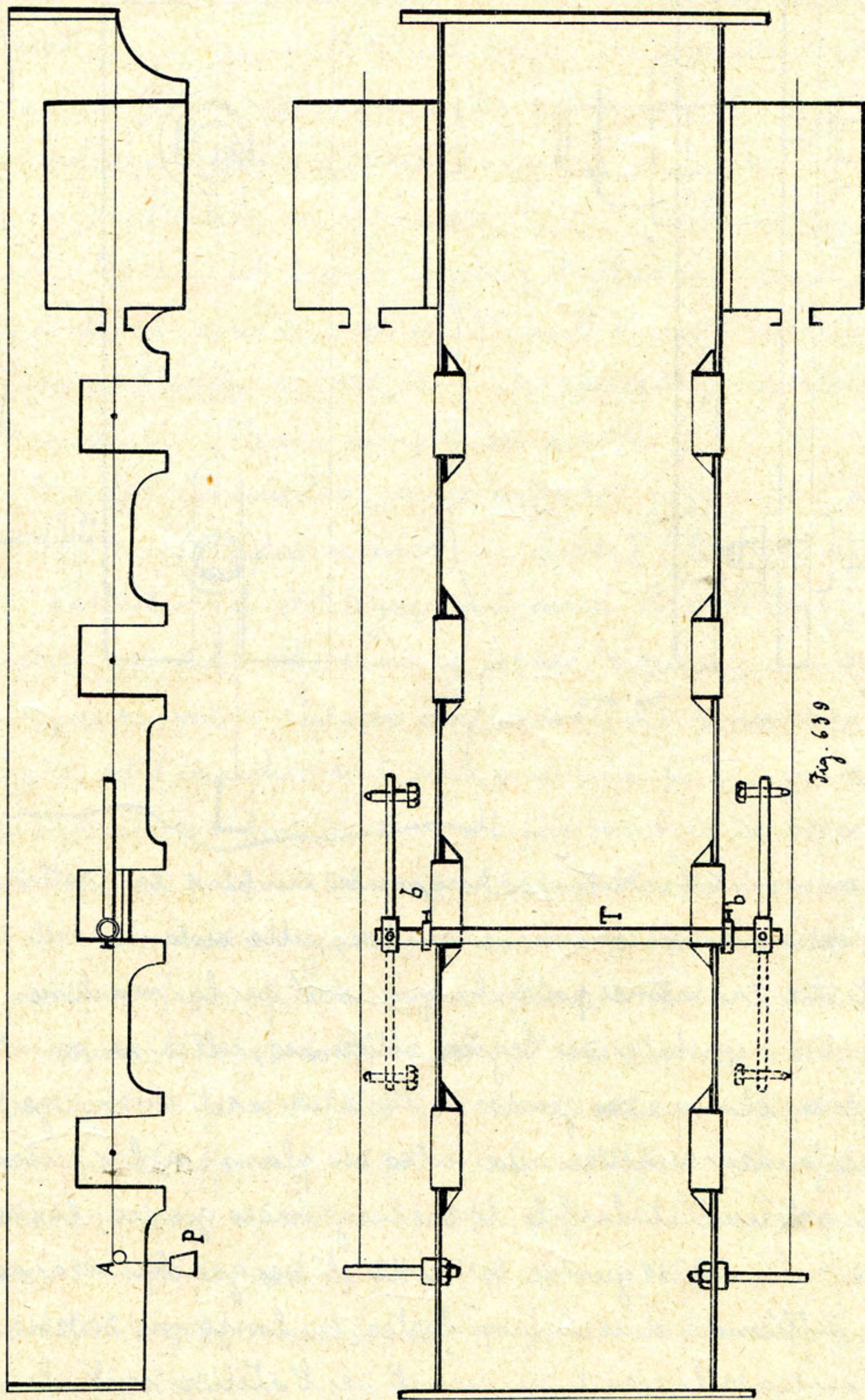
On représente alors les axes de chaque cylindre par un fil tendu au travers de celui-ci et se prolongeant jusqu'au-delà de l'essieu arrière.

La vérification se fait en trois étapes.



a) Le centrage du fil à l'avant du cylindre s'effectue à l'aide d'un croisillon à portée conique (fig. 638) et percé d'un trou central de faible diamètre; ce croisillon s'applique sur une portée qui ne s'use pas (entrée du cylindre).

En arrière du dernier essieu, on fixe au châssis un support A (fig. 639) par l'un ou l'autre trou pratiqué dans le longeron et libéré à



la suite d'un démontage. Le fil vient passer sur ce support; sa tension est obtenue par un poids P suspendu à son extrémité.

Pour amener le fil à coïncider avec l'axe du cylindre, il suffit de relever ou d'abaisser le support ou de faire glisser le fil latéralement; il est utile, pour la commodité de l'opération,

Fig. 639

de posséder, comme support, un dispositif analogue à celui représenté fig. 640. Le fil doit passer par le centre de la boîte à bourrage d'arrière, ce qui on vérifie au maître de danse.

b) Le parallélisme entre le longeron et l'axe du cylindre se vérifie

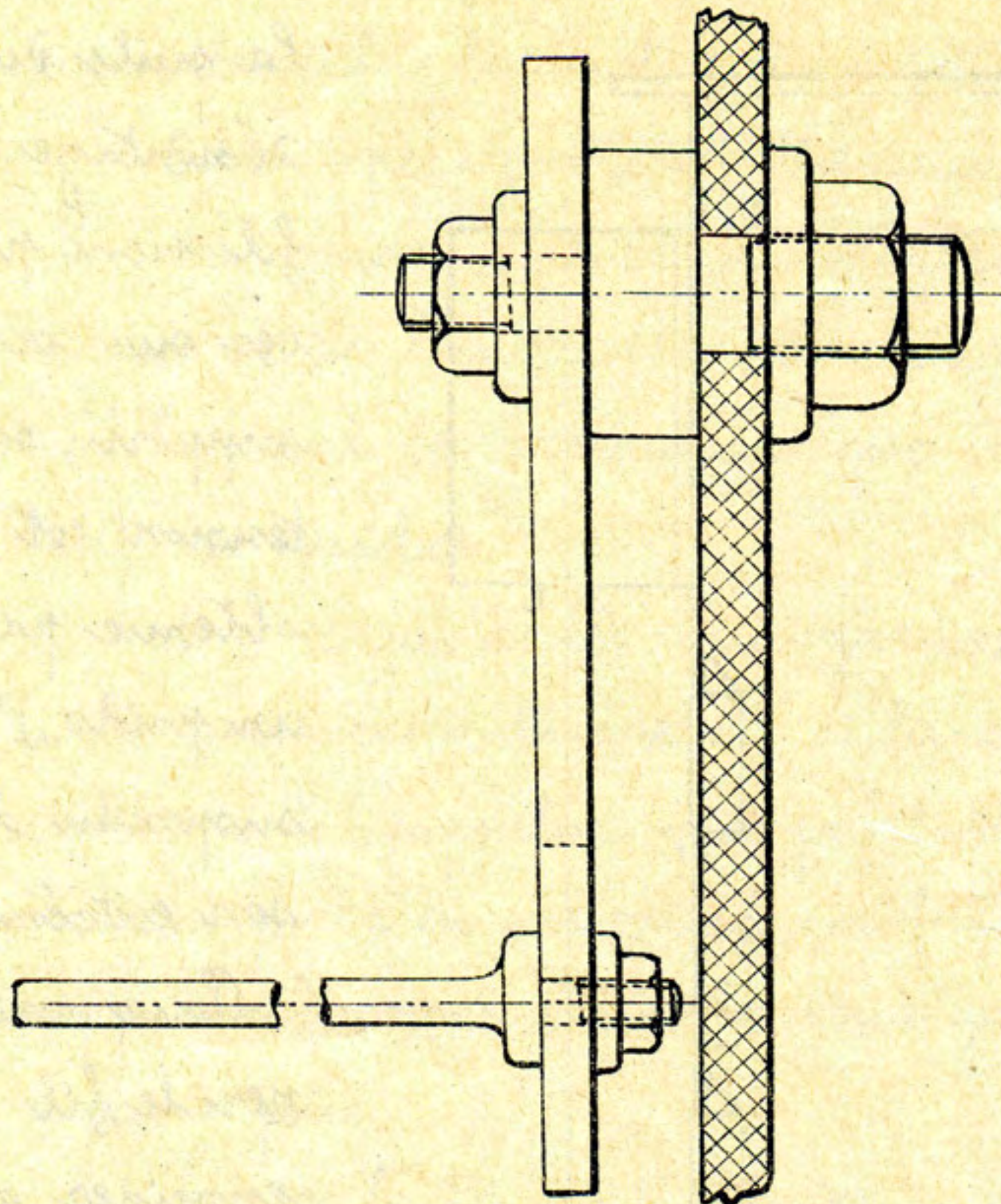
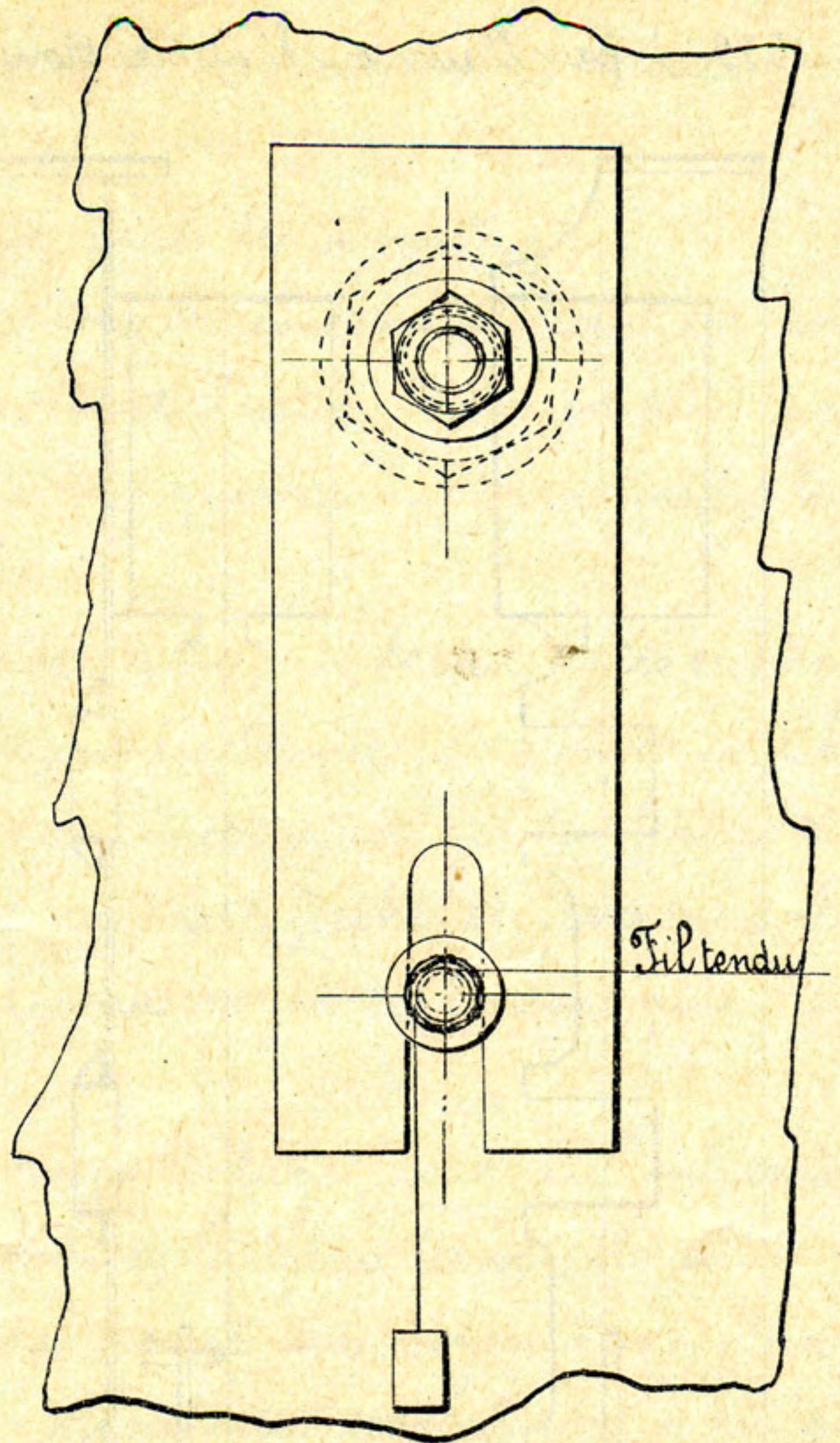


Fig. 640



simplement en mesurant la distance horizontale du fil à la partie non usée du champ extérieur de chacun des guides; cette distance doit être uniforme et doit être la même pour chaque côté de la machine. Si exceptionnellement on constate de légères différences, celles-ci seront rachetées par recharge des champs des guides à la souvure et réusinage; lors de ce travail, il faudra remettre aux cotes des plans: a) la distance entre le champ extérieur et le fil, b) la largeur des guides; la distance prévue entre les milieux des guides de droite et de gauche sera ainsi rétablie. Si les différences étaient trop fortes, les longerons devraient être resserrés, mais ce travail serait du ressort de l'atelier central.

Quand on n'emploie pas la méthode de réparation par substitution d'organes, on peut, en cas de faibles différences constatées, ne pas toucher aux guides et se contenter du rachat de leur usure en agissant sur l'épaisseur des rebords des coussinets, comme nous le verrons

plus loin.

c) Vérification de l'équarrissage. On cale des planchettes entre les guides de l'essieu moteur, sur lesquelles on reporte les milieux des distances des repères; la grande branche d'une équerre étant posée de façon que son arête joigne ces milieux, la petite branche doit venir sur toute sa longueur affleurer le fil d'axe des cylindres.

La vérification est terminée.

Le travail est bien plus long et plus compliqué quand les longerons sont dépourvus de repères. Il faut d'abord adopter une certaine position de l'essieu moteur, dont on partira pour trouver celles des autres essieux. Voici comment on procède.

Sur les planchettes, calées entre les guides de l'essieu moteur, on pose contre les guides arrière, un tube T (fig. 639) d'assez forte épaisseur, parfaitement rectiligne, qui aura été cylindré soigneusement au tour; ce tube est muni de deux bagues b qui servent de butées; ces bagues peuvent se déplacer sur le tube et s'y fixer par vis de pression; leur rôle est d'empêcher tout déplacement du tube dans le sens de sa longueur. A chaque bout du tube est fixé un bras de 600 mm. environ, dont l'extrémité est pourvue d'une pointe réglable. Tout en maintenant le contact du tube avec les guides, on amène le bras horizontalement et on règle la pointe de façon qu'elle vienne affleurer le fil d'axe du cylindre. On fait ensuite tourner le tube de 180° pour amener de nouveau la pointe à hauteur du fil; il faut que, dans cette nouvelle position, la pointe vienne encore affleurer le fil. S'il n'en était pas ainsi, on interposerait une épaisseur de tôle entre le tube et l'un des guides, jusqu'à obtenir l'affleurement désiré; l'épaisseur de tôle indiquerait de quelle quantité le guide sur lequel est appliquée la tôle se trouve en arrière de l'autre.

Soit e cette épaisseur, sur le guide du côté gauche de la machine, par exemple; on prend alors l'écartement des deux guides de chacune des boîtes motrices (les guides avant sont, éventuellement, les coins de rappel); si l'écartement à gauche est supérieur de $2e$ à l'écartement

correspondant à droite, la direction de l'axe de l'essieu moteur sera correcte, les coussinets étant alésés au centre des boîtes et les appliques de chacune des boîtes étant d'égale épaisseur.

Dans le cas contraire, il faudra éventuellement apporter aux faces de guidage les rectifications nécessaires d'après la méthode qu'on aura adoptée pour réaliser la perpendicularité de l'essieu et des axes de cylindres; cette question a été traitée au paragraphe précédent.

Dans le cas spécial où il existe des coins de rappel de jeu, il est avantageux de rectifier le coin plutôt que le guide: le coin est facilement démontable et peut s'usiner à la limeuse ou à la machine à meuler.

La position de l'essieu moteur étant assurée, il reste à déterminer les rectifications à apporter aux autres guides pour obtenir le parallélisme des différents essieux. Pour cela, sur les planchettes calées à bonne hauteur entre les guides, on indique d'abord le milieu de l'écartement, le centre, en terme de métier. Il suffit alors de mesurer les distances de centre à centre; il faut que ces distances soient les mêmes, deux à deux, des deux côtés de la machine; aucune tolérance ne peut être admise. On apporte éventuellement les rectifications nécessaires d'après les règles données ci-dessus.

Dans le même cas d'absence de repères, on procède souvent à la vérification du châssis par la méthode des diagonales.

On place aussi des planchettes entre le guide et le coin, ou entre les deux guides, suivant un plan horizontal correspondant approximativement à la hauteur normale des axes des essieux.



Fig. 641

On détermine sur ces planchettes (fig. 641) les "centres" des guides au moyen de diagonales partant des arêtes de ceux-ci. Au moyen d'un compas à verge, on vérifie que $BC = FG$ et que $a'b' = a'b$; on s'assure alors, pour les différents guides, que $AB = EF$, $CD = GH$, etc. (fig. 642).

Indépendamment de l'inconvénient que la présence des entretoises de longerons peut rendre les reports de distances difficiles (on est alors

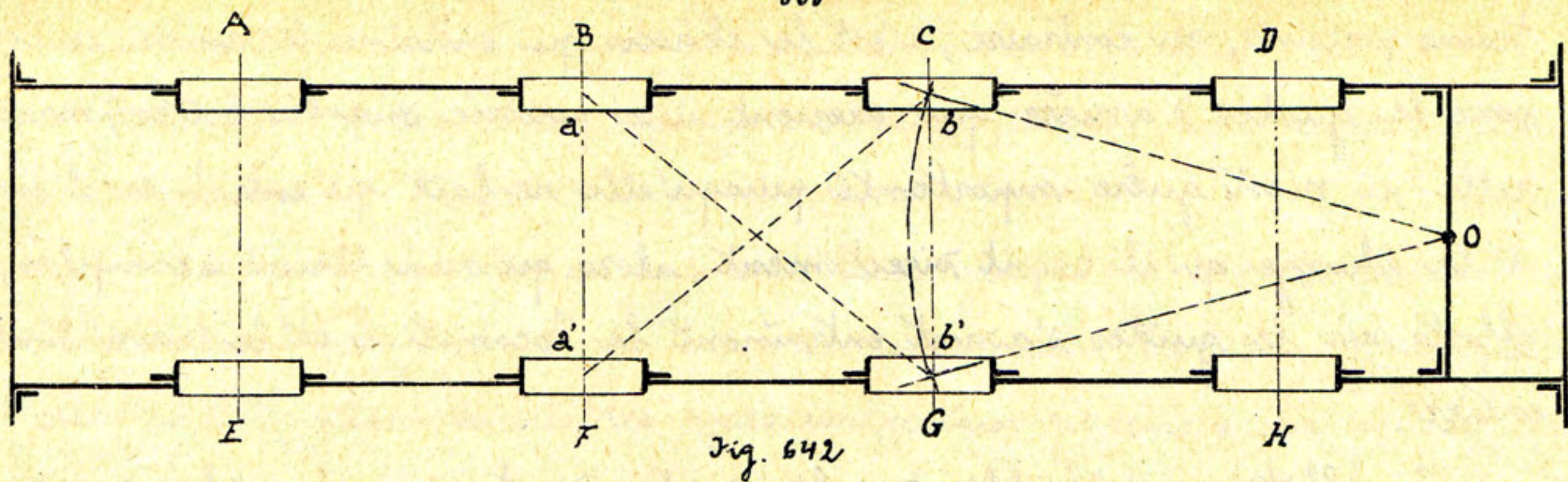
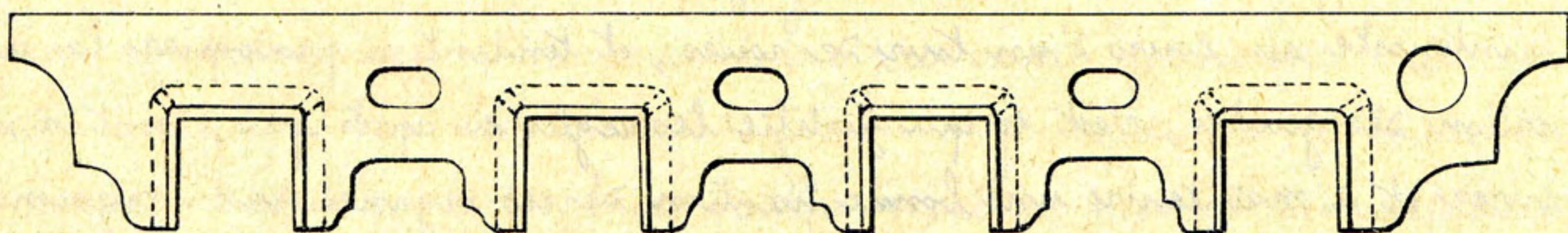


Fig. 642



forcé de partir d'un point central O, de mesurer $Ob = Ob'$, $BC = FG$, $AB = EF$, etc.), ce procédé présente le défaut que, dans le cas où les champs des guides sont usés, les centres tracés ne peuvent plus être considérés comme les sommets obligés d'un rectangle; les chiffres fournis par les mesures des diagonales ne prouvent plus rien. Ce procédé est d'ailleurs moins précis que le précédent.

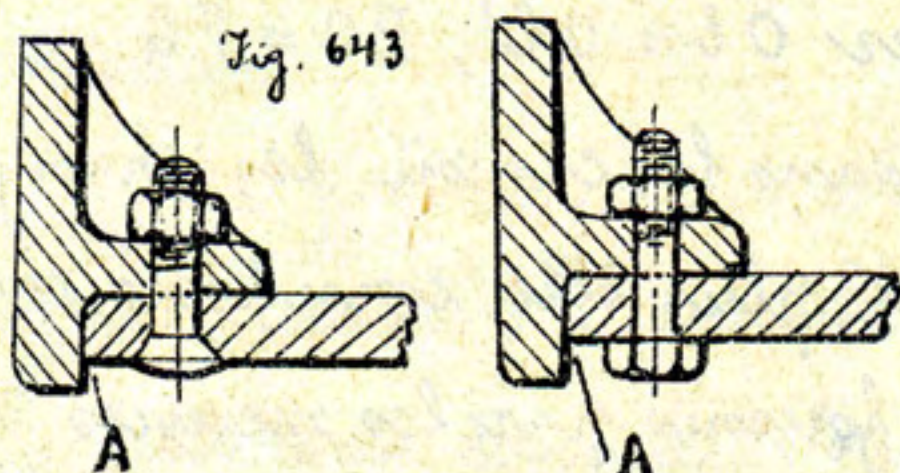
Si on s'impose le maintien des essieux au milieu de l'écartement des guides, il est deux considérations dont on doit s'inspirer pour déterminer la rectification à apporter à ceux-ci: la 1^{ère}, la moins importante, c'est qu'il faut s'efforcer d'obtenir dans un même plan respectivement les faces arrière et les faces avant des guides; la rectification en est facilitée; la 2^{de}, c'est qu'on doit tâcher de maintenir, entre les milieux des guides, de chaque côté de la machine, les distances prescrites aux plans comme écartement des essieux, afin d'éviter de faire varier les longueurs des bielles d'accouplement.

149. Guides de boîtes. Les guides de boîtes des trains moteurs et accouplés supportent les efforts horizontaux provenant de l'action de la vapeur dans les cylindres; c'est par le contact entre les boîtes et leurs guides que les roues entraînent le châssis et le train qui s'y trouve attelé.

Pour une locomotive roulant en avant, ce sont les guides avant des essieux accouplés qui reçoivent les poussées les plus fortes. Aux

trains porteurs, au contraire, c'est le châssis qui entraîne les roues; ce sont donc les guides d'arrière qui exercent une poussée sur les boîtes, mais celle-ci n'est guère importante puisqu'elle ne fait qu'entraîner l'essieu et la charge qu'il reçoit directement, alors qu'aux trains accouplés, les efforts sur les guides d'avant entraînent la locomotive et le train tout entier.

Ces efforts considérables sur les guides des trains accouplés varient d'intensité au cours d'un tour de roues, et tendent à provoquer la dislocation des guides; c'est ce qui justifie les règles ci-après qui visent à assurer et à maintenir une bonne fixation de ces organes aux longerons.



Le guide doit porter parfaitement sur le champ vertical A du longeron (fig. 643). Les trous de guides sont tracés d'après ceux du longeron et doivent être alésés sur place de façon à ce que

soit réalisée une coaxialité parfaite.

Les boulons d'attache, tournés bien cylindriques, doivent être chassés dans les trous à frottement très dur; la surface de pose des écrous doit être dressée afin que les chances de desserrage soient diminuées; les écrous sont serrés à fond.

Les sous-gardes doivent être ajustées bien exactement dans leur encastrement et leur fixation par boulons doit avoir lieu avec les mêmes soins que celle des guides; toutefois, les boulons ne doivent pas être posés avec serrage, attendu qu'ils doivent être démontés périodiquement; ils doivent simplement être placés sans jeu.

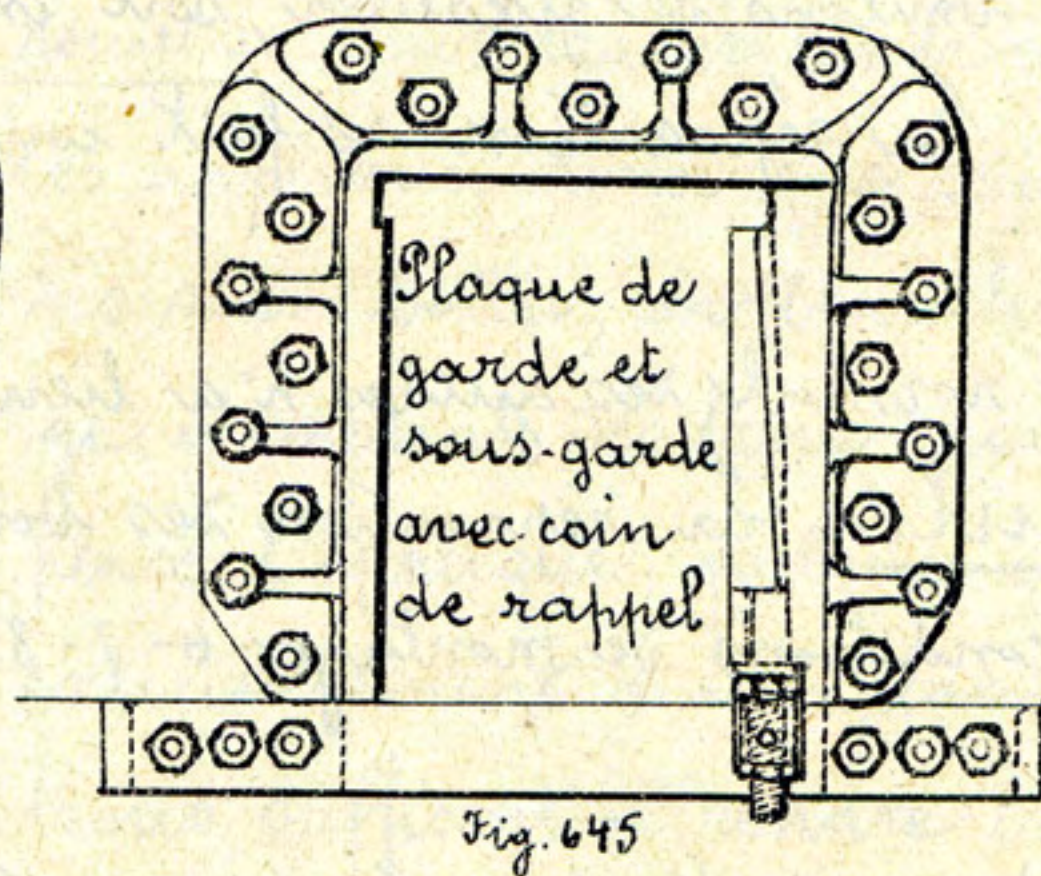
Par suite des inégalités de la voie et des mouvements perturbateurs de la partie suspendue, les guides sont en déplacement continu sur les boîtes attachés aux essieux; il se produit ainsi une usure, qui porte à la fois sur le guide et sur la boîte, et qui est d'autant plus forte que la pression entre boîte et guide est plus grande; elle est donc beaucoup plus accentuée aux trains accouplés qu'aux trains porteurs.

Il se produit aussi, lors du passage en courbe, par suite du

balancement du châssis sous l'action de la force centrifuge, des efforts entre les rebords des boîtes et les champs des guides; de là, une usure latérale se portant sur ces faces.

Si les surfaces en contact sont bien graissées et que les boîtes sont montées sans jeu à la réparation, ces usures sont lentes à se produire; elles sont pourtant inévitables après un certain parcours: la poussière s'interpose entre les faces frottantes et joue le rôle d'abrasif comme le ferait une poudre d'émeri. Mais quand du jeu existe, par suite d'un graissage insuffisant, ou par le fait d'un montage défectueux, l'huile ne se maintient plus entre les faces frottantes; il se produit des grippements et du battage, ce qui a vite fait d'accroître le jeu existant.

Les guides des trains accouplés affectent généralement l'une des formes fig. 644 et 645; éventuellement, le coin de rappel se place



du côté le plus affecté par l'usure, c'est-à-dire vers l'avant.

Les guides ne sont démontés qu'exceptionnellement en réparation d'atelier de ligne. Selon

la méthode qu'on a adoptée pour réaliser la perpendicularité des essieux sur l'axe de la machine (voir paragraphe précédent), on redresse les surfaces frottantes de façon à les rendre simplement verticales et perpendiculaires à l'axe de la locomotive, ou bien de manière à réaliser la coïncidence des plans médians transversaux. Le travail de dégrossissage se fait à l'aide d'une meule portative commandée par flexible; le finissage a lieu à la lime et est contrôlé à l'aide d'une règle qu'on applique sur les deux guides d'arrière ou d'avant, selon le cas, avec, le cas échéant, interposition d'une épaisseur entre la règle et l'un des guides; les parties usées des champs sont rechargées et redressées de la même façon.

Si, pour une cause quelconque, la quantité de métal à enlever sur les faces de guidage ou à ajouter sur les champs était importante,

-866-

il pourrait y avoir avantage à démonter le guide et à l'usiner aux machines-outils.

Les coins des boîtes, étant cimentés à leur surface frottante, sont redressés, si nécessaire, en prenant le minimum à la machine à rectifier.

S'il y avait des boulons lâchés, il faudrait tout d'abord les remplacer après réalésage des trous; on examinerait, avant ce réalésage, si le guide porté bien sur le champ du longeron, car, dans la négative, cet organe devrait être démonté et rechargé à la soudure électrique, puis réajusté au longeron; ce n'est qu'alors qu'on pourrait procéder au réalésage des trous.

On rencontre aussi des ruptures de guides dans les angles supérieurs; elles sont la conséquence soit du bris du longeron lui-même, soit du jeu pris par le guide dans l'entaille du longeron, soit du jeu résultant du lâchage des boulons de fixation, soit encore d'un mauvais ajustage des sous-gardes. La réparation se fait couramment par soudure à l'arc.

Le remplacement normal des guides n'a lieu qu'à l'atelier central.

150. Boîtes à huile. La réparation des boîtes doit être faite de façon à satisfaire aux conditions de montage 6-7-8-9-10-11-12 indiquées précédemment.

Les diverses opérations sont désignées ci-après: usinage des appliques brutes tracées par la brigade à boîtes; fixation des appliques à la boîte; usinage du coussinet brut d'après un calibre épousant la forme de l'intérieur de la boîte; antimoinage du coussinet; montage du coussinet dans la boîte et fixation au moyen de la sous-boîte et des braches; traçage pour alésage, le centre étant pris à égale distance des faces intérieures de la boîte; alésage du coussinet monté dans sa boîte, dressage des faces d'about; montage des boîtes sur l'essieu pour vérification du jeu latéral et de la position de la sous-boîte par rapport à la fusée; usinage de la partie extérieure des appliques (montées sur la boîte) d'après les indications de la brigade de montage; garnissage des sous-boîtes au moyen de packing et montage définitif.

a) Usinage des appliques brutes. Les appliques sont usinées aux machines - outils à leurs faces de contact avec la boîte suivant un tracage effectué par la brigade à boîtes; elles devront s'emboîter sans jeu sur les joues.

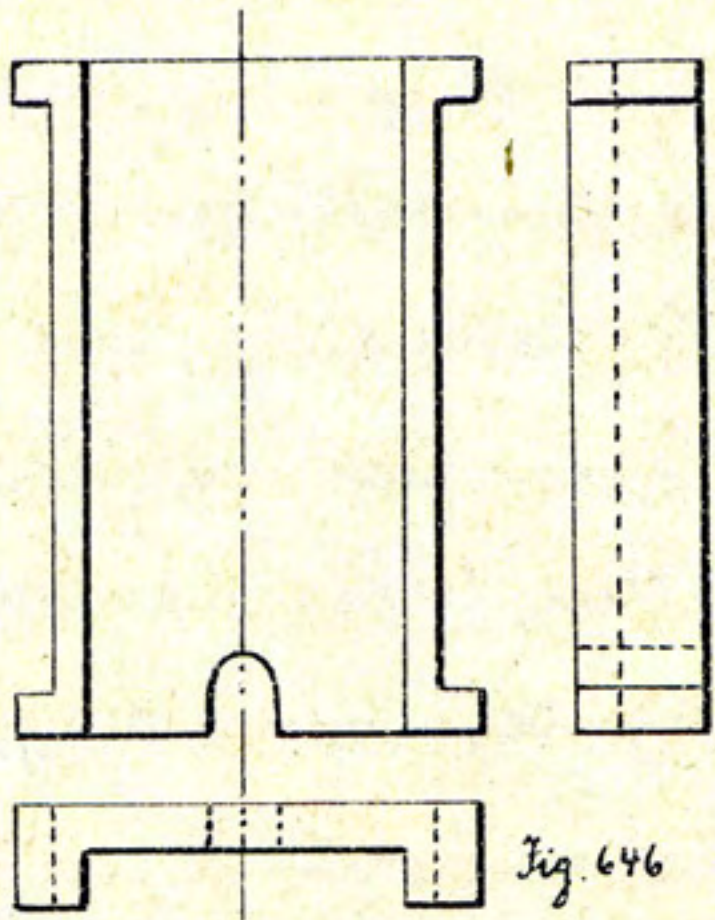


Fig. 646

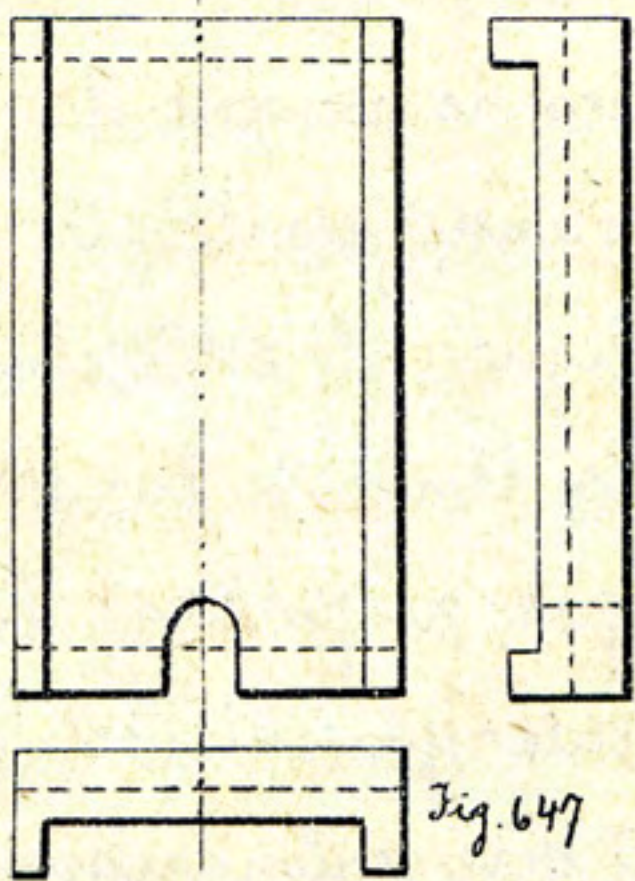


Fig. 647

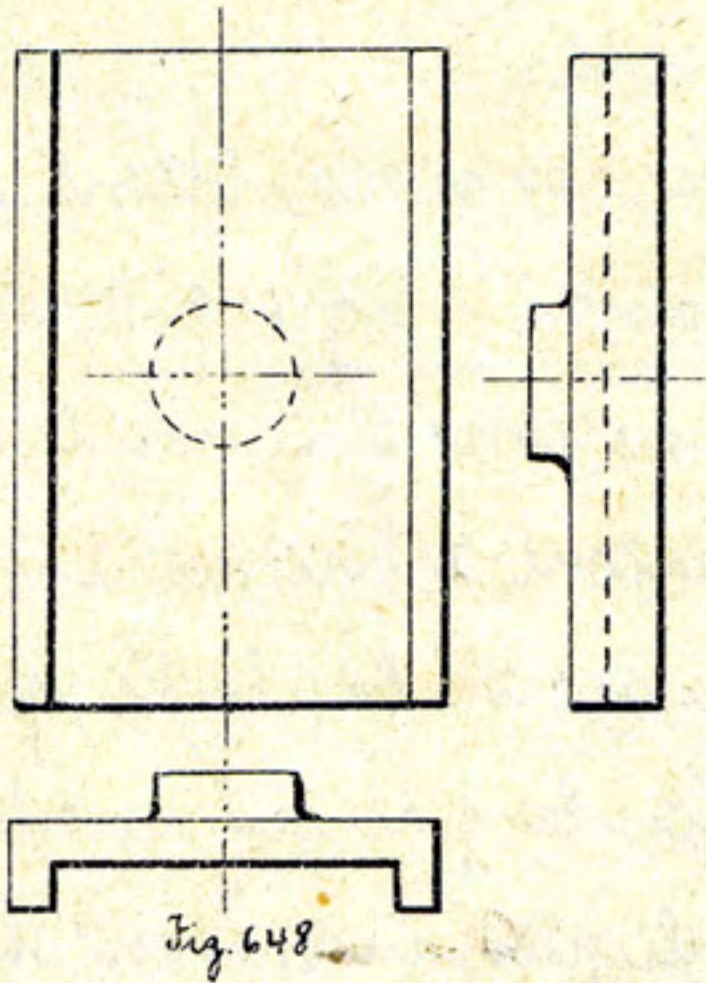


Fig. 648

Pour les types d'appliques (fig. 646 et 647), le travail se fait à la limeuse ou à la fraiseuse. Le tenon du modèle (fig. 648) est mis à dimensions au tour suivant le trou borgne pratiqué dans la joue de la boîte; le dressage de la face correspondante se fait aussi par planage au tour; les autres parties sont dressées à la limeuse ou à la fraiseuse.

b) Fixation des appliques à la boîte. 1°) Appliques neuves. Pour tracer les trous des vis de fixation sur les appliques ainsi que ceux des bresches de fixation des sous-boîtes, on blanchit à la scie le voisinage immédiat des trous existant dans la boîte; on place l'applique; quelques coups de marteau donnés extérieurement à l'emplacement approximatif des trous suffisent à rendre bien visible sur l'applique l'emplacement des trous. Un coup de pointeau fixe ensuite le centre de chaque trou à forer.

L'applique passe alors à la foreuse; les trous sont forés et fraisés suivant le diamètre des vis; le

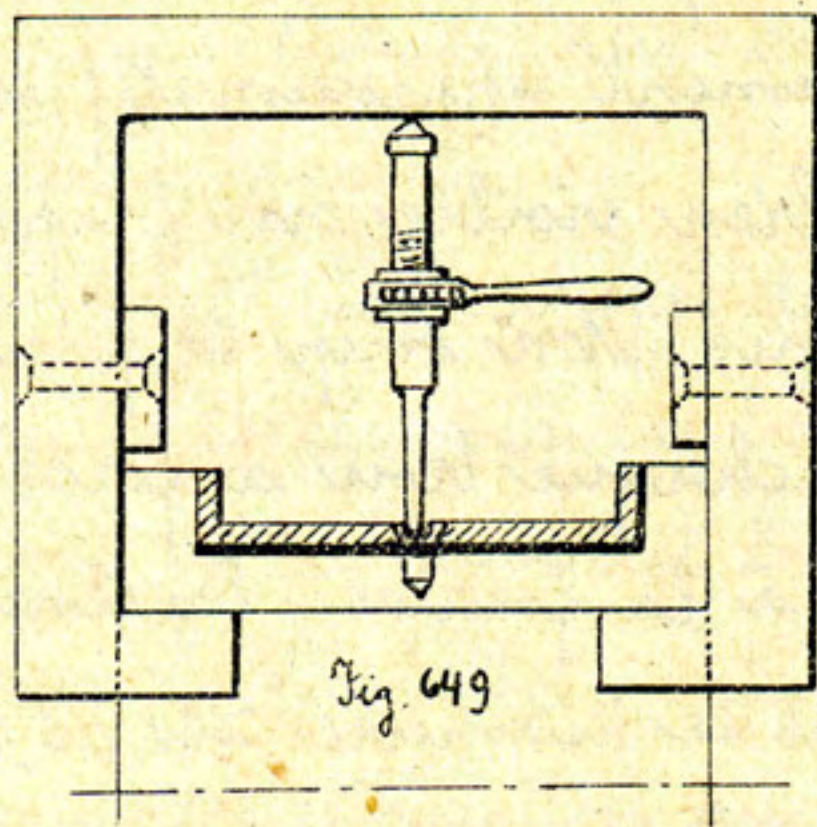
fraisage doit être suffisant pour que les têtes des vis ne soient pas touchées par l'outil lors du parachèvement des faces encore brutes.

Les appliques sont alors vissées sur la boîte.

A propos de cette fixation, il importe de remarquer que l'applique est soumise, de la part du guide qui se déplace continuellement dans le sens vertical, à des efforts qui tendent à la détacher de la boîte; il est donc indispensable que l'applique soit ajustée bien exactement dans sa boîte et encastrée dans celle-ci d'une façon quelconque; de là, les formes

indiquées plus haut. Mais cet encastrement peut prendre du jeu, spécialement en cas d'insuffisance de graissage entre applique et guide; ce jeu atteint souvent 1 mm en fin de parcours; il en résulte un battage des vis dans leur logement; il est donc nécessaire, pour cette éventualité, que les vis soient placées sans jeu. On devra, préalablement à la fixation, passer dans tous les trous de la boîte, dont le filet a été battu, le taraud correspondant à la dimension de la nouvelle vis qui devra être de dimensions plus fortes que l'ancienne.

Il est utile de bien remarquer que, les vis ayant pour mission de serrer l'applique contre la boîte, les trous des appliques ne peuvent être taraudés: De plus, la forme de la tête de vis n'est pas indifférente. D'après la façon dont le centre du trou est tracé dans l'applique, il est certain qu'on n'obtient pas une coaxialité parfaite entre les trous de la boîte et de l'applique; dans ces conditions, une tête conique ne portera, la plupart du temps dans son logement que par une seule génératrice. Un contact parfait s'obtiendra beaucoup mieux avec une tête cylindrique à siège plat; le desserrage se produira moins facilement.



Un serrage énergique des vis s'obtient au moyen du dispositif représenté fig. 649. Il faut enfin prendre la précaution d'obturer le fond des trous de vis qui viendraient déboucher dans le réservoir à huile supérieur de la boîte, pour éviter que l'huile ne s'écoule par ces ouvertures.

On fixe parfois les appliques au moyen de broches en cuivre qu'on rive après vissage. Voici comment on procède: l'extrémité d'une barre est filetée à la main et un coup de burin est donné, comme amorce, à l'endroit où devra se faire la rupture; l'introduction se fait en imprimant un mouvement de rotation à la barre, préalablement coudée; le filet doit avoir un peu d'aisance dans son logement, de façon que la broche puisse venir poser dans le fond du trou; c'est à ce moment que se produit la rupture, soit par torsion, soit par flexion; on fait ensuite le rivetage, qui a pour

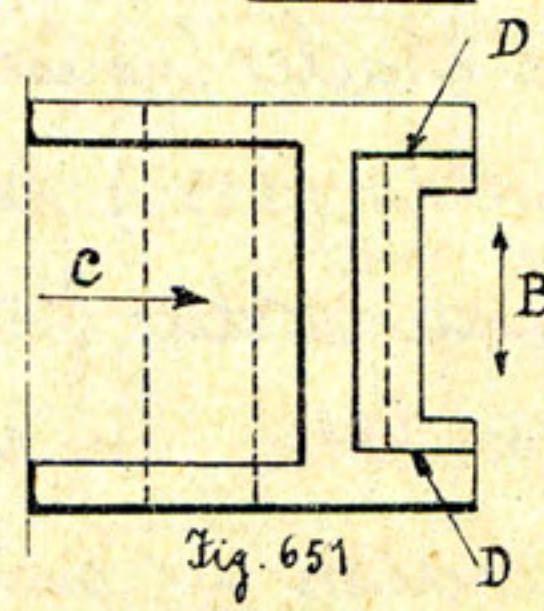
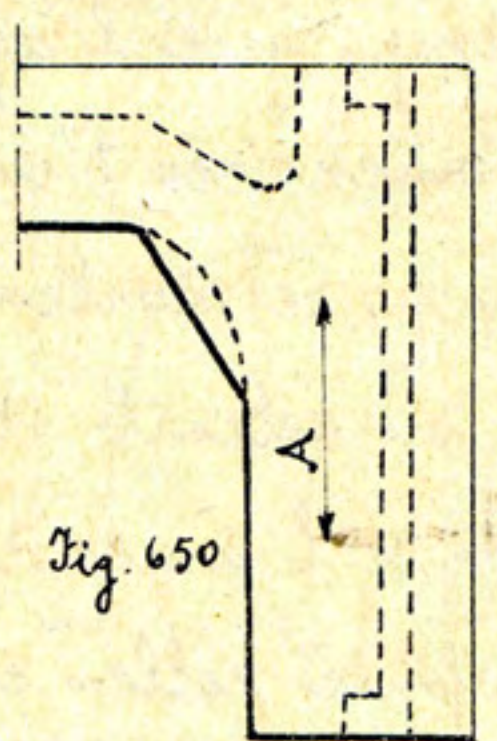
effet de dilater la tige et de faire serrer le filet dans son logement.

Il est important que la broche pose bien dans le fond du trou, sinon, lors du rivetage, les filets s'arracheraient.

Pour l'enlèvement d'appliques fixées aux boîtes par ce moyen, on doit forer les broches et dégager, à l'aide d'un outil approprié, le filet resté engagé dans la boîte; le retaroudage n'est pas nécessaire. Il faut craindre que le forage ne soit pas coaxial avec le trou de la boîte, car il peut se faire que celui-ci et le trou de l'applique n'aient pas le même axe. Il est aussi nécessaire, pour le forage, de connaître le diamètre de la broche.

La solidité de l'assemblage obtenu par ce procédé vaut celle de la fixation par vis; mais, du fait que les broches sont filetées à la main, et qu'il faut les forer lors du démontage, cette méthode est plus coûteuse; elle présente en outre l'inconvénient ci-après: il arrive que, lors de la mise sur roues, quand on vérifie le parallélisme après montage, une erreur est constatée; on doit agir sur l'épaisseur de l'une ou l'autre applique; la correction est facile si celle-ci est fixée par vis; tel n'est pas le cas si l'on a employé des broches.

2°) Appliques de remplissage. L'usure des appliques se produit non seulement



dans la direction C (fig. 650 et 651), mais aussi dans les directions A et B. C'est aux boîtes motrices et accouplées que les usures dans la direction C sont les plus fortes en raison des pressions élevées qui s'exercent entre boîtes et guides. Pour la même cause, le châssis, en se déplaçant verticalement sur les boîtes, disloque l'attache des appliques et produit un jeu vertical à l'encastrement de celles-ci sur les boîtes; c'est aux boîtes où les pressions sont le plus élevées que ce jeu est le plus fort, et généralement (surtout aux locomotives à cylindres extérieurs où la bielle motrice est placée

extérieurement aux bielles d'accouplement), aux boîtes du train moteur; le jeu vertical atteint normalement en cet endroit 1 1/2 mm. en

fin de parcours entre deux moyennes réparations, pour les locomotives puissantes.

Le jeu latéral (sens B) résulte principalement de la circulation en courbe.

L'encastrement parfait doit être rétabli lors de chaque réparation; dans ce but, le jeu dans le sens A est cacheté par apport de bronze, au chalumneau, sur les talons ou sur le tenon central, selon le cas. Le réajustage de l'encastrement devant être effectué de façon à maintenir la coaxialité des trous de l'applique et de la boîte, il est nécessaire, avant démontage de l'applique, de déterminer, d'après les jeux existants, la hauteur que devra avoir chacun des talons après réajustage et d'en tenir note; dans le cas de tenon central, après enlèvement des vis, on détermine les jeux en poussant successivement l'applique vers le haut et vers le bas.

Le jeu latéral sens B peut se cacher facilement. On se rappelle que, pour réaliser la condition 11), on doit donner une certaine dépolie aux ailes, vers le haut et vers le bas. Voici donc comment on procède

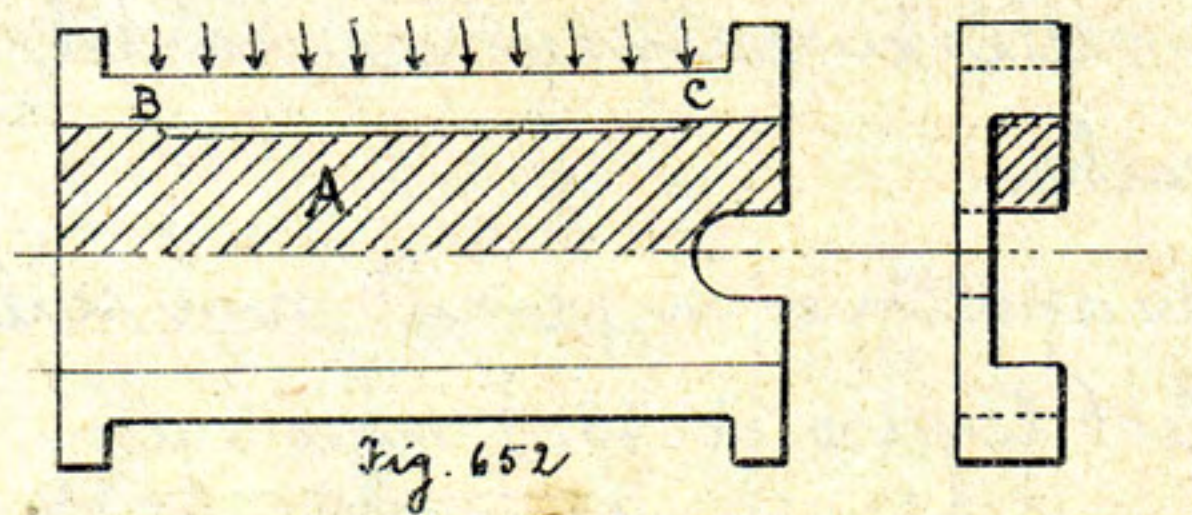


Fig. 652

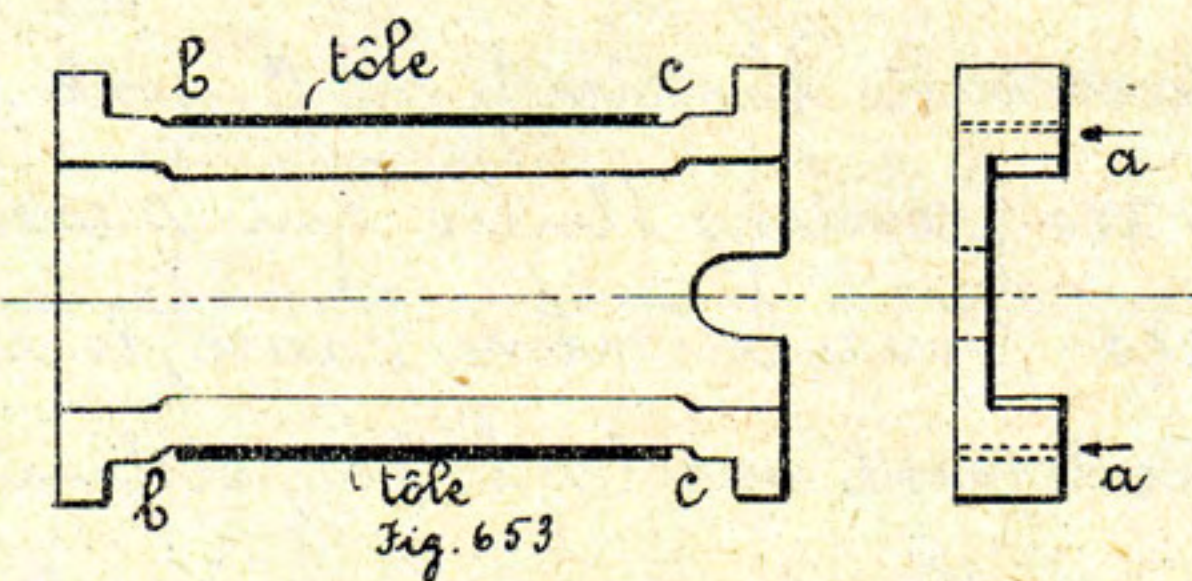


Fig. 653

pour le cachet de ce jeu. Une plaque en fer A (fig. 652) présentant une partie ajustée en retrait BC, de profondeur appropriée, est serrée en même temps que l'applique entre les mâchoires d'un étau. Par des coups de marteau donnés au droit du retrait et dans la direction de l'âme de l'applique, on repule celle-ci jusqu'à ce que l'aile épouse le

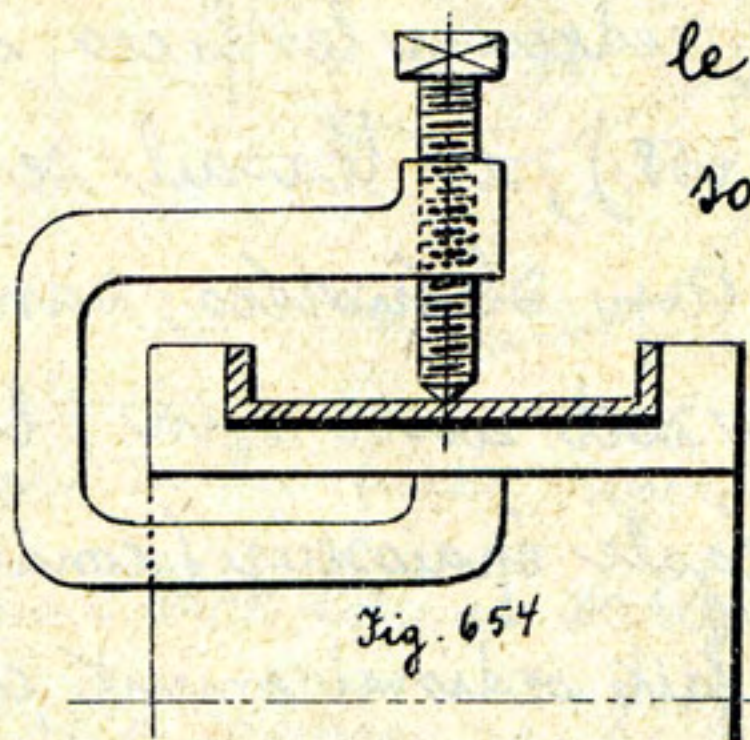
retrait de la plaque; cette aile présente alors la forme fig. 653; le creux b c est comblé par l'interposition, entre l'applique et la boîte, d'une bandelette de tôle d'épaisseur et de largeur convenables; on emprisonne cette tôle par quelques coups de marteau en direction a sur le bord de l'ailette, au droit du joint. Nous estimons que ce procédé permet de cacher, sans inconvénient, jusqu'à 4 mm. du jeu total. La re-

charge au chalumeau sur les ailes de l'applique ne semble pas pouvoir se faire sans produire la déformation de la pièce.

Enfin, le jeu en direction C peut se racheter par interposition d'une tôle de fer entre boîte et applique; encore faut-il que celle-ci ne soit pas détériorée et ait encore au moins une épaisseur de 8 mm.

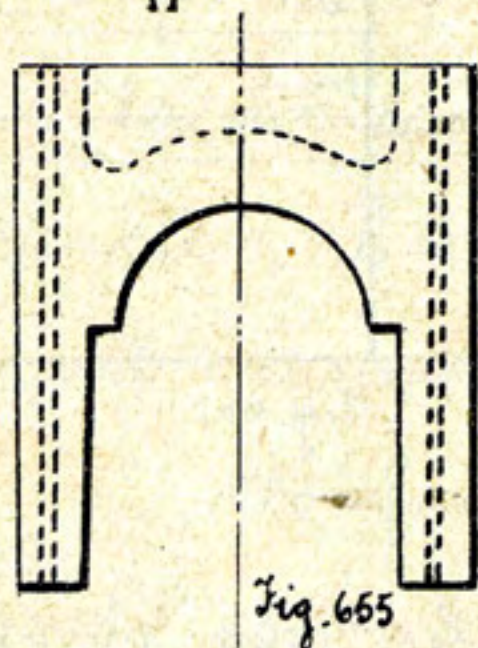
L'épaisseur de ces recharges est déterminée de manière qu'une toute légère passe aux machines-outils soit suffisante pour mettre la boîte à dimensions suivant l'écartement des guides et compte tenu du désaxage éventuel de l'essieu (voir ci-après).

Les recharges en tôles, quoique planées, ne sont jamais rigoureusement planes; l'obtention d'un bon contact avec la boîte et l'applique ne serait qu'une possibilité par le seul effet du serrage des vis au tournesvis. On s'aidera d'un serre-joint analogue à celui représenté fig. 654 ou on utilisera

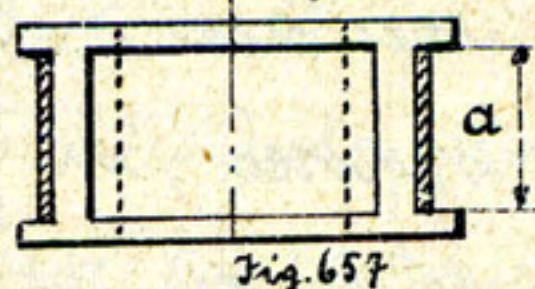
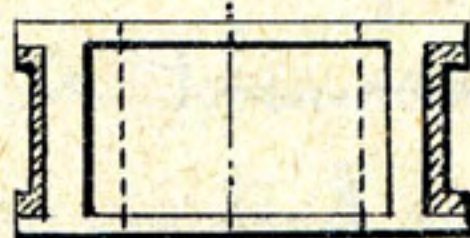


le dispositif de serrage de vis indiqué plus haut. Faisons remarquer qu'employée aux appliques à tenon, cette réparation n'est guère recommandable; le tenon étant très légèrement conique à son extrémité, le contact avec son logement ne se fait pas bien; en outre, la portée d'encastrement devient

insuffisante, puisque la hauteur utile du tenon diminue.



Cas spécial des boîtes en bronze. Certaines boîtes, telles celles des roues couplées des types 15 et 17 de l'Etat Belge, n'ont ni coussinet rapporté, ni appliques. Lors de la réparation, pour racheter le jeu, on est forcé d'y placer des appliques. Pour pouvoir donner à celles-ci une épaisseur suffisante, on doit prendre de la matière sur la boîte: la partie hachurée aux croquis (fig. 655 et 656) est enlevée à la raboteuse ou à la fraise.

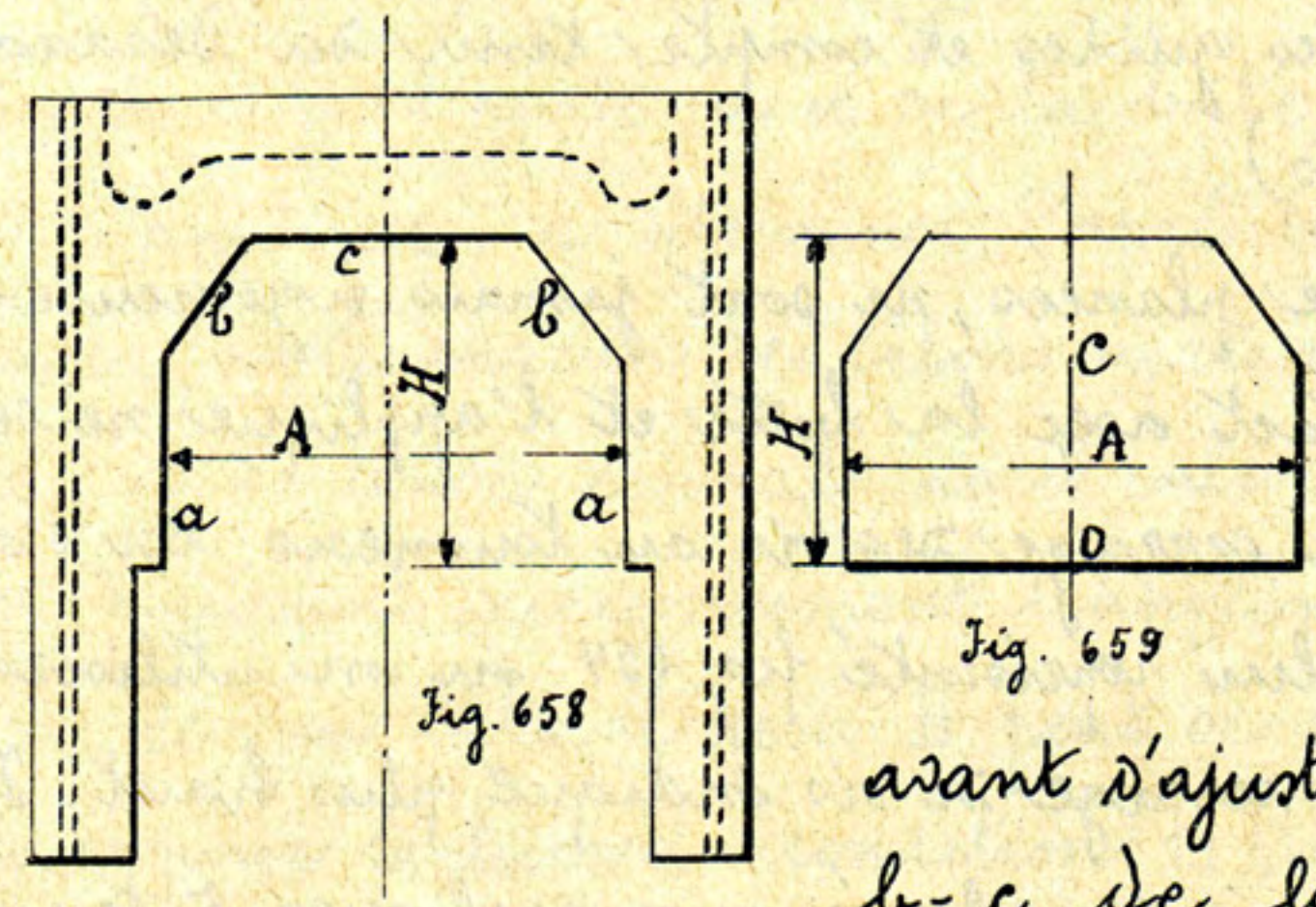


Lorsque le jeu latéral (cote a, fig. 657) est peu important, on se borne parfois à placer des appliques sans ailettes; c'est là une méthode à rejeter, car, à la réparation suivante, on sera bien obligé, le jeu s'accroissant, de placer des

appliqués à ailettes; il faudra, de nouveau, mettre la boîte aux machines-outils pour enlever la matière qu'on aurait pu prendre aisément et en peu de temps à la réparation précédente.

Lors du premier placement d'appliques, les trous de fixation sont forés en premier lieu dans l'applique; ils servent au traçage de ceux à forer ensuite dans la boîte

c) Usinage des faces extérieures du coussinet neuf. Les coussinets bruts

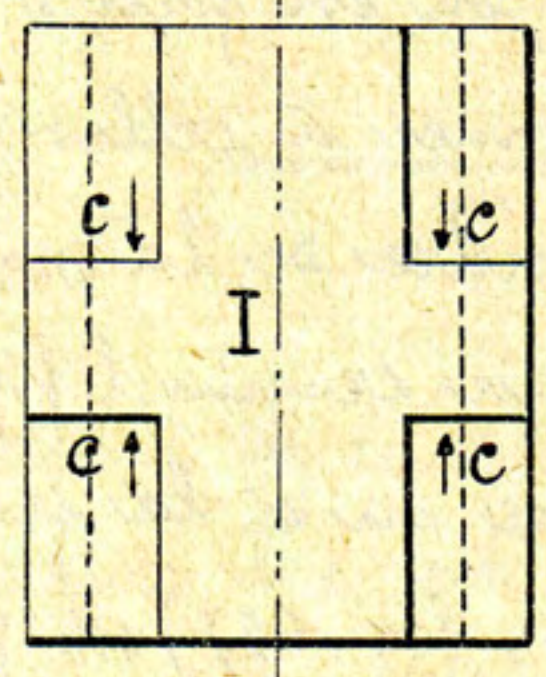
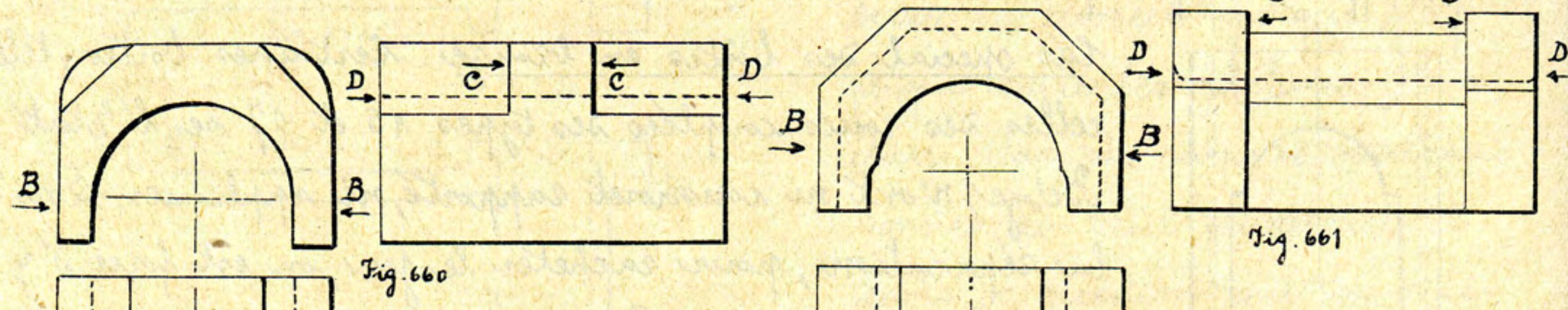


sont remis aux machines-outils accompagnés chacun d'un calibre C (fig. 659) épousant parfaitement le logement dans la boîte.

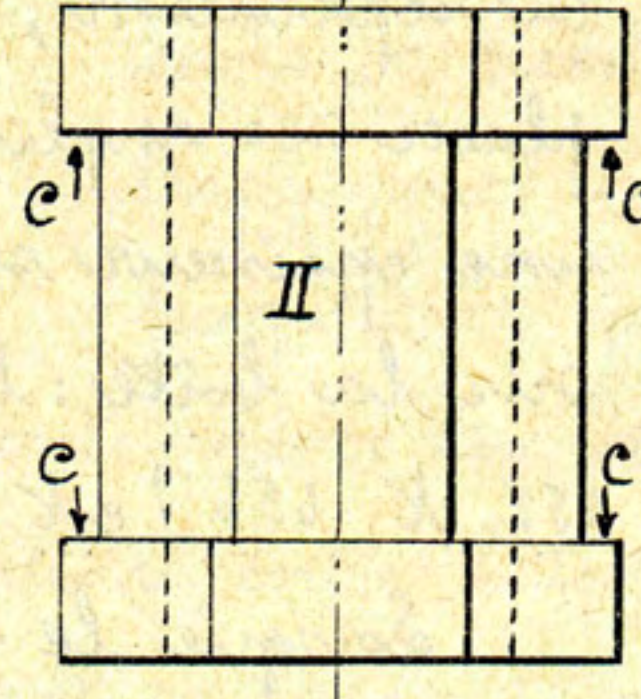
Si le coussinet remplacé a battu dans sa boîte, il a fallu, avant d'ajuster le calibre, redresser les faces a-b-c de la boîte (fig. 658); ce travail se fait

à la main si les parties à rectifier ne sont pas trop détériorées; dans le cas contraire, on a recours à la mortaiseuse; on doit avoir soin, lors de cette opération, de laisser aux joues une égale épaisseur (condition 9).

L'usinage des faces de pose du coussinet se fait ordinairement comme suit:



Modèles I et II
On travaille indiff mortaiseuse ou à dresse d'abord et, sur la face



(fig. 660 et 661). fermement à la la limeuse. On une face d'about opposée, on fait

le traçage d'après le calibre; on a soin de placer celui-ci de façon à devoir prendre le moins de matière possible à la face supérieure du coussinet.

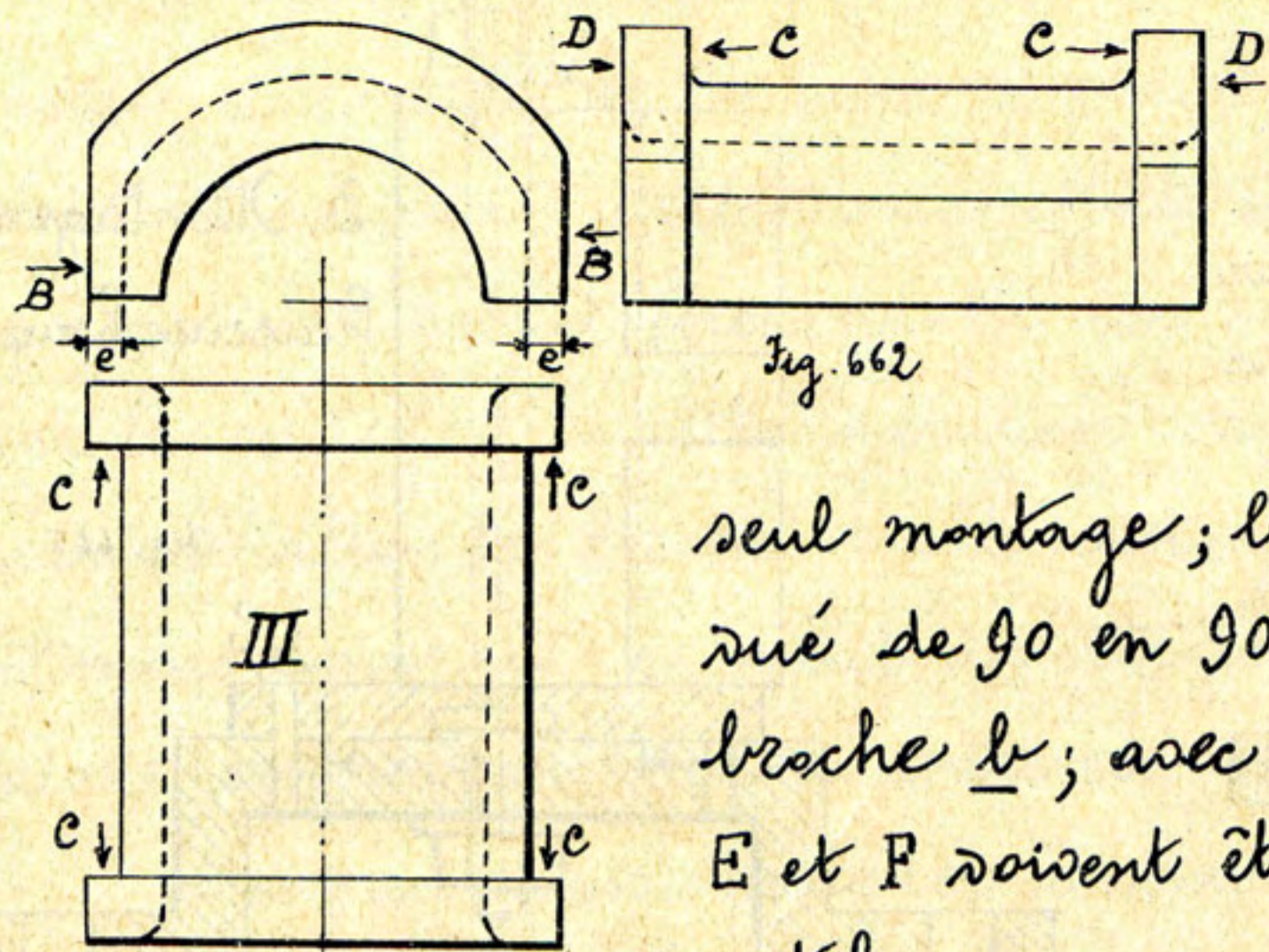


Fig. 662

Pour l'usinage, on emploie avantageusement un des montages représentés ci-contre; les dispositions (fig. 663 et 665) permettent le travail en un

seul montage; le plateau tournant doit être gradué de 90 en 90° et peut être immobilisé par une broche b; avec la disposition fig. 664, les faces E et F doivent être faites sur une autre machine-

1. Montage sur étai-limeur ou sur fraiseuse verticale.

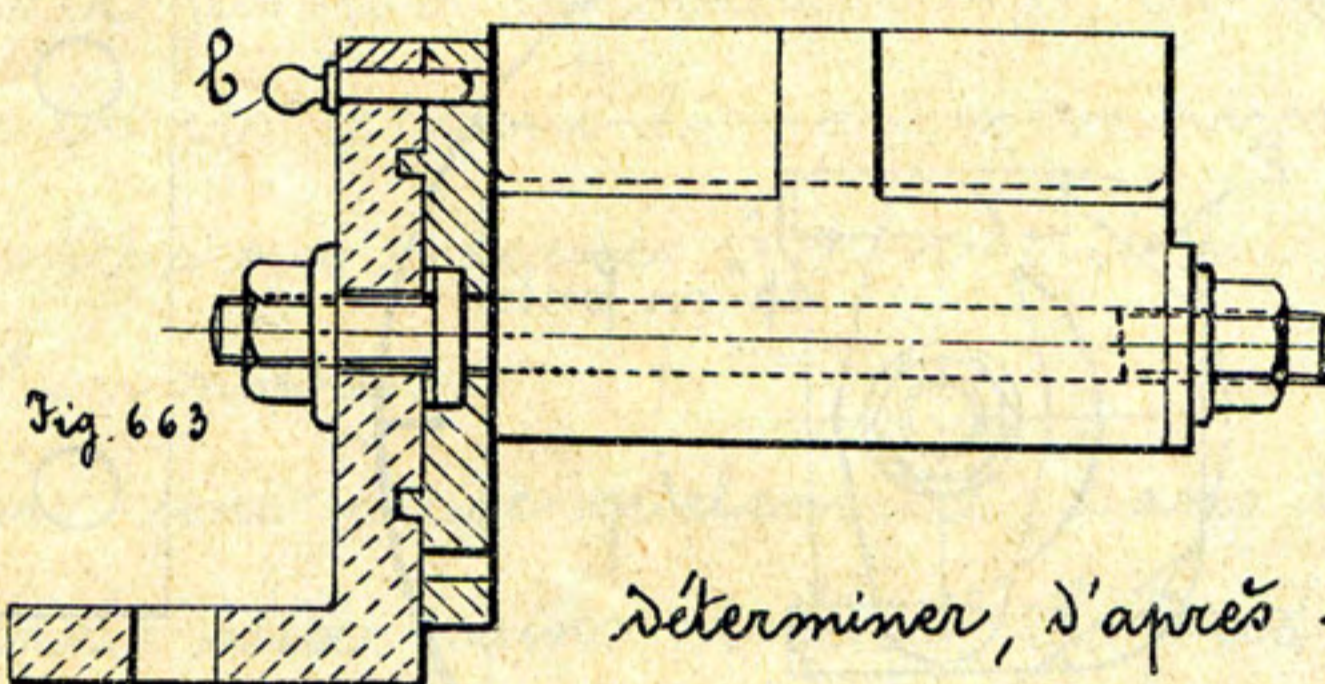
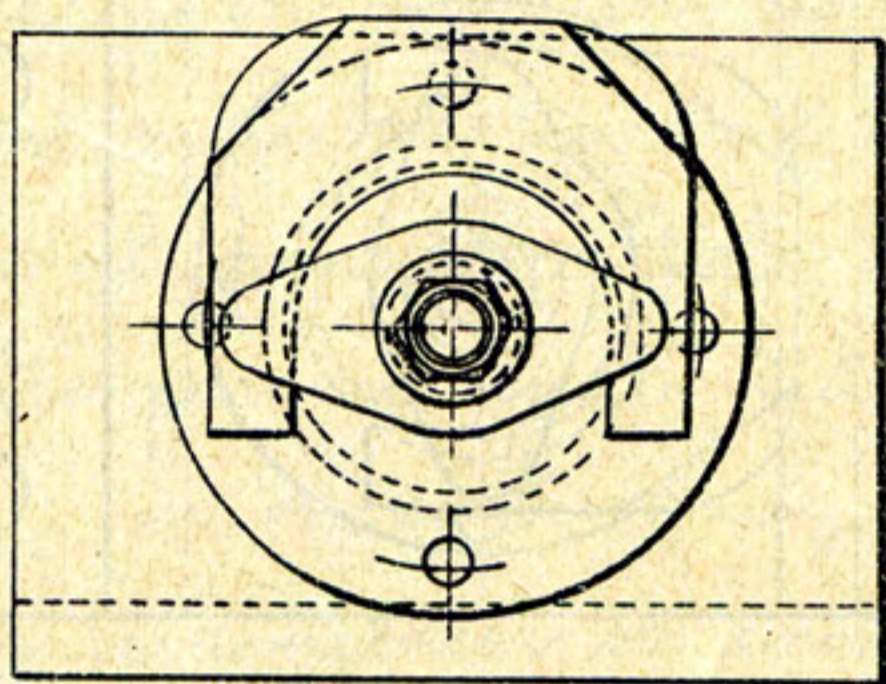


Fig. 663

Modèle
III (fig. 662).

Il faut d'abord

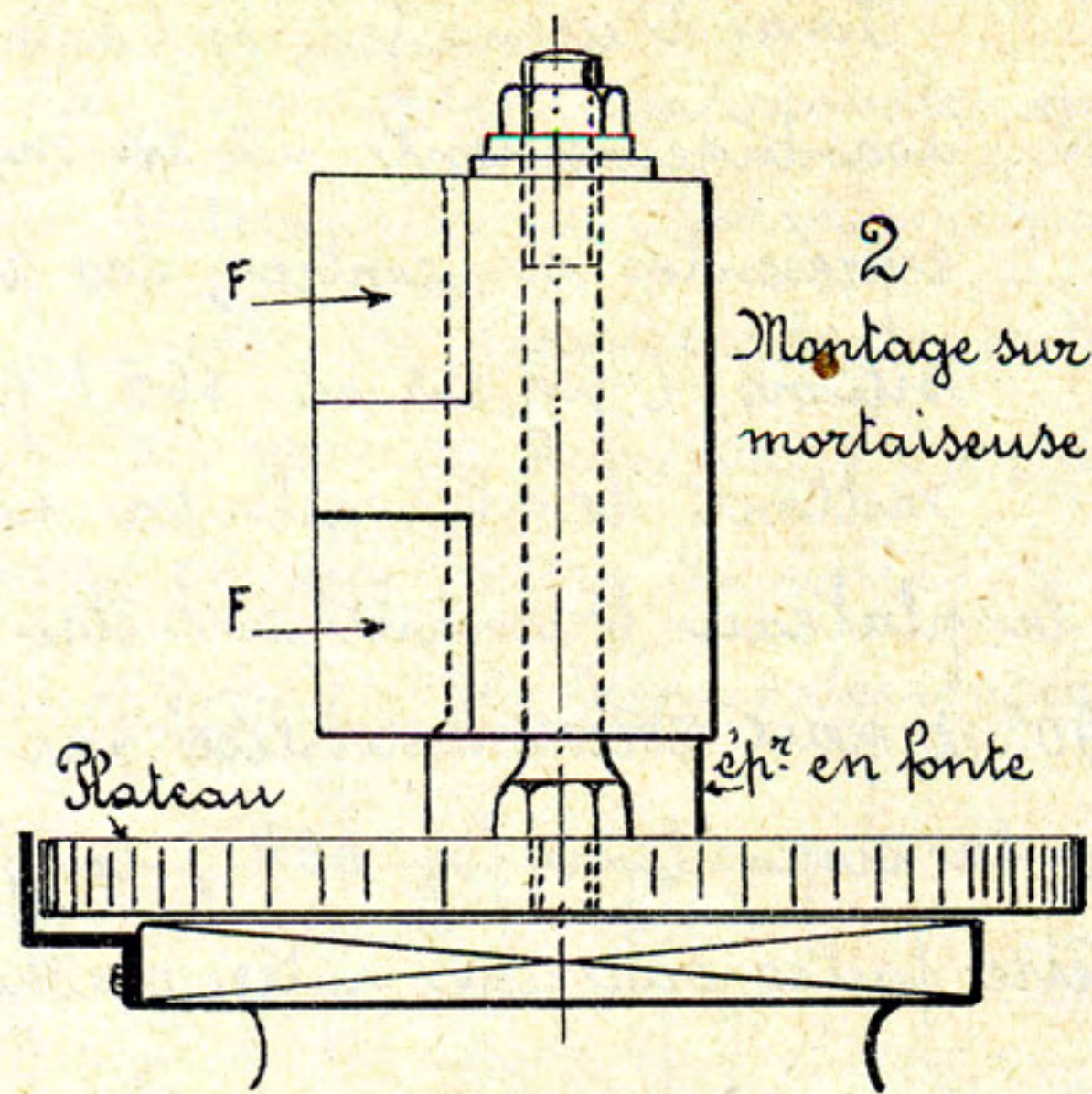
déterminer, d'après la courbu-

re de la face supérieure interne de la boîte, le diamètre d'après lequel doit être tourné extérieurement le coussinet. On prend (fig. 666) une latte dressée de l mm de longueur (l = 200 par exemple) et on relève la flèche f donnée par l'application de cette latte sur la face interne de la boîte; le diamètre cherché s'obtient par la formule suffisamment exacte, $D = \frac{l^2}{4f}$, soit, dans l'exemple cité, $D = \frac{40000}{4f}$, D et f étant exprimés en mm.

Les faces B sont dressées d'après la cote A de la boîte; les épaisseurs e du coussinet doivent être égales.

Les coussinets sont alors essayés dans leurs boîtes, dont les faces de contact ont été préalablement enduites d'une mince couche de minium; la pose doit être parfaite; le coussinet ne sera considéré comme bien ajusté que lorsque toutes ses faces porteront des traces de minium sur toute leur étendue; les retouches nécessaires sont faites à la lime et au grattoir.

On profite de ce montage pour déterminer la quantité de matière



2
Montage sur
mortaiseuse

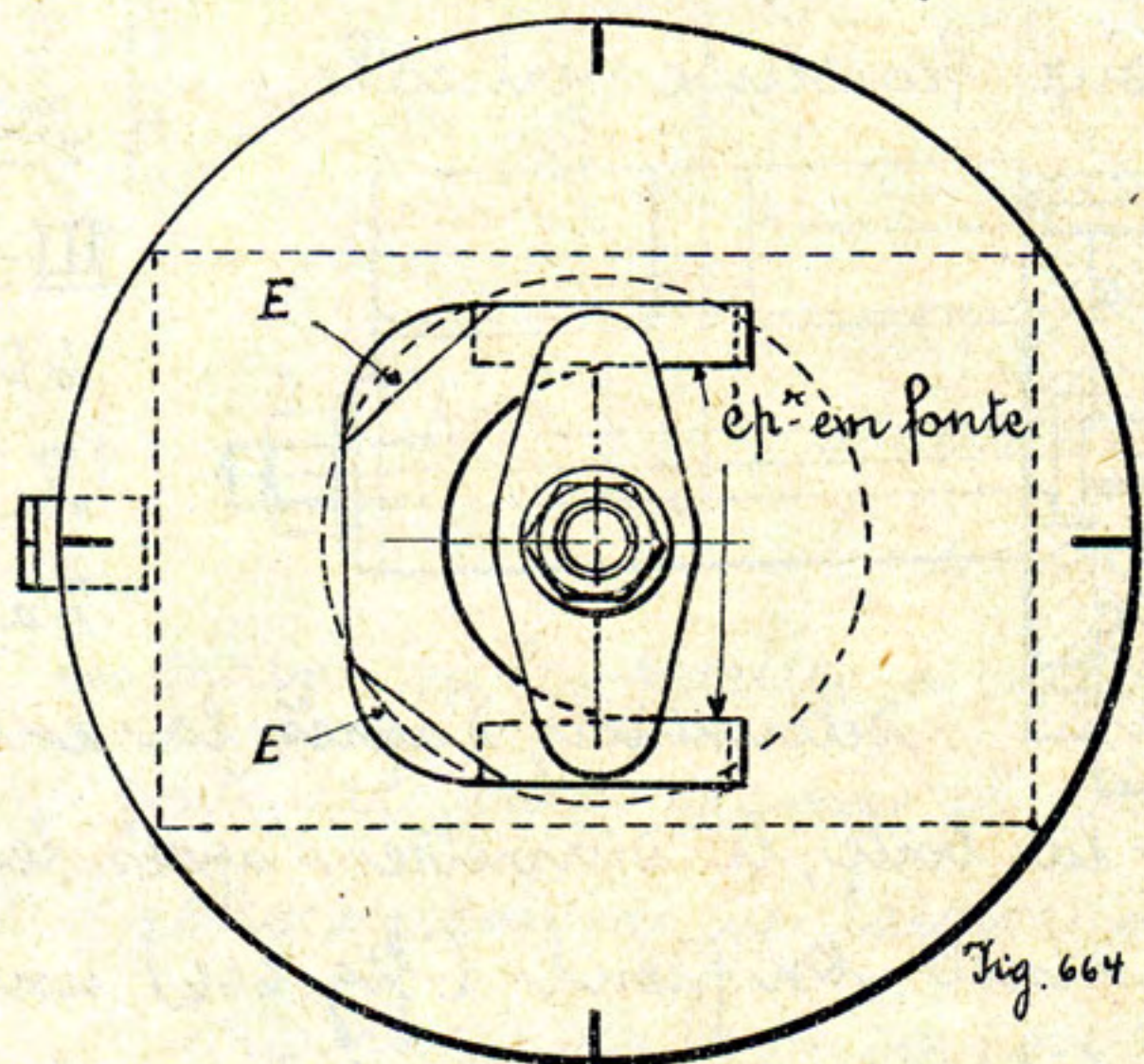
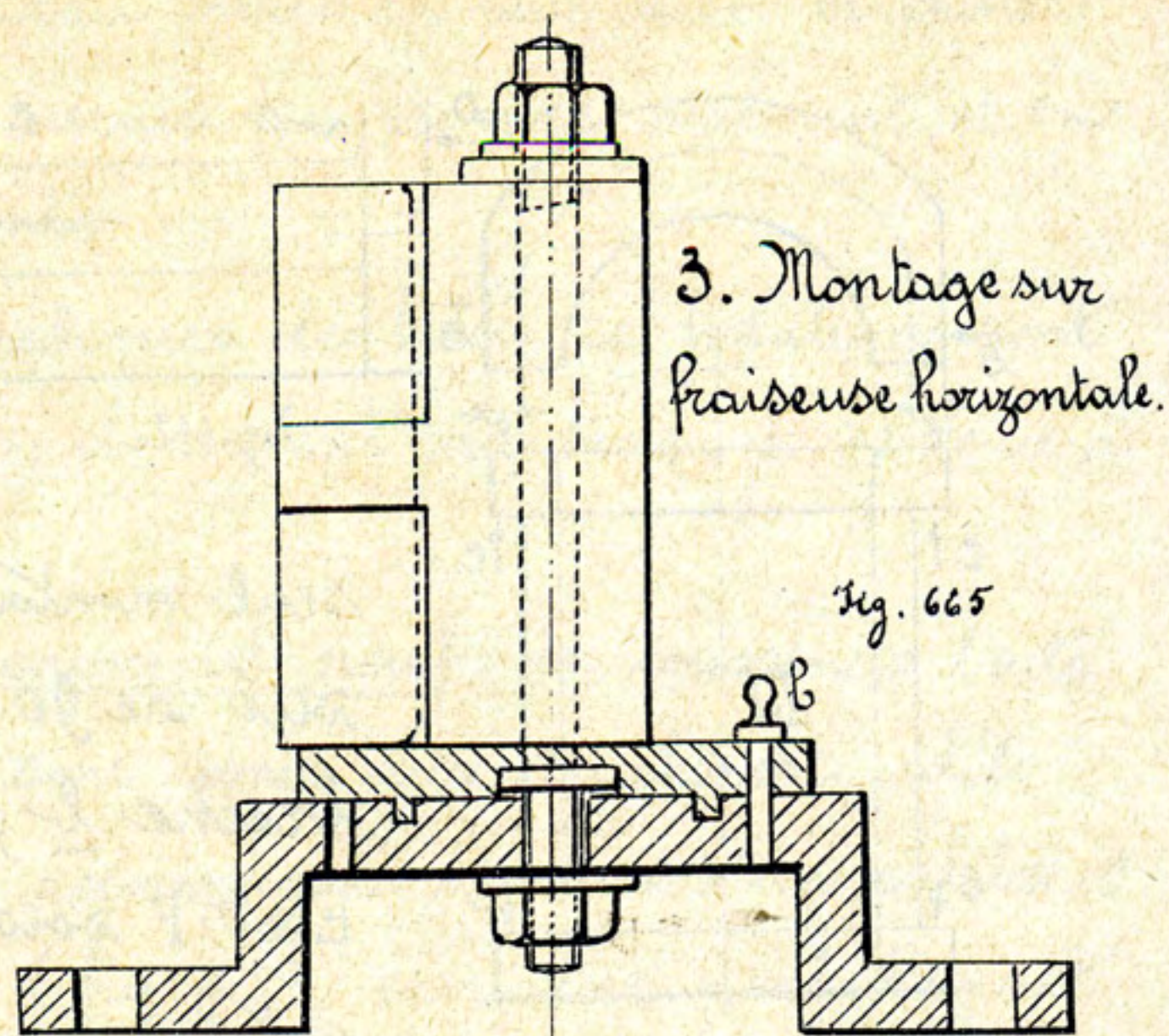
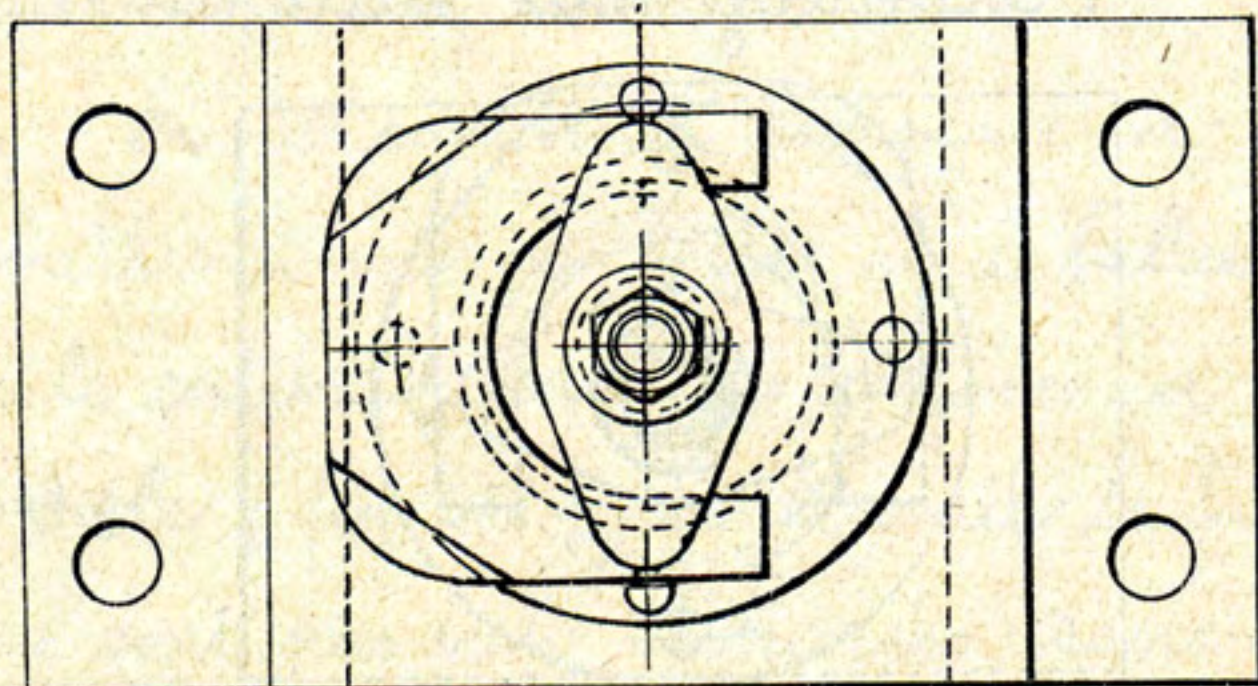


Fig. 664



3. Montage sur
fraiseuse horizontale.

Fig. 665



à prendre sur les faces du coussinet qui viendront en contact avec la sous-boîte; celle-ci est

donc montée au contact avec le coussinet et on mesure sur la face latérale de la boîte, l'intervalle entre les trous devant recevoir la broche respectivement dans la boîte et dans la sous-boîte; c'est de cette longueur que le coussinet devra être raccourci; l'usinage est fait séance tenante Cas de remplissage de coussinets. Si le coussinet a

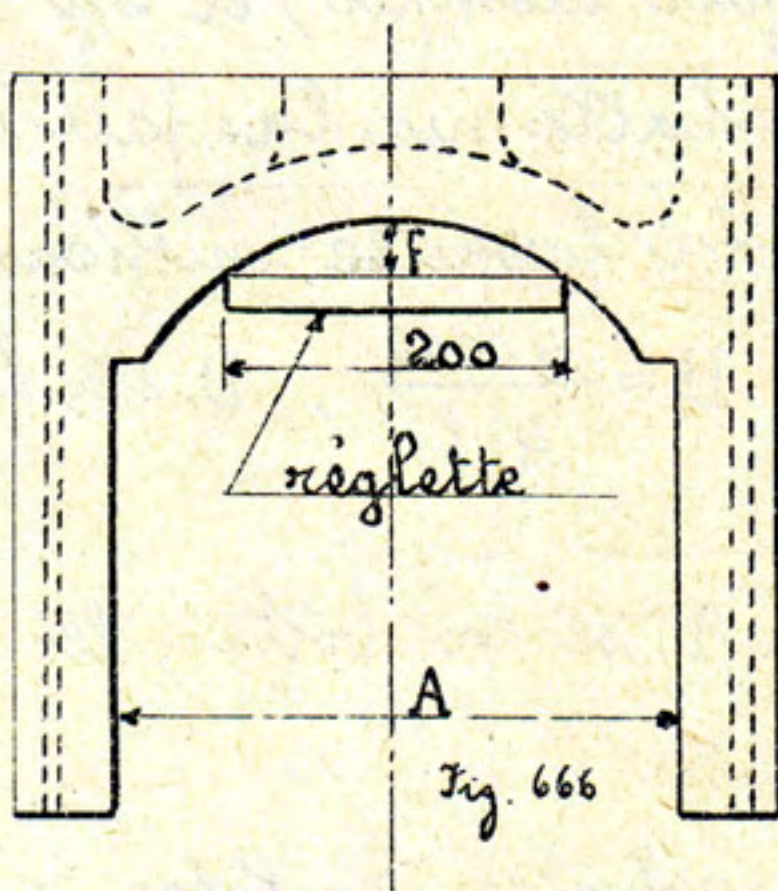


Fig. 666

pris un léger jeu dans sa boîte, soit par suite de battage, soit par le fait que les arêtes a et b se sont légèrement rapprochées (fig. 667), on peut ramener le contact du coussinet avec la boîte par battage des zones c et d; le métal s'allonge, ce qui restitue approximativement au coussinet sa forme primitive. Comme l'action du marteau ne

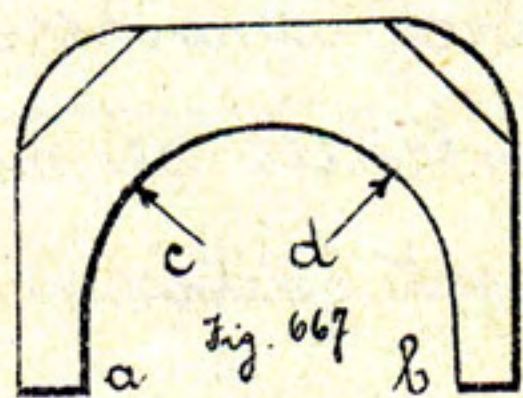
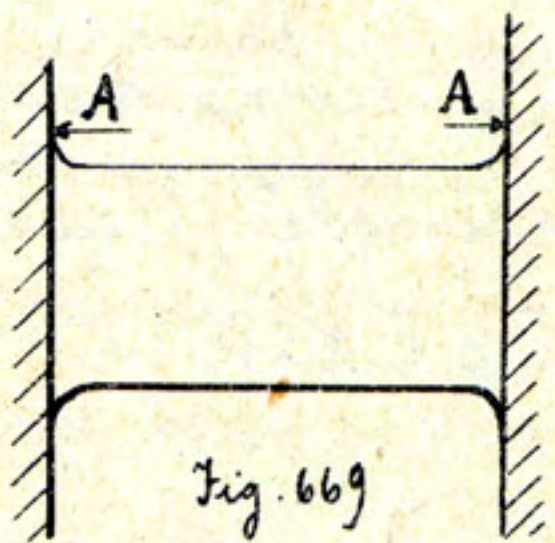
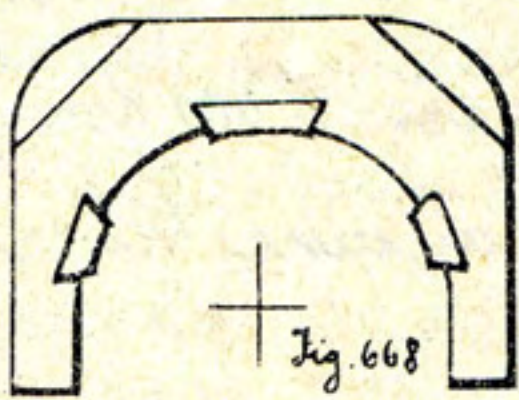


Fig. 667

s'exerce qu'au en surface, des tensions internes sont produites dans le métal; il convient de les faire disparaître si on veut que le coussinet résiste le mieux possible aux efforts extérieurs; on pourrait croire que, le coussinet devant être chauffé lors de l'antimoinage, le recuit se fera par le seul fait de cette opération; or, il est à remarquer que la température atteinte lors de l'antimoinage est moindre que 300° ; nous estimons donc qu'un recuit à cette température est très insuffisant et laisse persister des tensions internes.

On peut aussi procéder comme suit: lors du désantimoinage, le coussinet étant chaud, on ouvre celui-ci à l'aide d'une vis extensible qu'on maintient en place jusqu'à refroidissement; la contraction étant empêchée au droit de la vis et dans les parties voisines, il se produit, dans le métal, des tensions internes qu'on doit faire disparaître par un recuit à 500° au moins.

Si on se trouvait, pour une cause quelconque, dans l'obligation de remplacer des coussinets aux trains moteurs, il faudrait avoir soin, en raison des grands efforts horizontaux supportés par ces coussinets, d'y encastrier des barettes en bronze qui devraient venir en contact avec la fusée (fig. 668).



Les coussinets des boîtes doivent-ils être remplacés, ou peuvent-ils être réemployés? L'usure aux coussinets se produit de 2 façons: 1^o) par frottement sur la fusée et contre les épaulements A de l'essieu (fig. 669) 2^o) par battage; l'effort résultant du mouvement alternatif du piston occasionne le martelage des faces B (fig. 660 à 662) contre la boîte; et le passage dans les courbes, de même que le mouvement de lacet, provoquent des pressions sur les faces C (fig. 660 à 662).

Le jeu résultant du frottement sur la fusée se rachète sans inconvénient au moyen de métal blanc; toutefois aux coussinets d'essieux moteurs, les barettes recevant les efforts horizontaux doivent rester apparentes; on retire le jeu, dans le sens horizontal, par

apport de bronze, au chalumeau, ⁻⁸⁷⁶⁻ sur les barettes existantes.

Le jeu des faces d'about D se rachète par formation, à l'autogène, de barettes, qu'on taille ensuite au burin en forme de queue d'aronde; on remplit les intervalles de métal blanc jusqu'à affleurement (fig. 670).

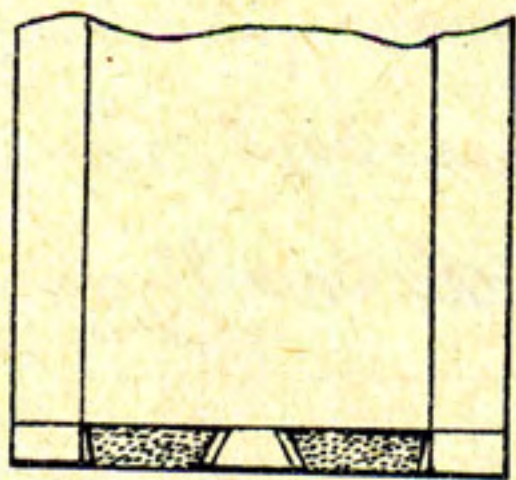


Fig. 670-

Le jeu par battage se produit d'autant plus aisément que le coussinet est monté avec plus d'aisance dans sa boîte; pour prévenir ou au moins retarder ce jeu, il importe que l'ajustage du coussinet dans celle-ci soit très soigné.

Le jeu par battage des faces B se rachète, avons-nous vu, en surant le coussinet soit au moyen de coups de marteau donnés sur la partie cylindrique soit par extension à la vis; le jeu sur les faces C se reprend par apport de métal.

On ne doit pas s'illusionner sur la valeur de ces méthodes de reprise de jeu sur les faces B; le contact avec la boîte ne s'obtient qu'au droit des coupes a b du coussinet (fig. 667); le métal des deux jupes, malgré le recuit, ne garde vraisemblablement pas ses qualités primitives; c'est un fait d'expérience qu'un coussinet qui a subi ce traitement, c'est-à-dire qui a été réutilisé après ouverture par martelage, prend beaucoup plus rapidement du jeu dans sa boîte qu'un coussinet neuf bien ajusté; il n'est pas rare que le premier batte déjà après 2.000 Km.; après 40.000 Km., le second, parfois, ne montrera encore aucune trace de battage.

C'est ce qui nous permet de conclure à l'utilité du remplacement des coussinets du train moteur à chaque réparation, à moins qu'on n'aperçoive aucun jeu par battage; pour les trains accouplés, l'examen des coussinets et l'expérience doivent indiquer la solution à adopter.

La question de l'économie du travail, dans l'un ou l'autre procédé, n'est qu'accessoire en l'occurrence; certes, le remplacement est plus onéreux; mais que coûtent aussi l'accroissement de l'entretien, les immobilisations plus nombreuses des locomotives et la réduction de

leur parcours kilométrique entre deux réparations ?

d) Antimoinage des coussinets. Le métal blanc doit être emprisonné dans des logements prévus dans le coussinet afin que, par la pression, il ne puisse se détacher latéralement; aux coussinets neufs, les barettes restent apparentes (si du moins les plans les pressent telles) et viennent à fleur avec le métal blanc; aux coussinets de remploi, nous venons de dire que cette condition doit toujours être remplie en ce qui concerne le train moteur; c'est que, d'abord, ce sont les boîtes motrices qui fatiguent le plus; en second lieu, en cas de fusion du métal blanc par suite d'échauffement, il ne faut pas que le piston puisse prendre contact avec le couvercle de cylindre.

Il est d'ailleurs avantageux que les barettes existent à tous les coussinets de boîtes des trains accouplés; en cas de fusion de métal, le tourillon reste suffisamment entouré pour que la locomotive puisse poursuivre sa route à faible vitesse.

La composition classique du métal blanc pour coussinets est la suivante :

5,5 cuivre - 11 antimoine - 83,5 étain.

C'est celle de l'ancien métal n°1 de l'Etat Belge.

Comme il est très cher du fait de sa forte teneur en étain, d'autres compositions ont été admises pour des raisons d'économie; telle est celle du métal 1^{bis}; dans la formule ci-dessus, on a remplacé 23,5 d'étain par du plomb pour constituer le métal 1^{bis}.

Pour antimoiner les coussinets, il faut d'abord les nettoyer; le jet de sable convient très bien pour les coussinets neufs; on les décape à l'acide chlorhydrique (esprit de sel) et on les étame au moyen d'un alliage composé en parties égales de plomb et d'étain (soudure des ferblantiers). Cet étamage se fait, le coussinet étant convenablement chauffé, en le frottant simplement à la baguette de soudure, puis à la loque, imbibée d'acide. Aussitôt après, on coule le métal blanc; pour obtenir une bonne liaison, il est nécessaire que le coussinet soit chaud au point que l'étain commence à y fondre.

Il est avantageux de se servir de moules spéciaux, ne ménageant que la légère surépaisseur exigée par l'usinage; on évite ainsi du travail aux machines-outils ainsi qu'un déchet exagéré de métal.

Coussinets de boîtes à huile sans garnissage de métal blanc. Dans ces derniers temps, les chemins de fer belges ont mis à l'essai des coussinets en bronze au plomb (non garnis de métal blanc) ayant la composition suivante: cuivre 70,5%; étain 5%; plomb 24,5%. Ils viennent de généraliser leur emploi aux locomotives de manœuvres; l'essai continue sur les locomotives de route; les résultats obtenus après deux ans de service sur les locomotives G 8¹ permettent d'envisager, pour un avenir prochain, l'extension de l'emploi de ce bronze; les conditions à réaliser avec ces coussinets sont: 1°) une bonne pose sur la fusée; 2°) un équilibrage parfait du châssis.

L'économie obtenue résulte a) de la suppression du métal blanc, b) du prix du bronze au plomb inférieur à celui du bronze 84/16, c) de l'usure plus faible des coussinets et par suite, de la possibilité d'accroître les parcours entre réparations.

e) Montage du coussinet dans sa boîte. Tracage. Après refroidissement et ébarbage éventuel, le coussinet est placé dans sa boîte et fixé à demeure à l'aide de la sous-boîte et des broches d'assemblage. Ces broches doivent être bien cylindriques et leurs extrémités légèrement arrondies.

On trace alors le coussinet en vue de l'alésage; le centre doit se trouver à égale distance des faces internes de la boîte; la partie supérieure du coussinet doit avoir une hauteur telle que la condition 10 soit réalisée: cette hauteur doit être celle indiquée au plan, majorée, éventuellement, pour tenir compte des usures des fusées.

Le but du tracage effectué par l'ajusteur est simplement de situer le centre du coussinet; cet ouvrier tracera donc une circonférence d'un diamètre supérieur à l'alésage et y marquera des coups de pointeau (témoins); ceux-ci permettront de vérifier, après alésage, si cette dernière opération a été faite conformément au tracage. Le tourneur reçoit

de la brigade à boîtes, l'indication du diamètre de l'alésage à effectuer.

En ce qui concerne la longueur du coussinet et l'épaisseur à donner aux rebords latéraux, on se rappellera que normalement cette épaisseur devrait être la même de chaque côté du coussinet; mais que, par suite de l'accroissement de longueur des fusées résultant de l'usure, soit des épaulements de l'essieu, soit des moyeux des roues, les plans médians longitudinaux des guides pourront ne pas passer par le milieu des fusées; c'est en déterminant correctement les rebords à donner de chaque côté à chacun des coussinets qu'on rachète cette usure de façon que la circulation de la locomotive reste normale.

Rappelons que les guides de boîtes ont été remis aux cotés du plan et se trouvent montés aux longerons de telle sorte que leurs faces externes sont à égale distance de l'axe longitudinal des cylindres.

Deux conditions sont toujours à réaliser pour que la circulation des trains de roues se fasse normalement :

1°) En alignement droit, tous les trains de roues doivent avoir leur milieu sur l'axe longitudinal idéal de la locomotive (c'est-à-dire l'axe de la locomotive lorsque les longerons ne sont pas déformés).

2°) Pour cette position des trains de roues, les boîtes étant montées sans jeu dans leurs guides, il doit exister un jeu égal, sur la fusée, de part et d'autre du coussinet.

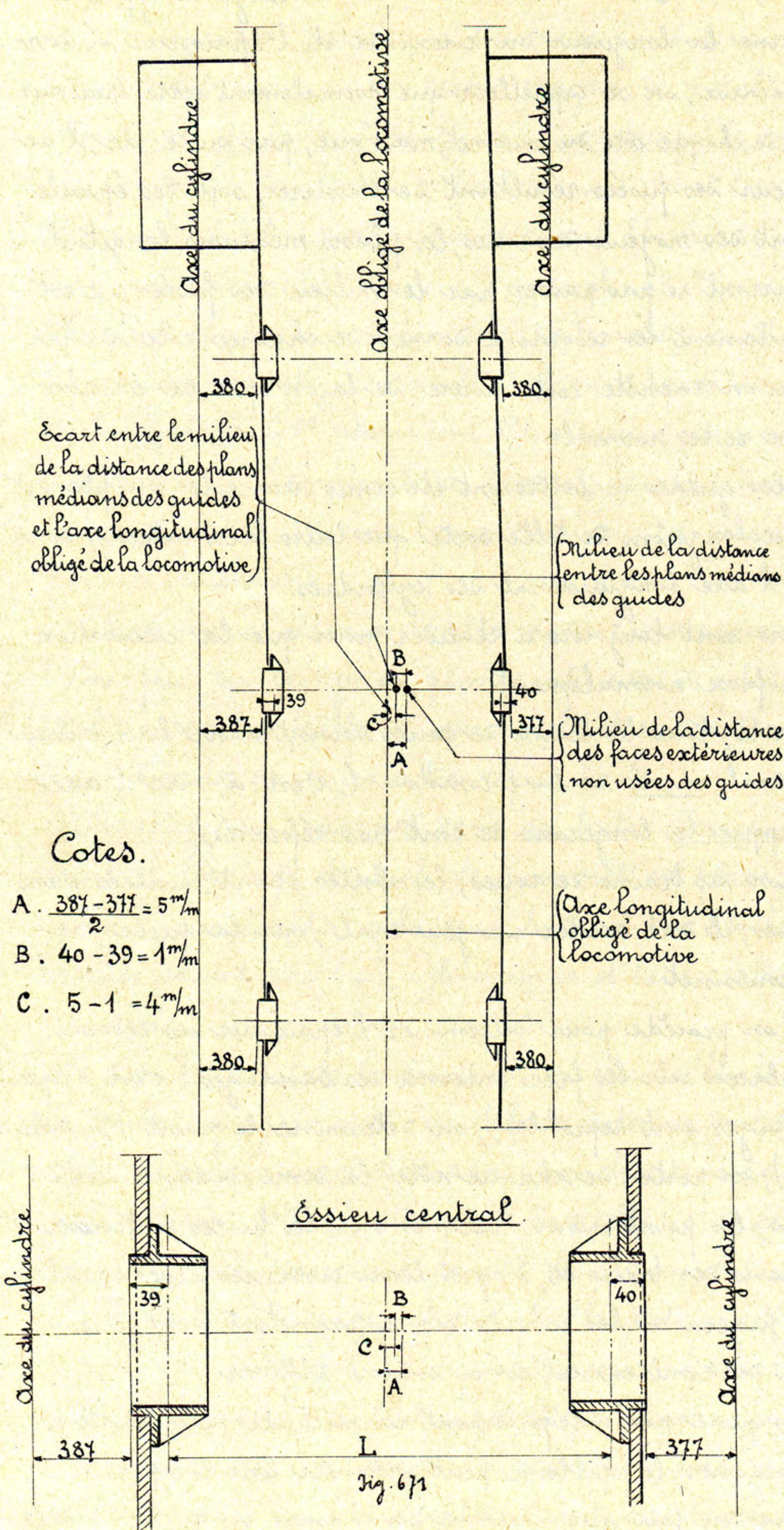
Ici comment on procède pour déterminer l'épaisseur des rebords. Au moyen de règles placées sur les faces internes des bandages (c'est d'après ces faces que les bandages sont reprofilés), on détermine le point M, milieu de l'essieu (fig. 672); on porte, de chaque côté, la demi-distance entre les milieux des guides; les points ainsi marqués sur les fusées se trouveront dans les plans médians des boîtes et, d'après leurs distances aux épaulements des fusées, on jugera si les rebords des coussinets doivent être d'épaisseurs inégales et de combien celles-ci doivent différer.

Quand on n'emploie pas intégralement la méthode de réparation par substitution d'organes, le problème peut présenter une complexité beaucoup plus grande du fait que l'usure des champs des guides ou le

le faussage éventuel des longerons ne sont pas rachetés ou réparés. Les deux conditions énoncées plus haut doivent encore être remplies.

Dans la fig. 671 nous supposons que les deux longerons sont faussés et que les champs des guides sont usés inégalement; 377 et 387 mm. sont les distances de la partie non usée des champs des guides à chacun des fils d'axe des cylindres; 40 et 39 mm. sont les distances des milieux de la largeur des guides (plan médian longitudinal) à la même partie non usée.

Si on faisait égaux les rebords de chaque sous-sinet, le faussage des longerons déporterait

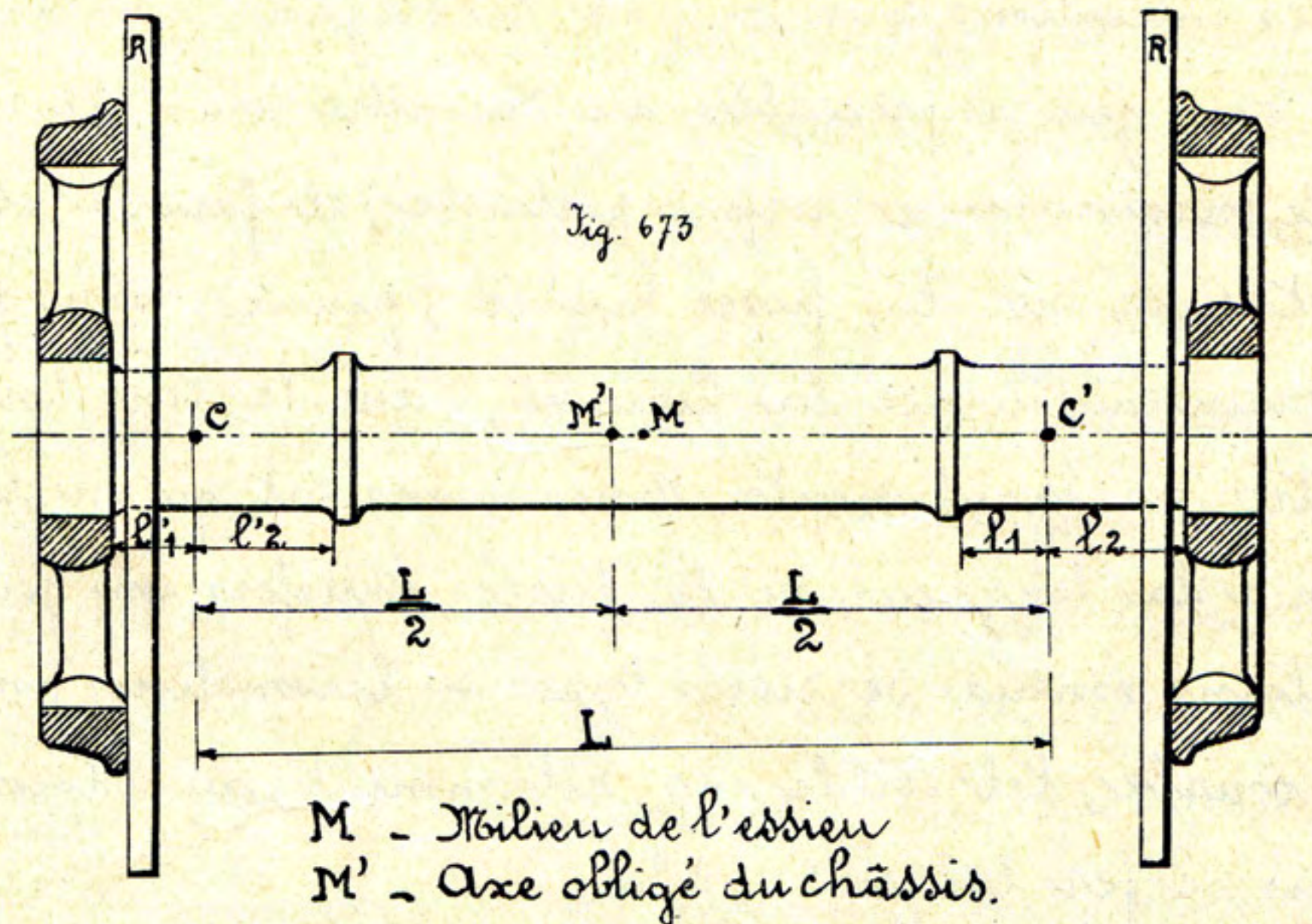


Écart entre le milieu de la distance des plans médians des guides et l'axe longitudinal oblique de la locomotive

Cotes.

- A. $\frac{387 - 377}{2} = 5 \text{ mm}$
- B. $40 - 39 = 1 \text{ mm}$
- C. $5 - 1 = 4 \text{ mm}$

Fig. 671



le milieu de l'essieu de
 $A = \frac{387 - 377}{2} = 5 \text{ mm.}$ vers la droite; l'usure inégale des guides le ramènerait de
 $B = 40 - 39 = 1 \text{ mm.}$ vers la gauche. En fin de compte, le milieu de l'essieu se trouverait à la distance
 $A - B = 4 \text{ mm.}$ à droite de l'axe idéal de la

locomotive; comme il doit se trouver sur cet axe, il faudra repousser l'essieu de 4 mm. vers la gauche.

Pour comment on procède dans ce cas. On détermine le point M (fig. 673), milieu de l'essieu, comme dans le cas précédent; on porte alors 4 mm. à gauche de ce point et on obtient le point M'. On mesure la distance L entre les milieux des guides (par où passeront les plans médians longitudinaux des boîtes). De M', on porte de chaque côté la distance $\frac{L}{2}$; on obtient, sur les fusées, les points C et C', qui déterminent les plans médians longitudinaux des boîtes; la différence $l_2 - l_1$ est la différence d'épaisseur des rebords du coussinet de droite; c'est $l_1 - l_2$ pour le coussinet de la boîte de gauche. On laisse un jeu total de 2 mm. sur la longueur de la fusée.

Nous avons vu que, lors de l'opération de l'équarissage, on relève les distances des guides à l'axe des cylindres; c'est au même moment, c'est-à-dire tandis que le fil est toujours tendu, que, dans le cas de non application de la méthode de substitution, on relève la distance du fil au milieu de chacun des guides; il suffit de prendre la différence de ces deux distances pour avoir l'écartement du milieu du guide à la partie non usée de son champ extérieur.

f) Usinage du coussinet monté dans sa boîte. La boîte passe au tour, munie de son coussinet et de sa sous-boîte, le tout maintenu par les broches d'assemblage. Sa tournure alèse le coussinet et dresse

les faces d'about d'après les indications fournies par la brigade à boîtes.

L'alésage se fait sans jeu appréciable, au diamètre exact de la fusée, afin de procurer le maximum de surface portante; il faudra simplement que le coussinet posé sur la fusée huilée, puisse, sans forçage, être déplacé à la main autour de la fusée et, dans le sens longitudinal de celle-ci, entre ses épaulements. Nous avons dit qu'on laissait un jeu de 2 mm. sur la longueur de la fusée; toutefois un jeu supérieur est prévu à certains essieux de divers types de locomotives pour faciliter le passage en courbe; tel est le cas, notamment, aux locomotives suivantes des chemins de fer belges:

types G 7¹, G 7², G 9, G 8: jeu de 20 mm. aux 2^e et 4^e essieux.

type G 8¹: jeu de 6 mm. au 4^e essieu.

type G 10: jeu de 56 mm. aux 1^{er} et 5^e essieux.

type G 12: jeu de 50 mm. aux 2^e et 5^e essieux.

type T 15: jeu de 40 mm. au 4^e essieu.

type 23: jeu de 14 mm. au 4^e essieu.

La forme des congés n'est pas indifférente; il importe que le coussinet ne vienne jamais, même en cours d'usure, porter sur l'arondi des épaulements; cela provoquerait des échauffements; il est avantageux de réduire le congé du coussinet à un simple chanfrein incliné à 45° (fig. 674); celui-ci est plus facile à exécuter et son contact avec l'épaulement à la suite d'usure n'est jamais à craindre.

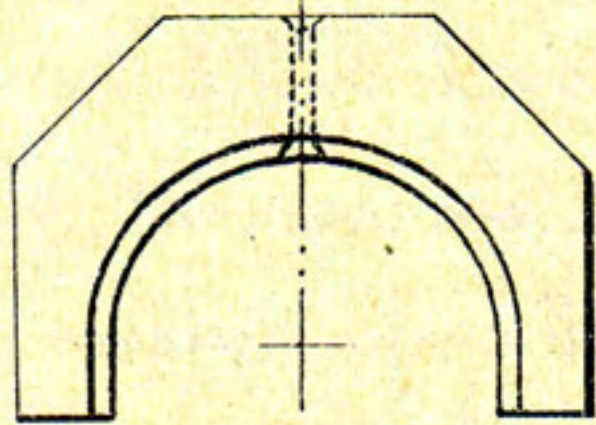
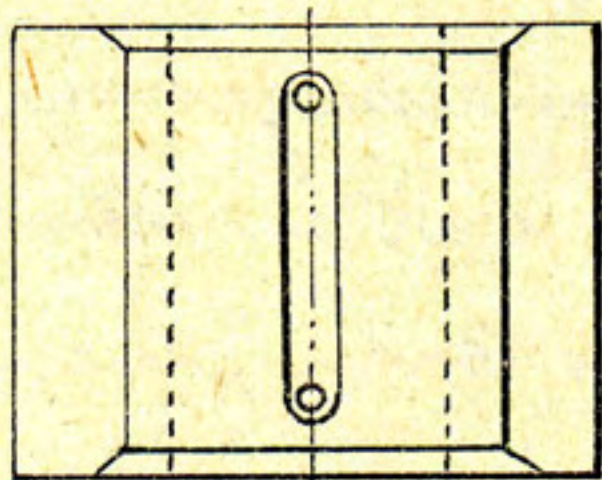


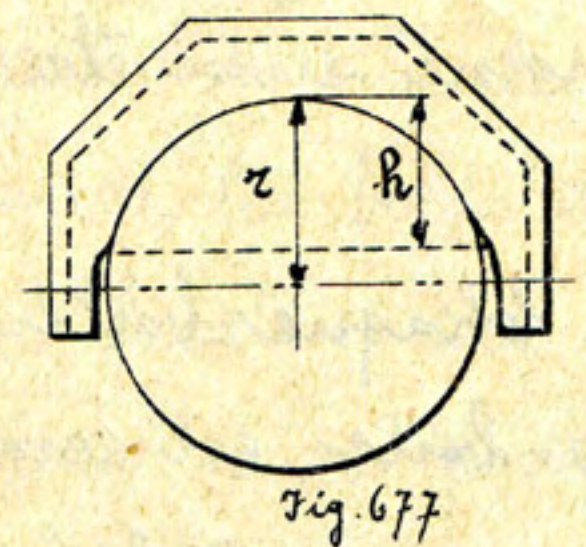
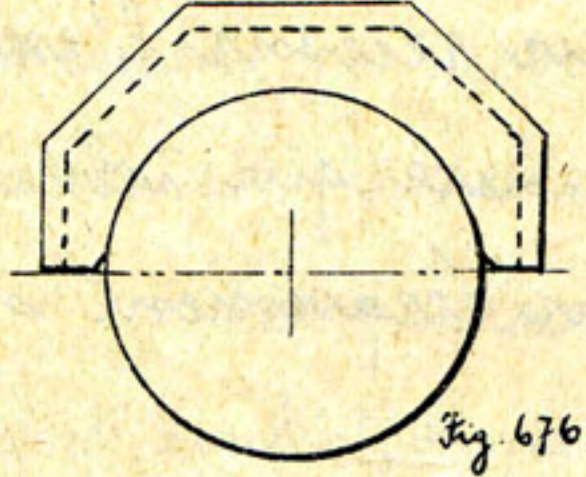
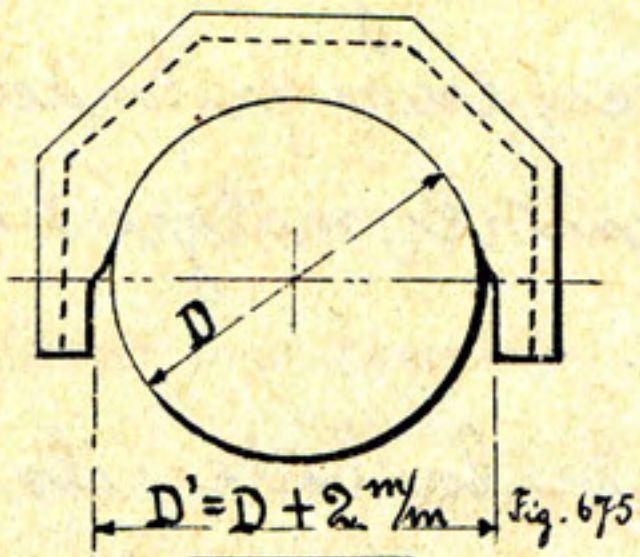
Fig. 674

Après alésage, le coussinet est retiré de sa boîte; on lui donne alors, à la limeuse, la dépolie nécessaire; aux essieux moteurs et accouplés des locomotives modernes, les joues descendent au-dessous de l'axe d'alésage; pour permettre le montage du coussinet sur la fusée, on fait la dépolie de façon que $D' = D + 2 \text{ mm.}$ (fig. 675);

aux essieux porteurs et aux essieux de tender, la hauteur de la surface portante du coussinet n'est généralement que de $h = \frac{7}{10} r$;

la dépolie est faite en conséquence (fig. 676).

Dans tous les cas où la portée se fait par toute la surface demi-cylindrique, il est nécessaire de dégager l'alésage dans le plan horizontal de l'axe de l'essieu par un léger chanfrein pour éviter que le coussinet ne pince la fusée lors de la dilatation causée par un léger échauffement résultant du rodage; on évite, en même temps, de cette façon, le raclage de l'huile de graissage (fig. 677).



g) Ajustage du coussinet sur la fusée. Après que la dépolie nécessaire a été donnée, le coussinet est essayé sur sa fusée. On enduit préalablement celle-ci d'une légère couche de minium; le coussinet ne

sera considéré comme bon que lorsque la surface de pose portera des traces de minium sur toute son étendue après qu'on aura fait osciller légèrement le coussinet sur la fusée; les retouches nécessaires se font au grattoir. Par la même occasion, on vérifie si le jeu longitudinal prescrit est bien réalisé; le jeu diamétral doit simplement permettre la rotation, à la main, du coussinet sur la fusée huilée et son glissement longitudinal entre les épaulements.

A ce propos, disons qu'il est nécessaire que les fusées soient bien polies, et cela en vue d'éviter le glacage: on entend par là la formation, entre le packing de la sous-boîte et la fusée, d'une couche très mince de pellicules métalliques enchevêtrées de fragments de laine; le glacage empêche l'arrivée de l'huile au contact du coussinet; il se produit d'autant plus rapidement que les rugosités de la fusée entraînent plus facilement celles du coussinet.

Confection des poches et pattes d'araignée et des trous de graissage.

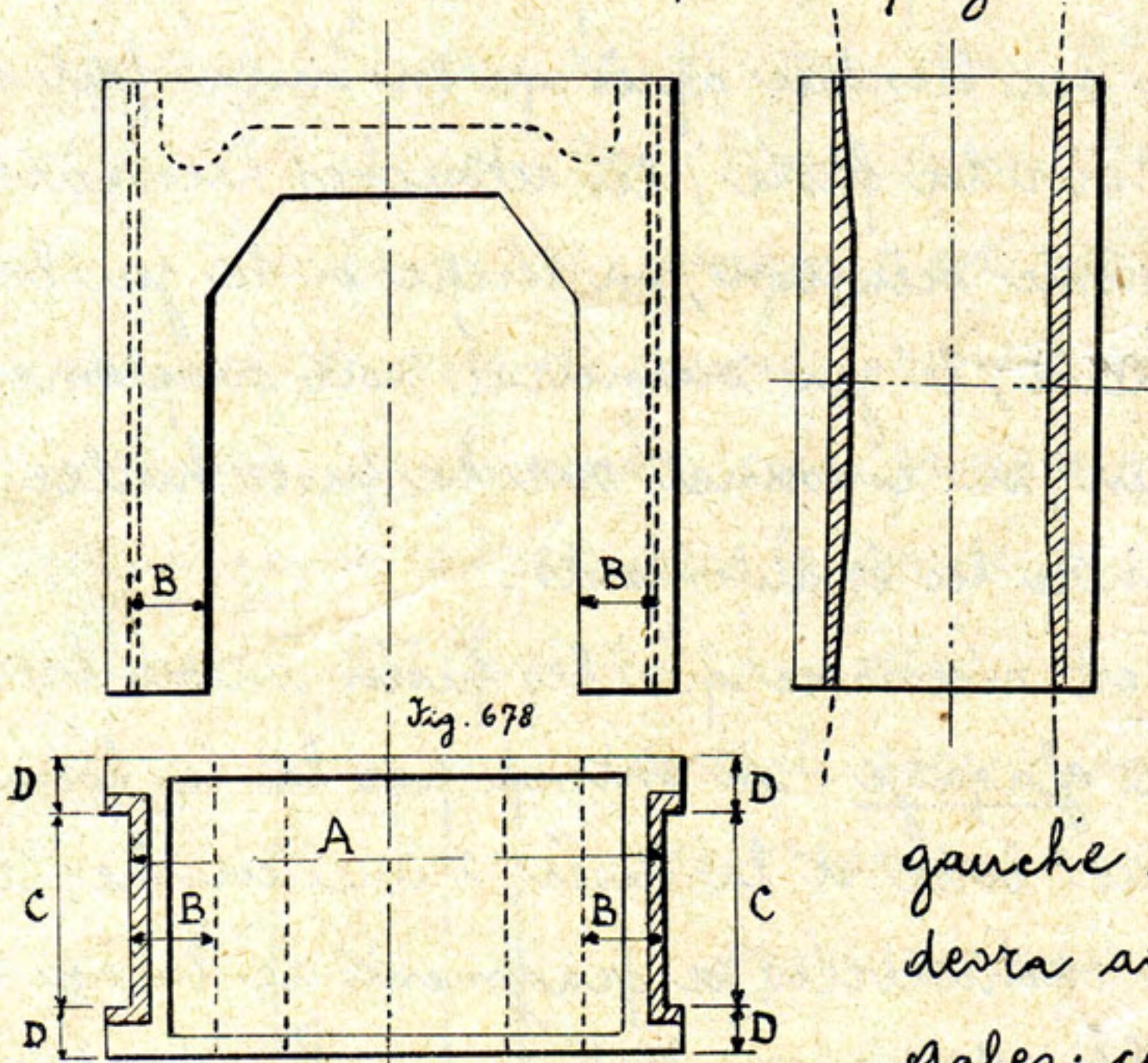
La disposition des conduits de graissage est importante au point de vue des échauffements; celle représentée fig. 674 nous paraît recommandable; elle ne comporte qu'une rainure tracée suivant la génératrice supérieure. D'une façon générale, on peut dire que les rainures ne

doivent pas être poussées trop loin : l'huile doit pouvoir s'y accumuler pendant les stationnements, sans risque de se perdre ; leur profondeur doit être suffisante pour qu'elles ne puissent disparaître, malgré l'usure du coussinet.

Les trous de graissage sont forés suivant ceux de la boîte ; ils sont fortement fraisés 1°) à leur partie supérieure pour recevoir l'extrémité de la buse de graissage, 2°) à la partie inférieure qui débouche sur le coulant de façon à éviter toute obstruction par écrasement ou par entraînement de métal blanc.

Les arêtes des rainures et poches de graissage doivent aussi être rabattues afin que l'huile ne puisse être raclée.

h) Usinage des faces extérieures des appliques montées. Chaque boîte, munie de ses appliques, de son coussinet et de sa sous-boîte, est remise aux machines-outils, accompagnée : 1°) d'un calibre donnant l'écartement exact A (fig. 678) des guides correspondants ; 2°) d'une note de la brigade de montage indiquant de quelle quantité et dans quel sens l'essieu doit être désaxé dans ses guides.



Si l'essieu doit être désaxé de 1 mm. vers l'avant, du côté gauche de la machine, la boîte de gauche devra avoir ses appliques d'épaisseurs inégales ; celle d'avant sera 2 mm. en moins que celle d'arrière.

que celle d'arrière.

Le sens et la valeur du désaxage ne présentent aucune indétermination dans le cas où la position des essieux est repérée sur les longerons ; il n'en est plus de même quand il n'existe pas de repères ; la préoccupation du chef de brigade du montage doit être alors de maintenir les essieux aux écartements prévus aux plans, c'est-à-dire de conserver aux bielles d'accouplement les longueurs prescrites.

La cote C est celle de la largeur des guides, augmentée de 1/2 mm.

L'épaisseur des rebords D est identique de part et d'autre de la boîte (condition 7). Pour permettre le balancement du châssis lors de la circulation en courbe, on donne à ces rebords, vers le haut et vers le bas, une dépouille de 2 mm. sur une hauteur d'environ 130 mm.; à moins, bien entendu, qu'il ne s'agisse d'appliches de remplissage; on a vu que le jeu aux ailes est, à celles-ci, repris par martelage en matrice.

Les pattes d'araignée ou les encoches de graissage sur les appliques sont confectionnées, soit à la main, soit à la fraiseuse. Pour éviter les éclaboussures d'huile, on rabat les arêtes supérieures et inférieures des appliques, les bords des rainures de graissage, des trous des vis et des broches de fixation des sous-boîtes. Parfois, même, on coule du plomb dans les trous de vis pour empêcher le desserrage.

Pour les locomotives non munies de coins de rappel, les boîtes, à ce moment, passent à la brigade de montage; elles sont présentées dans leurs guides et subissent éventuellement les retouches nécessaires.

i) Dernières opérations à la boîte avant montage. On vérifie ou on remplace les buselures de graissage; elles doivent: 1°) dépasser la boîte, à sa partie inférieure, de 3 mm., pour entrer dans la fraiseure du coussinet; sans cette précaution, l'huile pourrait se perdre au joint entre boîte et coussinet; 2°) dépasser la boîte, en haut, de 5 mm. au maximum; le siphonnage en est facilité; 3°) être parfaitement étanches dans la boîte, sinon l'huile du réservoir s'écoulerait en pure perte; elles doivent donc être placées bien serrantes; 4°) avoir un diamètre intérieur uniforme; cela permet l'interchangeabilité des mèches; 5°) avoir leur partie supérieure légèrement fraisée ou évasée, pour faciliter l'introduction de la mèche.

Il reste à vérifier qu'aucun trou de vis de fixation d'applique n'a été percé de part en part du métal de la boîte et ne vient déboucher dans le réservoir à huile; si cette malfaçon existait, il faudrait boucher les trous au moyen de soudure; des échauffements se produisent qui n'ont d'autre cause que l'écoulement, par ces trous, de

l'huile du réservoir.

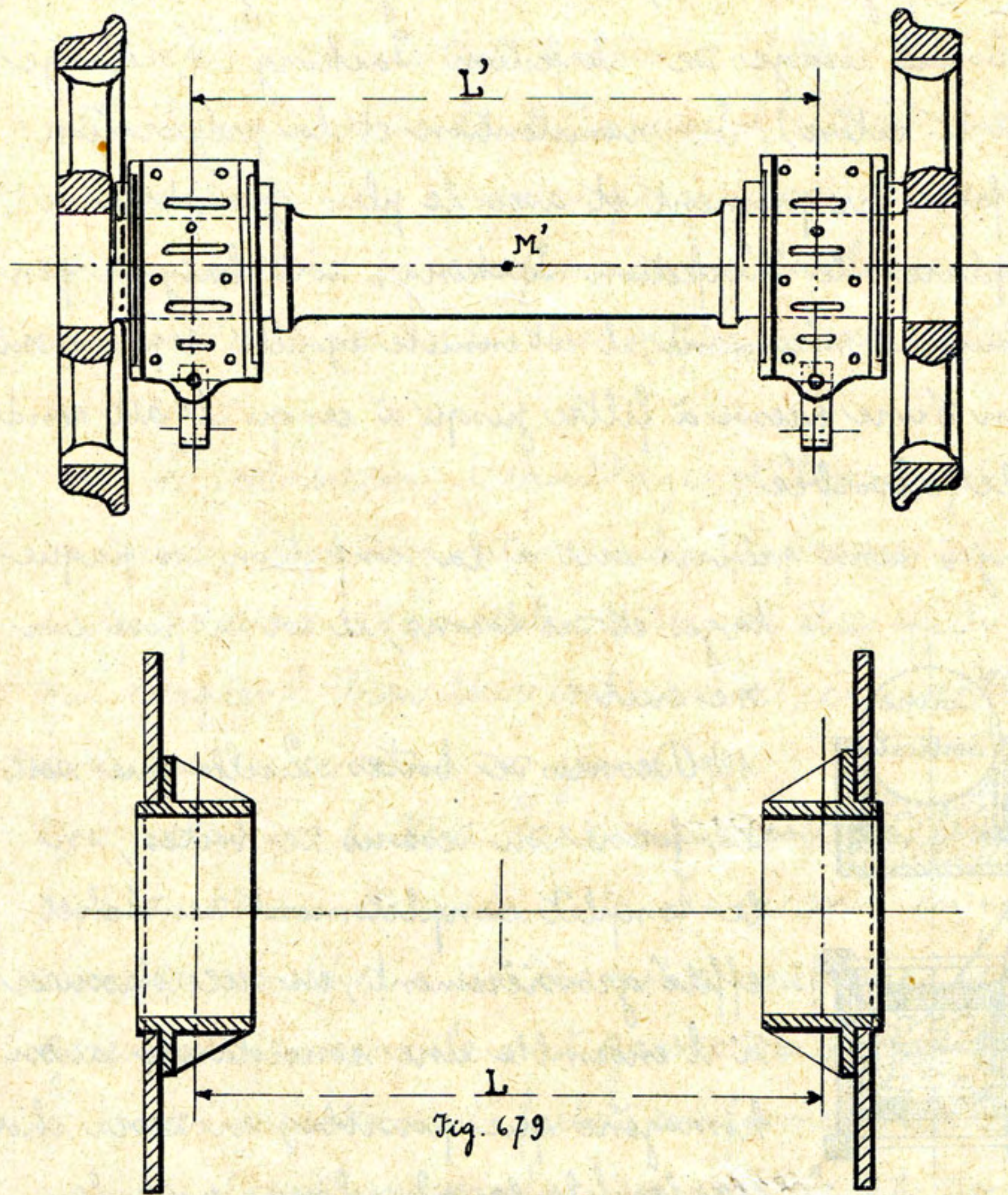
j) Montage des boîtes sur les trains de roues. Les boîtes, munies de leurs coussinets, sont montées sur les fusées; on a, préalablement, huilé proprement les surfaces de contact, en évitant soigneusement l'introduction de poussière.

Le bourrage du packing dans la sous-boîte doit être fait dans toutes les règles de l'art; nous reproduisons, ci-dessous, les instructions sur la matière, des chemins de fer belges; les boudins latéraux ont pour effet d'empêcher tant la pénétration de poussière dans la sous-boîte, que la sortie de l'huile.

La sous-boîte étant garnie, sa mise en place se fait à l'aide d'un petit vérin ou au moyen de boulons et de clames; aucun choc ne doit être donné qui pourrait déplacer les torons du packing et les faire serrer entre le coulant et les faces latérales de la sous-boîte. Quand la sous-boîte est montée, on s'assure que le bourrage est bon en faisant tourner la boîte sur la fusée; il faut qu'un ouvrier soit obligé de déployer tout l'effort dont il est capable pour obtenir la rotation.

Le packing en contact avec le coulant doit être absolument propre et exempt de tout corps étranger.

Les boîtes étant montées sur leurs trains de roues, on vérifie que les rebords des coussinets ont été déterminés correctement de sorte que, lors que la machine sera sur ses roues, le jeu entre coussinets et fusées se trouve réparti convenablement. A cet effet: 1°) on pousse les deux boîtes d'un même essieu, dans le même sens, contre une extrémité de la fusée (fig. 679); il faut alors que l'écart L entre les plans médians des appliques soit le même que celui L entre les plans médians des guides de boîtes correspondants; 2°) on déplace ensuite l'une des deux boîtes de façon qu'elles soient appliquées contre les épaulements de la fusée, toutes deux vers l'intérieur ou toutes deux vers l'extérieur; dans ces positions, le point M ou M' selon le cas (voir fig. 673) marqué sur l'essieu devra se trouver à égale distance des milieux des appliques. Si on constatait une différence dans un cas ou dans l'autre, il faudrait démonter



la boîte et rectifier la malfacon.

Le garnissage du des sus des boîtes se fait com me suit : 1) on remplit d'huile les trous et rai nures de graissage; si le coussinet a été bien ajusté dans la boîte et sur la fusée, on voit le niveau s'élever dans l'une des buselures lors qu'on verse de l'huile par l'autre; 2) on pla ce les mèches à frotte ment doux dans les bu selures; on les enfonce complètement jusqu'à ce

qu'on sente le coulant en contact avec le fil de fer de la mèche; on les remonte alors de 5 mm, et on recourbe le fil de fer sur la buselure pour l'empêcher de redescendre; on fait ainsi bouffer la mèche dans la fraisure du coussinet, ce qui facilite le débit, et le fil de fer ne vient pas en contact avec la fusée; 3) le réservoir de la boîte est rempli de packing non tassé, qui préservera les mèches tout en les alimentant régulièrement d'huile; on ramène l'extrémité libre de la mèche dans la partie la plus basse du réservoir; 4) on place le couvercle en s'assurant que les ouvertures permettent un accès facile des mèches.

Le jeu de roues, muni de ses boîtes, est ainsi prêt à être placé à la locomotive.

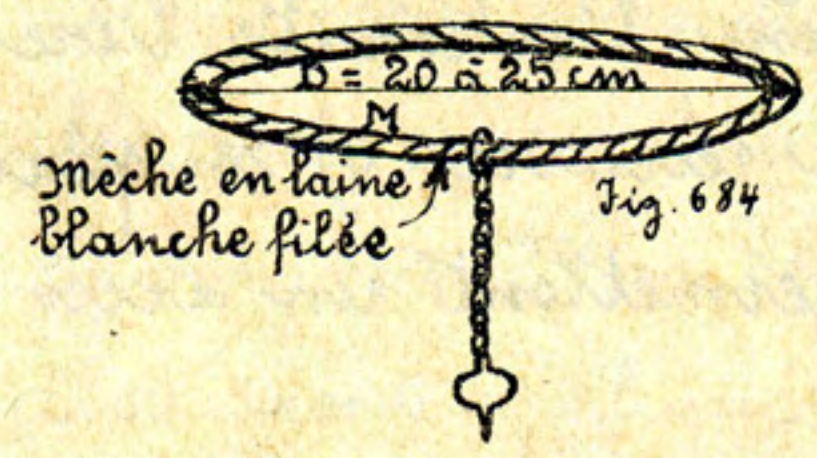
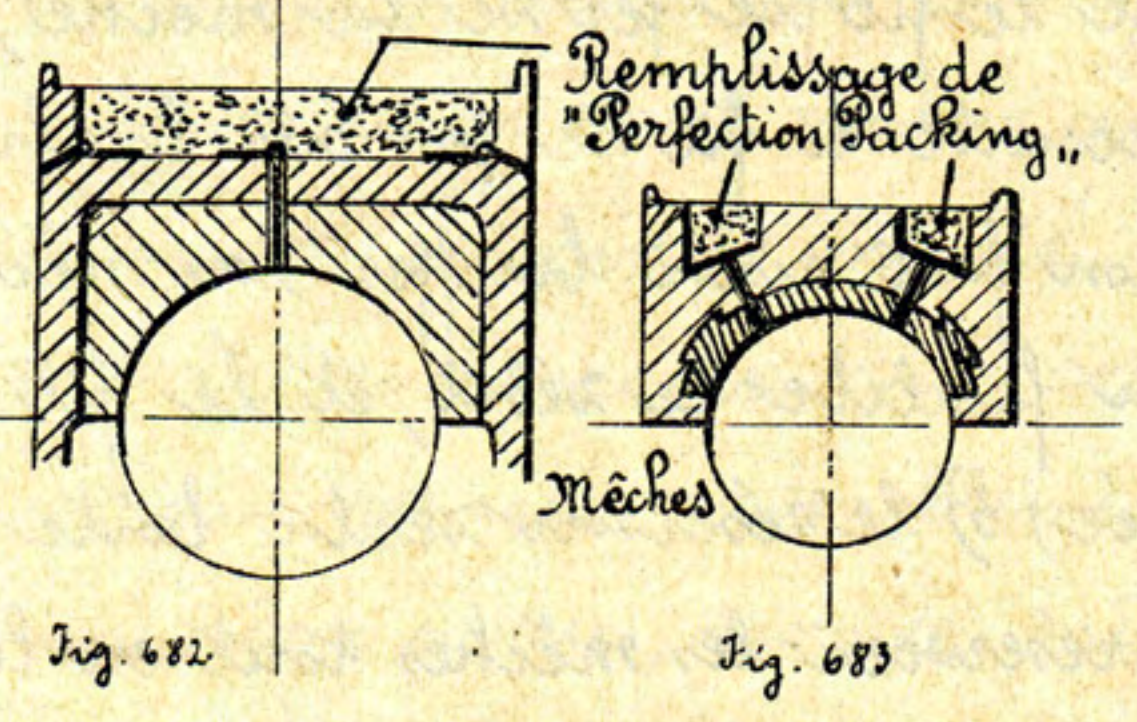
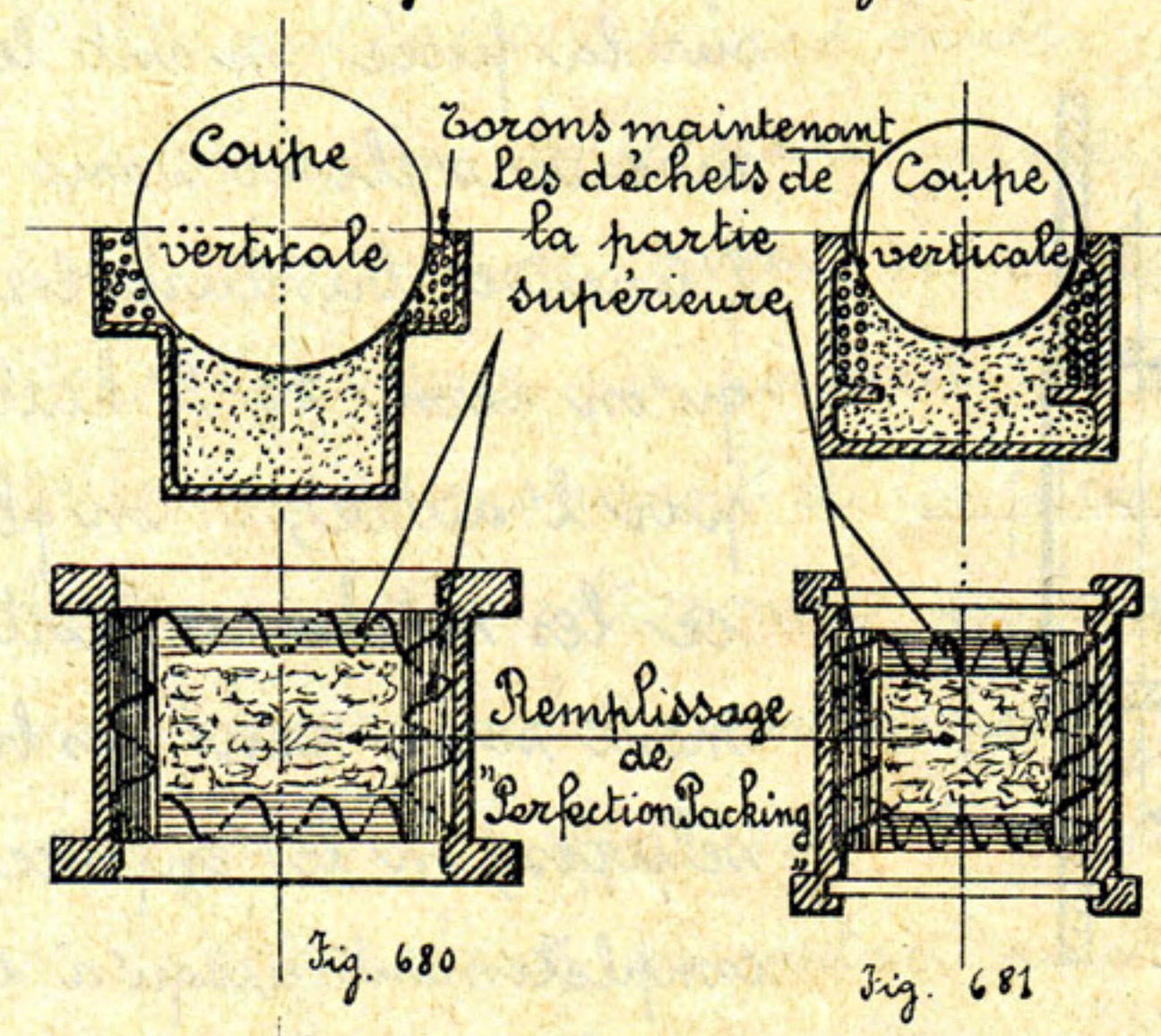
Instructions pour le garnissage des dessous et dessus des boîtes d'essieux de locomotives (chemins de fer belges). Préparation de la laine em-

ployée pour les garnitures (fig. 680 à 684). Pour le graissage des dessous et dessus de boîtes, il est fait usage de "Perfection Packing", (mélange de déchets de laine, crin et coton). La manutention et la préparation de ce déchet doivent être faites proprement et avec le plus grand soin.

Avant sa mise en place, le "Perfection Packing", doit baigner pendant 48 heures dans de l'huile à mécanisme; il est ensuite égoutté et pressé, soit à la main, soit au moyen d'une presse à filtre jusqu'à ce qu'il ait rendu les 3/5 environ de l'huile absorbée.

Le "Perfection Packing", ainsi préparé sert à la confection des paquetages et des korons; il est disposé comme suit:

1) Dessous de boîtes. Quelle que soit la forme du dessous de boîtes, on le remplit complètement de déchet effilé grossièrement, en vue d'assurer à l'ensemble une consistance aussi homogène que possible; on devra choisir les fils les plus longs pour les placer à la partie supérieure, le tout devra être fortement tassé à la main.



Les vides laissés libres de chaque côté du dessous de boîtes sont ensuite garnis de bourelets ou korons de forme cylindrique, confectionnés à la main, légèrement ficelés avec un brin de laine ou de chanvre. Le nombre de ces korons, leur longueur et leur

grosueur sont évidemment subordonnés aux formes et dimensions des boîtes; ils doivent être bien tassés contre les cloisons et disposés de telle façon qu'ils maintiennent bien l'huile et les déchets plus longs de la partie supérieure du paquetage, de façon à empêcher leur entraînement

vers l'arrière de la boîte pendant la marche.

La garniture du dessous de boîte (déchets et korons) doit être telle qu'au montage de la boîte sur l'essieu, lorsqu'on le réunira au dessus de boîte, on éprouve, pour passer les braches, une certaine résistance résultant de la compression de la laine sur la fusée. La boîte une fois montée devra être difficilement déplacée à la main par un ouvrier.

L'imbrication, l'égouttage et l'essorage de la laine, la confection des korons, leur disposition dans les dessous de boîtes demandent beaucoup de soins. Ces opérations doivent être effectuées par un agent compétent qui comprend bien leur importance, car de leur bonne exécution dépend le succès de ce mode de graissage.

2°) Dessus de boîtes. Quelle que soit la forme des dessus de boîtes, les siphons donnant accès à la fusée sont coupés à 5 mm du fond du réservoir et alésés à un diamètre uniforme de 10 mm; l'entrée en est légèrement fraisée; ils sont garnis de mèches en laine blanche filée.

Les mèches sont faites en forme d'anneaux fermés, de façon à pouvoir, lors d'une visite, déplacer le fil de fer ou de laiton qui leur sert de guide et changer ainsi la partie introduite dans les siphons, l'extrémité du fil de fer formant guide est terminée par un anneau pour faciliter le retrait de la mèche. La grosseur des mèches doit être telle que celles-ci puissent entrer dans les siphons à frottement gras, leur longueur doit être de 20 à 25 cm.

Les siphons qui alimentent les glissières des plaques de garde sont plus élevés que ceux correspondant à la fusée de l'essieu, ils sont garnis de mèches en laine limitant le débit au strict nécessaire.

La partie extérieure des mèches doit toujours être ramenée dans les parties basses du dessus de boîte où elles vont puiser l'huile.

Une fois les mèches en place, le dessus de boîte est garni de "Perfection Packing" qui forme éponge, contribue à régler le débit et évite les projections d'huile.

La quantité approximative de "Perfection Packing" nécessaire

pour garnir les dessus et dessous de boîtes d'une machine moderne est de 10 kg. à 12 kgs.

On recommande d'apporter les soins les plus méticuleux dans l'application de ces instructions; il convient de spécialiser l'agent chargé du travail comme aussi celui qui doit le surveiller.

151. Les trains de roues. Visite et vérification. Après nettoyage soigné, on procède à une visite minutieuse au double point de vue: 1°) des avaries entraînant immédiatement le rebut; ces avaries sont les suivantes: bandage lâché ou brisé, bris d'essieu, bris de jante ou de rayon, décalage de corps de roue, de manivelle ou de tourillon. Les trains de roues auxquels ces défauts sont constatés sont envoyés à l'atelier central; 2°) des usures et des mesures linéaires et angulaires intéressant le montage; on vérifie: si les essieux ne sont pas faussés; si les essieux moteurs ou accouplés ne sont pas tordus; si les axes des fusées coïncident parfaitement avec les axes des essieux, déterminés par les centres; si les fusées et tourillons sont en bon état.

Pour s'assurer que les essieux ne sont pas faussés, on mesure d'abord, à l'aide de la jauge, l'écartement des faces internes des bandages en trois points distants d'environ 120°. Si on trouvait des différences, le train de roues serait rebuté (le jeu entier devrait être rebuté si l'avarie était constatée à un train de roues accouplé); on éviterait ainsi la main-d'œuvre du montage sur le tour pour l'opération ci-après.

Si aucune différence n'est trouvée, le train de roues est placé au tour pour reprofilage; on vérifie, avant de commencer l'usinage, la perpendicularité des plans des roues sur l'axe de l'essieu; si les roues "voilaient", (ce qui est très rare quand la vérification précédente a été faite) le train de roues devrait être rebuté; on s'assure en même temps que les fusées tournent rond (c'est-à-dire que leur axe de figure coïncide avec l'axe de rotation).

Si des échauffements fréquents se sont produits au cours du service de la locomotive, il y a lieu de pousser plus loin l'examen des

trains moteur et accouplés.

On s'assure d'abord que l'essieu n'est pas tordu, c'est-à-dire que les manivelles sont bien perpendiculaires entre elles. A cet effet, on trace sur chaque extrémité de l'essieu, d'après les centres marqués, une circonférence de même diamètre que le bouton de manivelle correspondant; on fait tourner le train de roues de façon à amener l'axe du tourillon de manivelle dans le plan vertical et au-dessus de l'axe de l'essieu

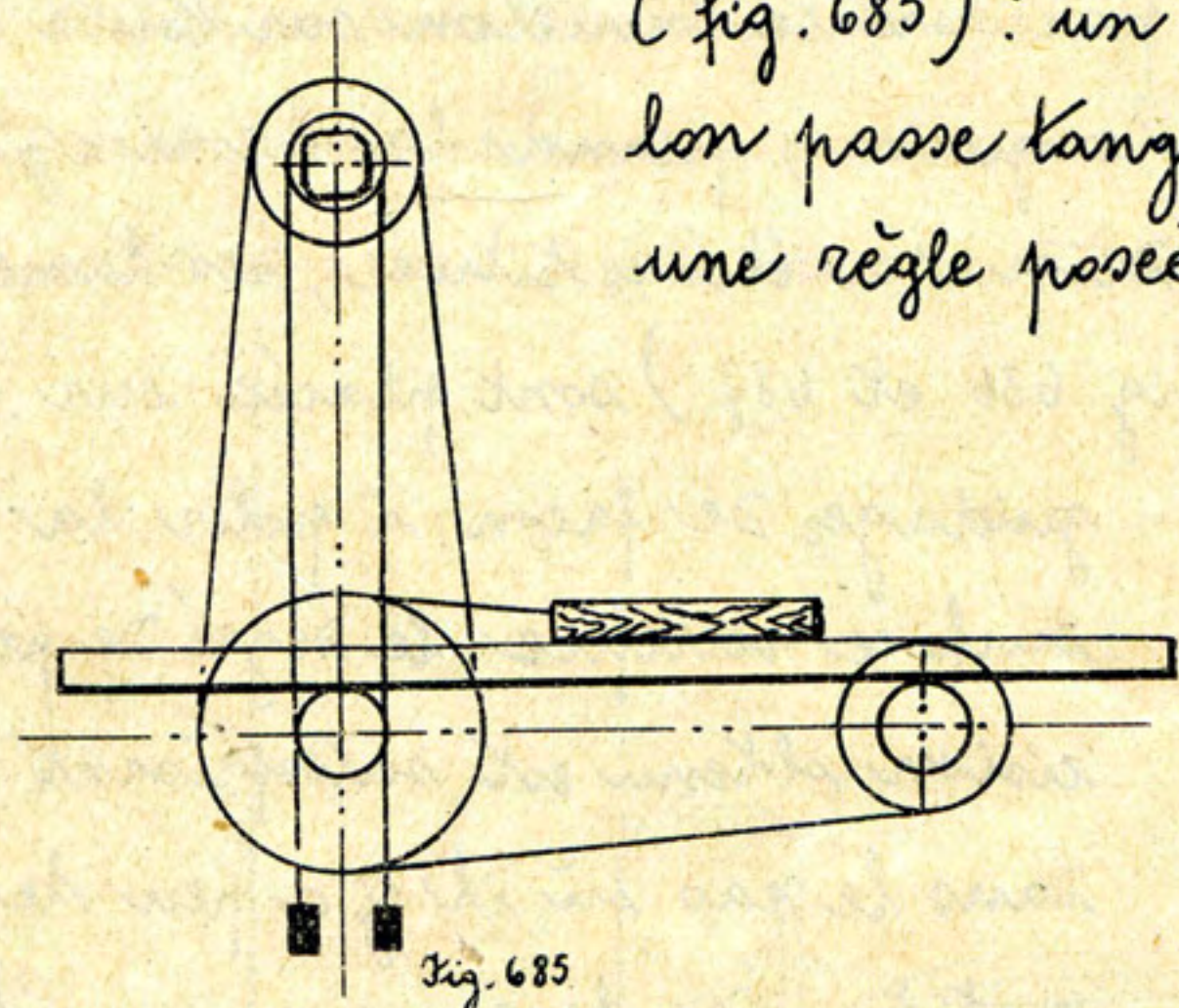


Fig. 685

(fig. 685) : un fil à plomb placé à cheval sur le tourillon passe tangentiellement à la circonférence tracée; une règle posée d'une part sur l'autre tourillon, d'autre part, tangentiellement à la seconde circonférence, doit être parfaitement horizontale, ce qu'on vérifie au niveau d'eau; on ne peut tolérer une différence de plus de 0,1 mm, mesurée sur la circonférence décrite par les boutons

de manivelle, si l'on veut éviter une fatigue anormale dans les bielles et des échauffements de coussinets.

Il serait encore nécessaire de vérifier la longueur des manivelles; cette longueur peut légèrement varier du fait de l'usure des tourillons; on ne peut, pour la même raison que ci-dessus, tolérer de différence supérieure à 0,1 mm.

Les boutons de manivelle et les fusées de boîtes doivent être parfaitement cylindriques; si l'on y constate une usure irrégulière, soit dans le sens radial (ovalisation), soit dans le sens longitudinal, il faut les remettre au profil normal. Les fusées sont redressées au tour à l'occasion du reprofilage des bandages. Les boutons de manivelle peuvent être rectifiés à l'outil au moyen d'un appareil basé sur le principe des machines à aléser les cylindres que nous décrivons plus loin; le centrage se fait d'après les trous de centre existant aux extrémités des tourillons; la fixation de l'appareil se fait solidement, au moyen de clames, aux rayons des roues; la commande a lieu par courroie et un moteur

portatif quelconque.

On emploie parfois le petit appareil portatif représenté fig. 686

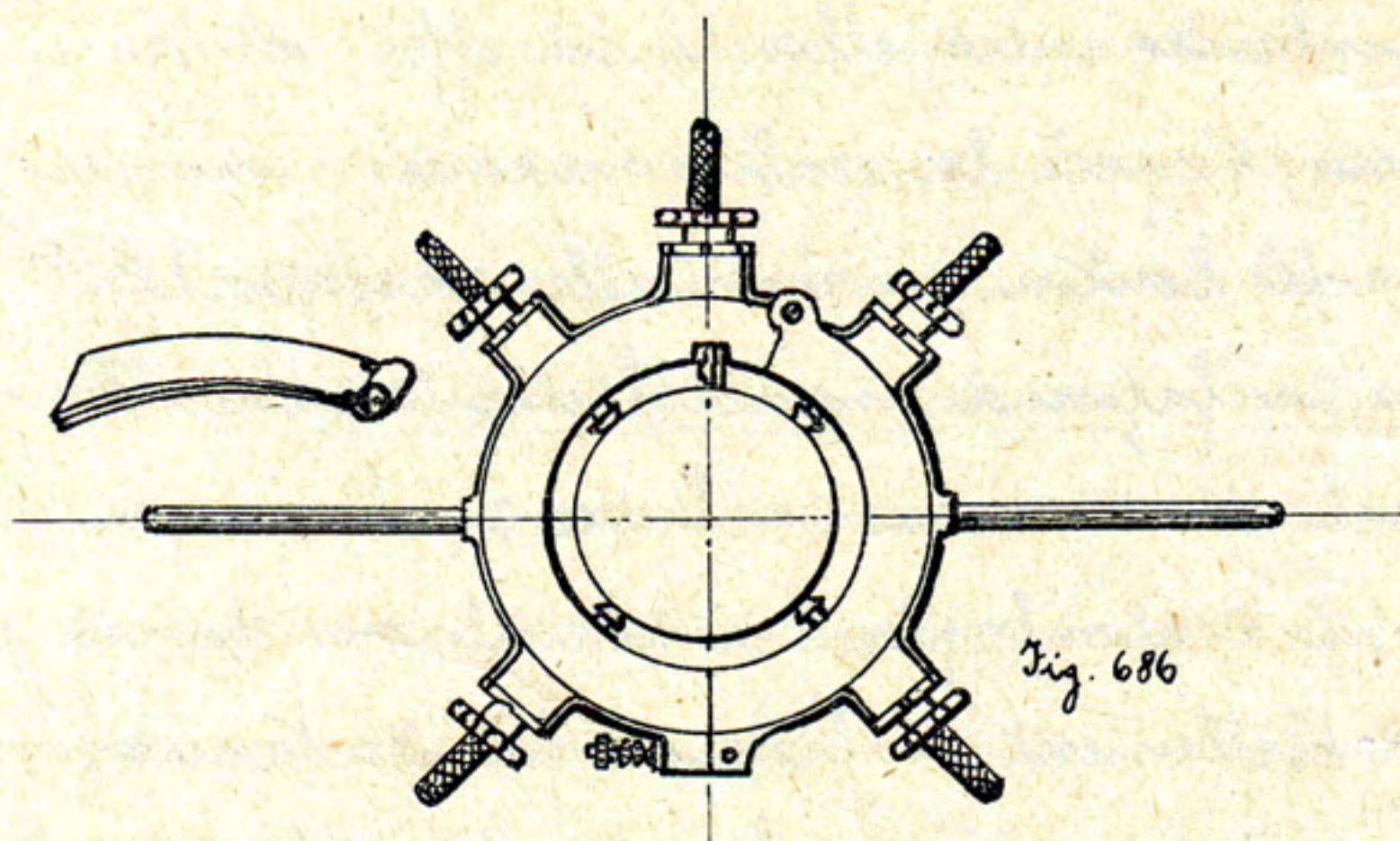
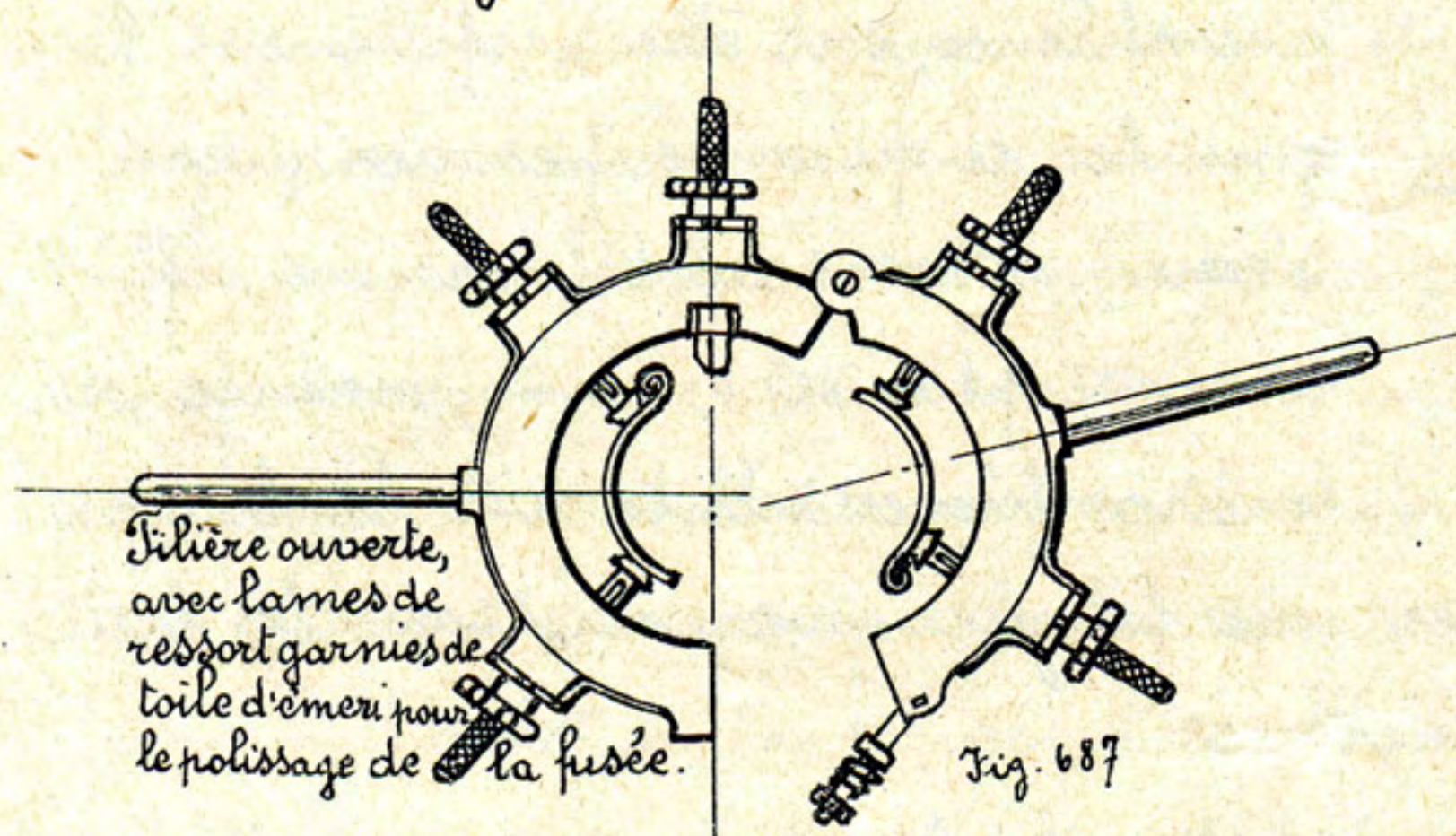


Fig. 686

(appareil Egob); la charnière dont il est pourvu permet son montage sur le tourillon; la fermeture est élastique et assurée par un ressort; en une première passe, le couteau parcourt le tourillon sur toute sa longueur; quand la forme cylindrique a été restituée, des lames

de ressort garnies de toile d'émeri (fig. 686 et 687) sont placées sur les



Filière ouverte, avec lames de ressort garnies de toile d'émeri pour le polissage de la fusée.

Fig. 687

guidages de façon à polir la surface rectifiée; le degré de précision obtenu est satisfaisant dans le cas où il y a peu de matière à enlever; nous considérons plutôt cet appareil comme un dispositif de finissage.

Une légère tolérance (0,5mm)

peut être admise aux fusées de boîtes et aux tourillons peu chargés quand on fait emploi de coussinets garnis de métal blanc; avec les coussinets complètement en bronze, le profil cylindrique doit être rigoureusement observé.

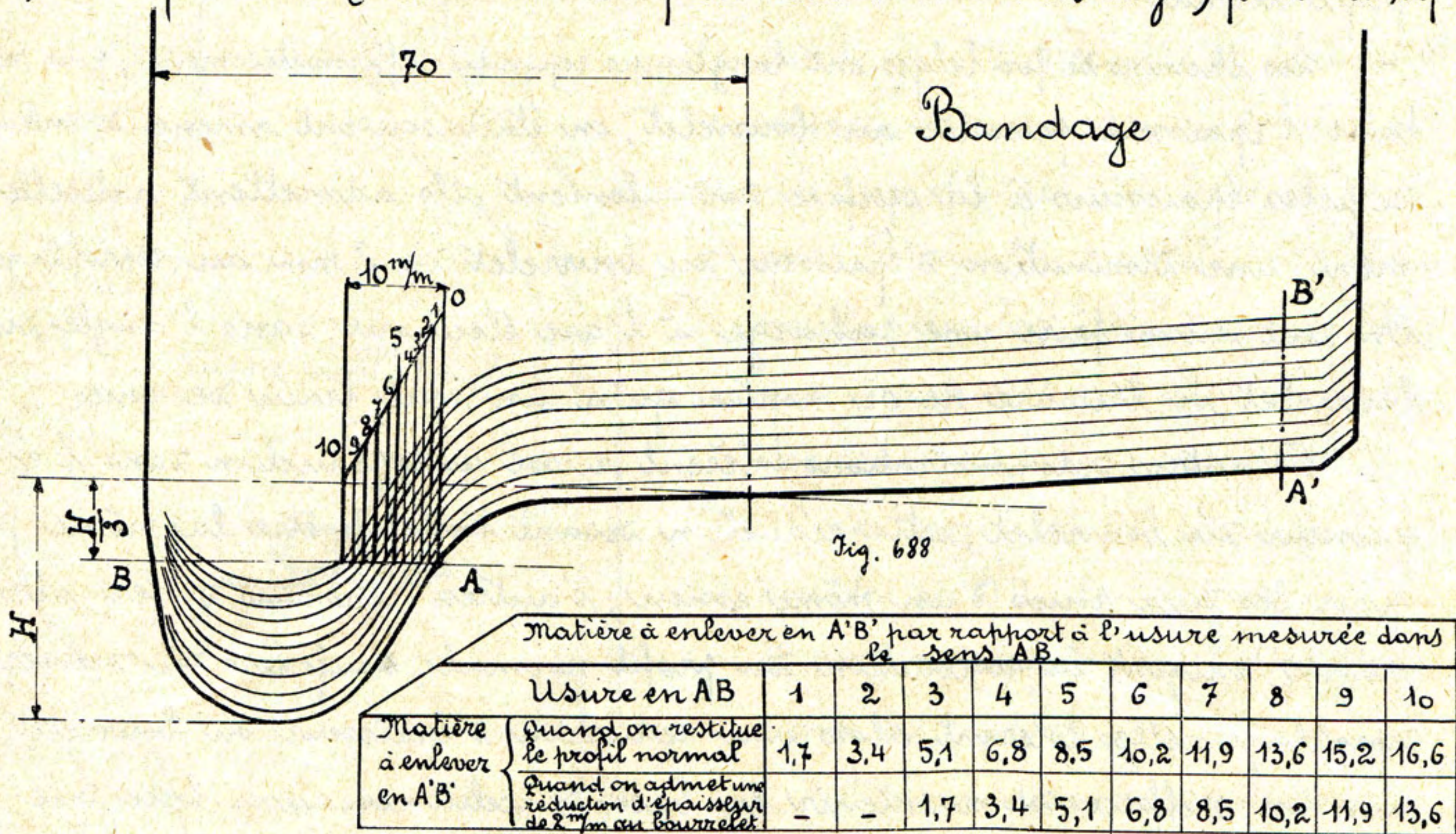
Dans tous les cas, il y a donc lieu de soigner spécialement les boutons de manivelles motrices et ceux des manivelles d'accouplement du train moteur.

Il va de soi qu'il faudrait remettre en bon état les tourillons grippés ou striés et que les diamètres, après rectification, ne doivent jamais être inférieurs aux limites permises.

Nous avons dit que, lors de la remise au rond, les boutons de manivelle sont polis à la toile d'émeri; quant aux fusées, il est avantageux, après usinage au tour, de les polir au galet; on rapproche

ainsi les molécules du métal et on durcit la surface de contact. Le dispositif de polissage au galet est identique à celui employé pour les tiges de piston; il sera décrit dans la suite.

Reprofilage des bandages. L'examen des usures, lors de la réparation se fait à l'aide d'un calibre en tôle d'acier trempé qu'on applique en divers points de la circonférence; ces usures, on le sait, se portent sur le bourrelet et sur la surface de roulement; pour déterminer l'épaisseur du métal à enlever au reprofilage, il est très utile qu'à côté du tour à roues se trouve, pour chaque profil de bandage, un tableau indiquant cette épaisseur (mesurée à la face externe du bandage) pour les dif-



férents degrés d'usure du bourrelet (fig. 688); ce tableau évite des pertes de temps dans l'usinage et surtout il épargne les bandages; il permet de ne prendre que l'épaisseur strictement nécessaire.

Il arrive fréquemment que les usures relevées n'atteignent pas les limites fixées par les règlements, la locomotive étant prise en mains, soit pour des avaries importantes, soit pour des usures à la chaudière, soit encore pour un état d'usure général avancé. La question se pose alors de savoir à partir de quels chiffres le reprofilage doit se faire.

Les chemins de fer belges ne prévoient pas le cas; le reprofilage a

toujours lieu lors de la réparation.

Les chemins de fer allemands n'admettent le reprofilage que lorsque l'usure atteint :

a) à la surface de roulement :

3 mm aux locomotives à voyageurs (limite d'usure 5 mm).

5 mm " " " marchandises et aux tenders (limite d'usure 7 mm).

b) au bourrelet : 3 mm (limite d'usure 5 mm).

Une seconde question se pose : faut-il, dans tous les cas, restituer le profil normal ?

Les chemins de fer belges ont longtemps répondu affirmativement ; pour maintenir l'épaisseur prescrite au bourrelet, on était souvent amené à enlever de fortes épaisseurs à la surface de roulement ; ils admettent actuellement une diminution d'épaisseur du bourrelet de 2 mm. au reprofilage. On peut aussi faire une recharge à l'arc électrique dans l'angle du bourrelet si l'usure ne se montre qu'à un seul train de roues.

D'autres administrations tolèrent aussi une réduction dans l'épaisseur du bourrelet, cette réduction devant toutefois être la même pour les deux roues d'un même essieu ; d'autres (chemins de fer allemands) exigent la restitution du profil normal, sauf lors du dernier reprofilage ; elles tolèrent alors une réduction d'épaisseur du bourrelet, mais on s'efforce de maintenir la base de celui-ci aussi forte que possible.

Après le dernier reprofilage, les bandages doivent encore avoir une épaisseur suffisante pour pouvoir effectuer au moins un parcours normal entre réparations avant que la limite d'usure soit atteinte (35 ou 30 mm. selon le cas) ; ils doivent donc avoir, au minimum, après reprofilage (normes des chemins de fer belges) :

40 mm pour les bandages avec attaches du Caledonian Railway,

35 " " " munis des autres modes d'attaches.

Le reprofilage doit se faire de telle sorte que le diamètre des roues, mesuré au cercle de roulement, soit identique pour toutes les roues

couplées d'un même jeu et pour les deux roues d'un même essieu si celui-ci est porteur; aucune différence ne peut être tolérée.

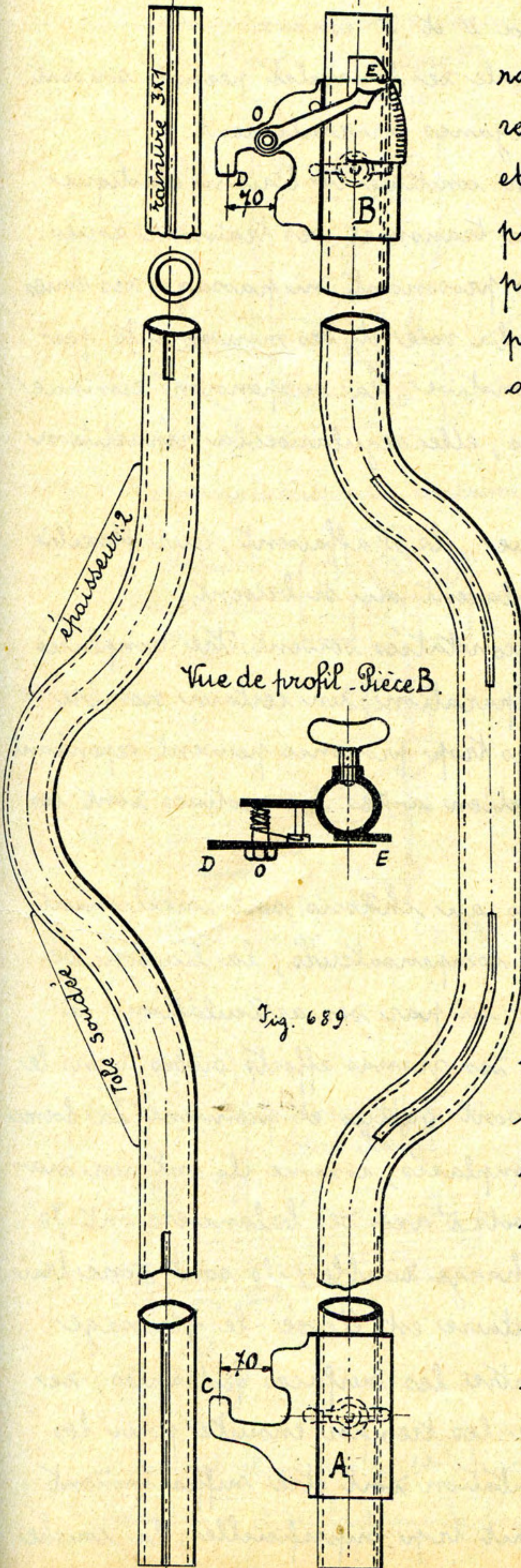


Fig. 689

L'appareil représenté fig. 689 est très utile, notamment pour vérifier les bandages après reprofilage; on déplace les deux curseurs A et B de telle sorte que la distance des parties C et D qui doivent venir prendre appui sur les cercles de roulement soit un peu plus faible que le diamètre de ceux-ci; on force l'introduction de l'appareil sur le bandage; D s'écarte et l'aiguille se déplace sur une graduation; pour que le reprofilage soit bon, il faut que l'aiguille s'arrête au même point pour les deux roues de chaque train de roues et pour toutes les roues des trains accouplés.

La distance OE étant faite double de OD, les déplacements de D sont amplifiés par l'aiguille dans le rapport $\frac{2}{1}$.

Nous indiquons ci-dessous, pour les locomotives des chemins de fer belges, les essieux dont les bandages doivent être amincis au bouverlet, en vue de faciliter la circulation en courbe.

Locomotives d'origine belge: tout essieu intermédiaire de locomotive ou de tender, compris entre deux essieux à position rigide; amincissement 10 mm.

Locomotives d'origine allemande:

Type P8; amincissement de 15 mm. au 2^e essieu

Type S 6, amincissement de 5 mm. au 1^{er} essieu,
 " G 81 " " 15 mm. aux 2^e et 3^e essieux,
 " T 14 " " 15 mm. aux 2^e et 3^e essieux.

La constatation d'une usure anormale de boudin permet souvent de déceler des erreurs de montage des organes du roulement.

152. La suspension. La suspension constitue la liaison élastique entre le châssis et les trains de roues; elle transmet des trains de roues au châssis, en les amortissant, les chocs provenant du passage des roues sur les joints de rails, des inégalités de la voie et des mouvements perturbateurs auxquels est soumise la locomotive. La suspension diminue donc la fatigue du châssis. Par ailleurs, elle régularise la répartition des charges sur les divers essieux.

Les ressorts se fatiguent à la longue, ils s'affaissent, leur flexibilité se modifie. Parfois les lames se déplacent ou se brisent.

Ceux auxquels ces anomalies sont constatées doivent être remplacés et envoyés à l'atelier central pour réparation; un certain nombre de ressorts dont l'affaissement n'est pas trop prononcé peuvent cependant être conservés et être réutilisés à l'entretien à des locomotives dont les ressorts sont dans un état analogue.

Les colonnes de ressort sont reliées au châssis soit directement, soit par l'intermédiaire de balanciers compensateurs; la liaison se fait par des articulations cylindriques, ou par des articulations à couteaux (fig. 690 à 694). On fait des grands efforts subis dans le sens vertical, les pivots cylindriques sont battus et prennent la forme indiquée fig. 695; ils doivent être remplacés; comme ils ont un diamètre très faible (35 à 40 mm; les pivots d'axes des balanciers ont 70 à 80 mm., mais ils supportent une charge double; ils sont donc traités de la même façon), la charge unitaire est élevée, le graissage pénètre et se maintient difficilement entre les surfaces frottantes; de là la nécessité de les cimenter et de les tremper ensuite pour les rendre résistants à l'usure. La cimentation doit être suffisamment profonde (1 1/2 à 2 mm); si elle était trop superficielle, la couche

Ressorts conjugués par balanciers
Locomotive type 23
Etat Belge

Fig. 690

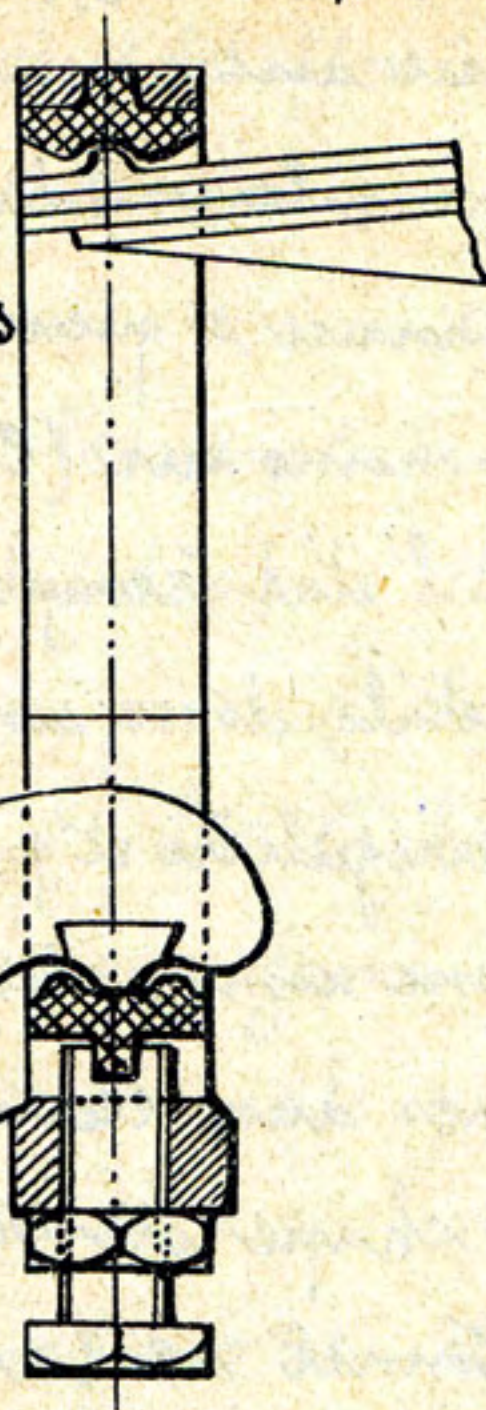
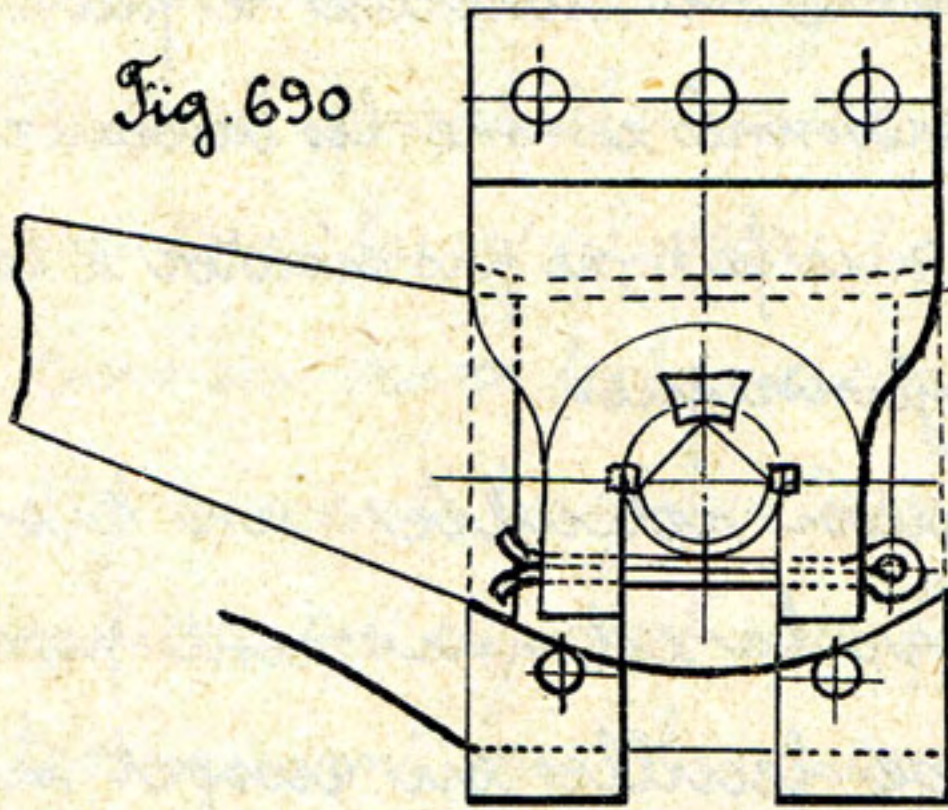
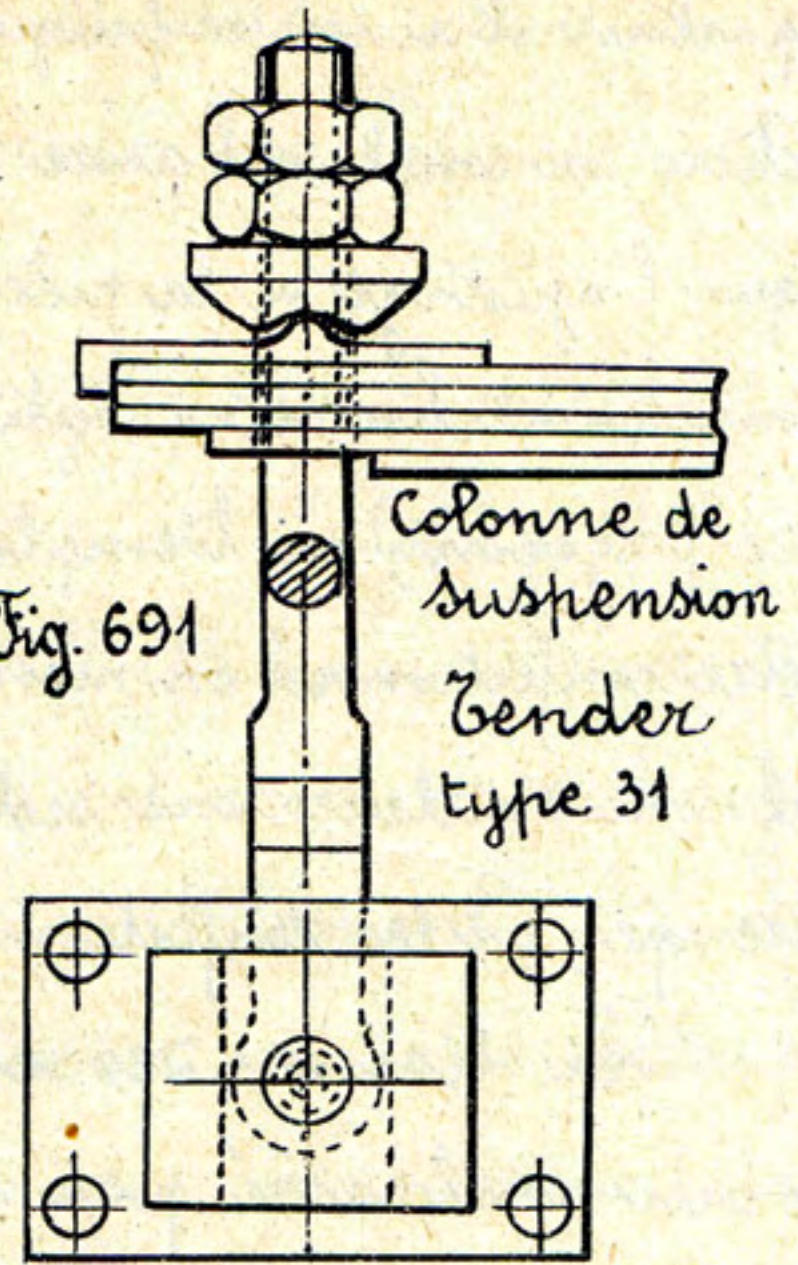
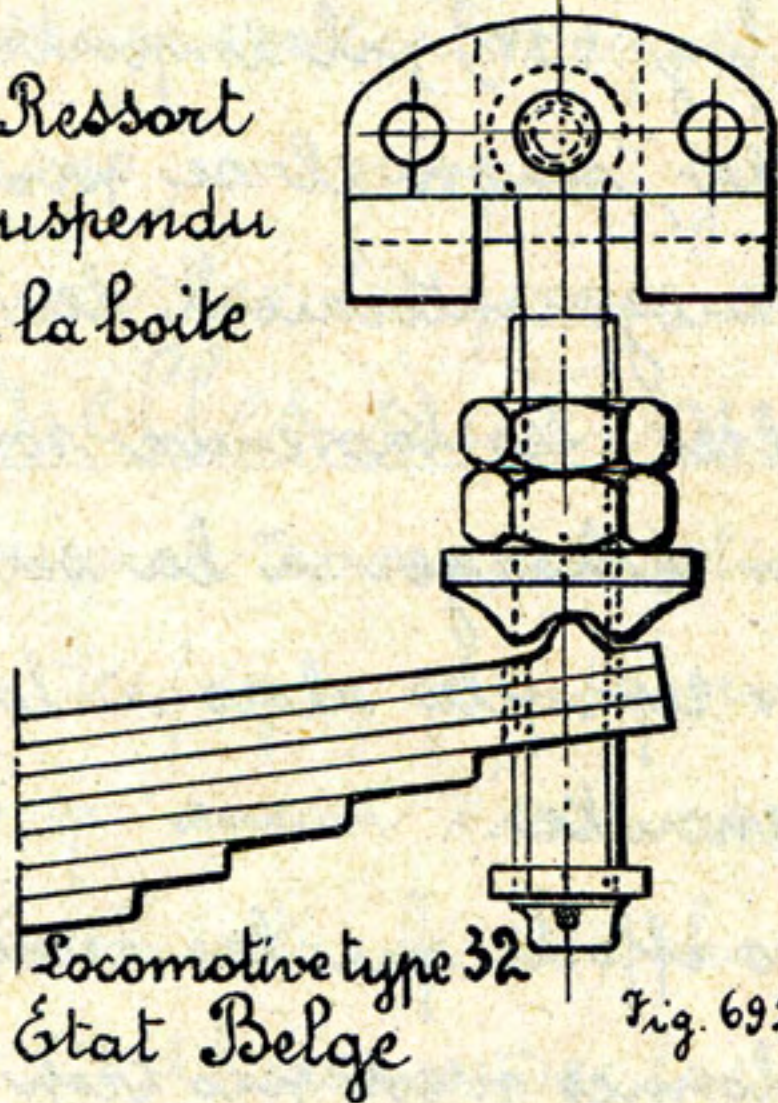


Fig. 691



Colonne de suspension comprimée

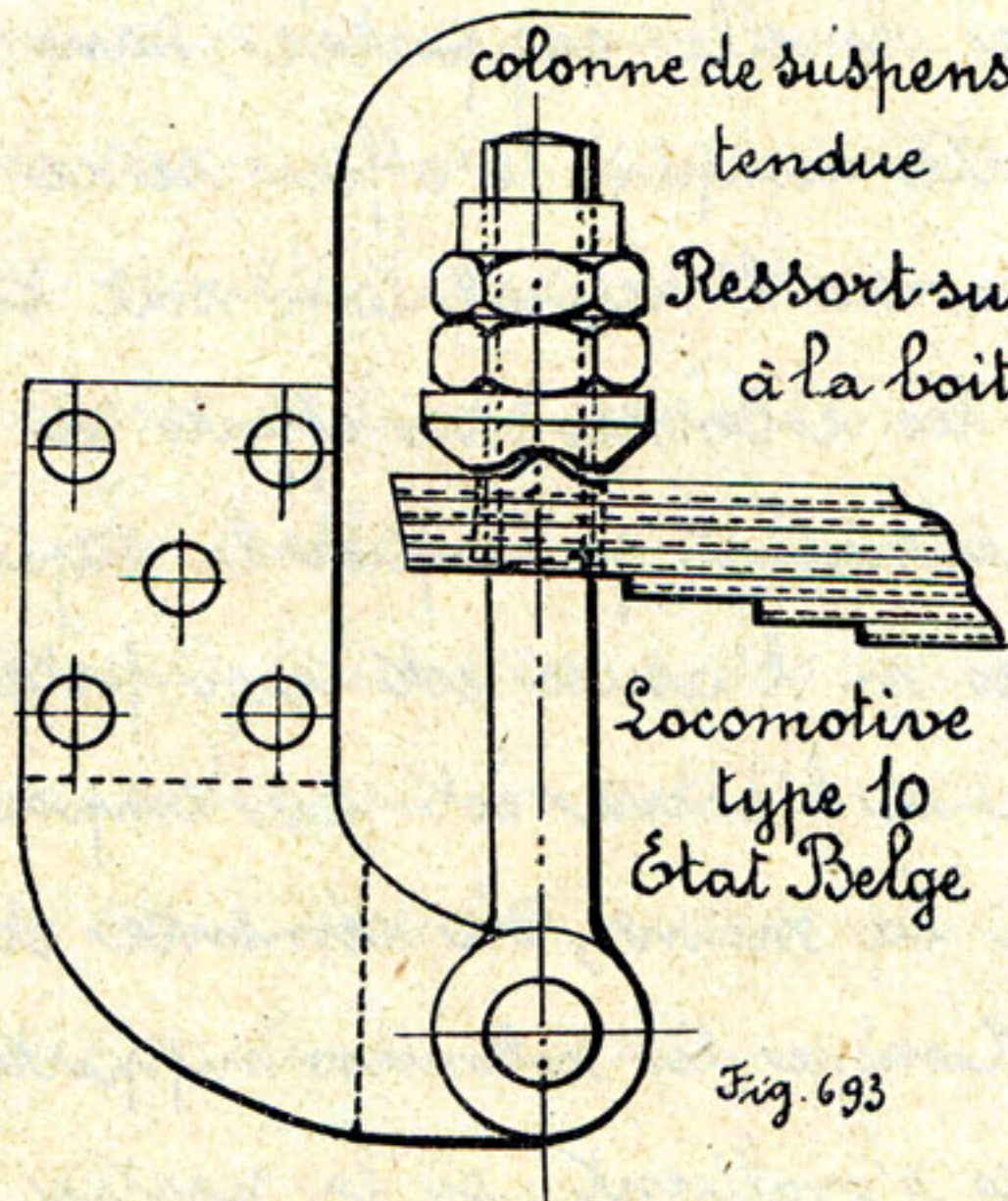
Ressort suspendu à la boîte



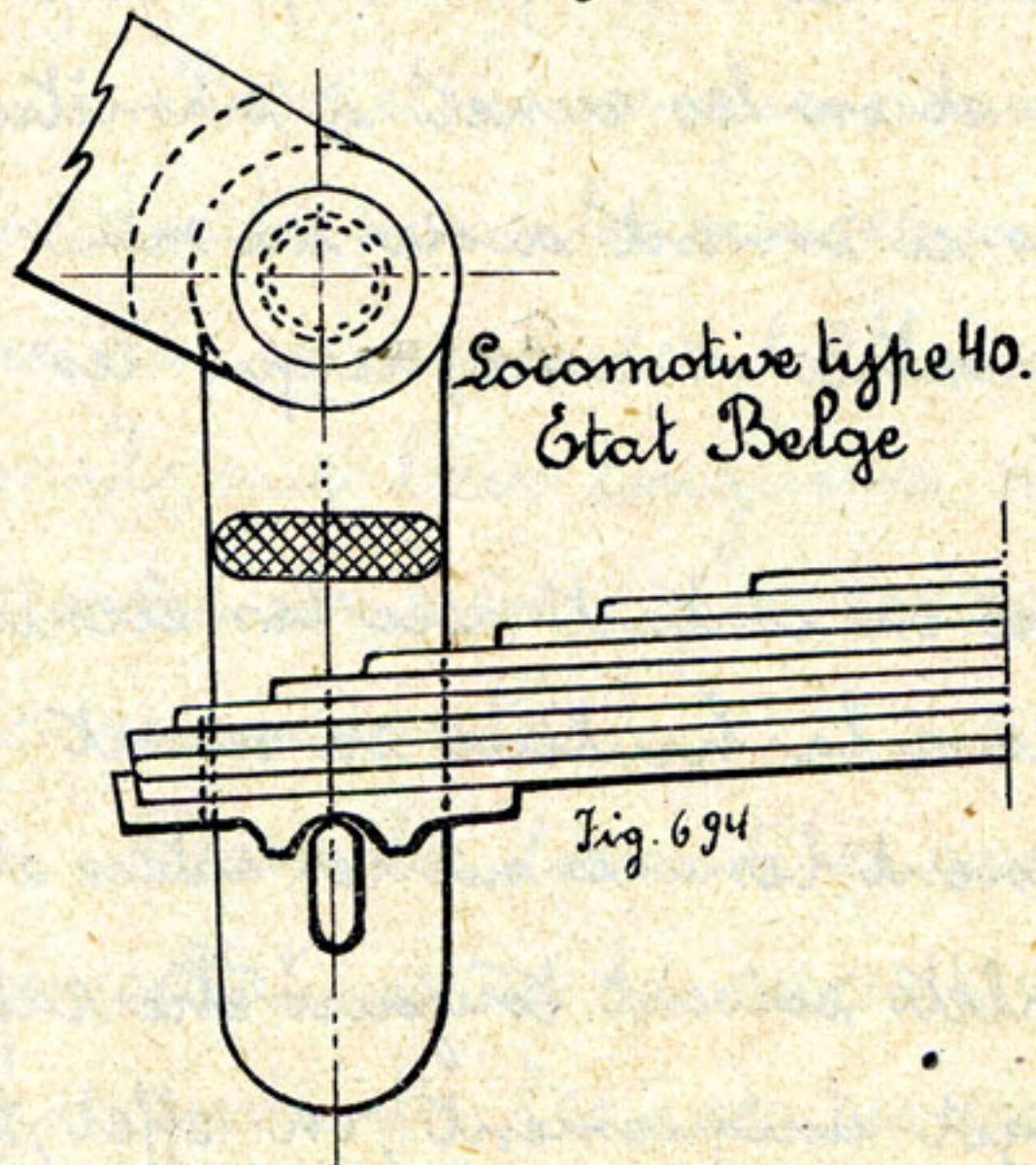
Locomotive type 32
Etat Belge
Fig. 692

colonne de suspension tendue

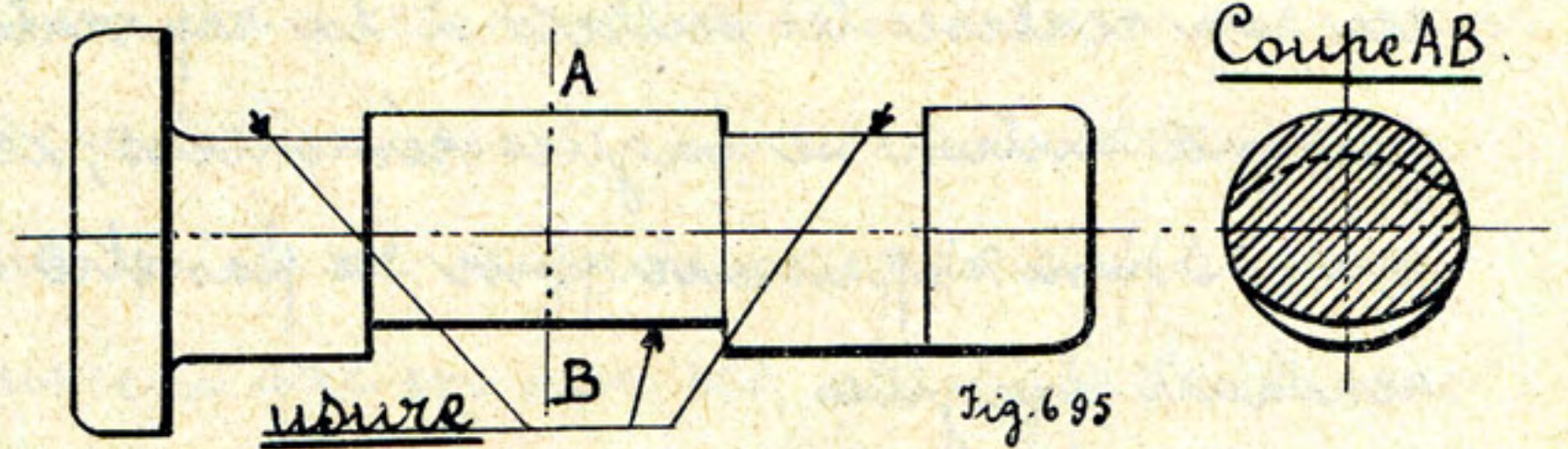
Ressort suspendu à la boîte



Locomotive type 10
Etat Belge
Fig. 693



Locomotive type 40.
Etat Belge
Fig. 694



cémentée pourrait se détacher; il en résulterait aussitôt un écrasement et une déformation rapide du pivot.

Dans les articulations à couteaux, la surface de contact étant très faible, la charge unitaire est considérable; en raison de cette circonstance et du fait que le tasseau sur lequel appuie le couteau est supporté de

partout et ainsi ne fatigue guère autrement que par compression sous l'effet des chocs, on emploie l'acier dur pour la confection de ce tasseau (il faut naturellement que l'ajustage de la pièce, d'ordinaire à queue d'aronde, soit particulièrement soigné); on choisit l'acier à outils le moins dur ($C=0,7\%$), celui dont on fait les chasses de forgeron; on l'emploie à l'état trempé, puis revenu. Ses couteaux ne peuvent être confectionnés en même métal; ils ne sont pas emprisonnés comme les tasseaux; ils ont d'ailleurs une section irrégulière et pourraient, de ce fait, ne pas résister à la trempe; on les confectionne donc comme les pistons cylindriques.

La liaison des colonnes aux ressorts est aussi articulée: un tasseau embrassé par une chape ou traversé par la colonne vient prendre appui sur un mentonnet de la maîtresse feuille du ressort ou d'une semelle rapportée; dans les locomotives du type américain, une clavette remplit l'office de ce mentonnet (fig. 694); il importe que le jeu de l'articulation soit toujours possible, sinon il se produirait, dans les colonnes, des efforts de flexion qui augmenteraient leur fatigue et pourraient provoquer la rupture de ces pièces; les tasseaux sont remplacés si l'usure est trop forte; on peut les recharger à la soudure à l'arc si l'usure est peu importante; on les reprofile alors à la limeuse ou à la main; on cimente et on trempe ensuite.

Comme les colonnes supportent les mêmes efforts que les ressorts, les seilleto s'ovalisent; si la partie filetée des colonnes n'est pas trop détériorée, on réalèse les seilleto à la réparation et on les remet à diamètre par introduction de bagues cimentées; celles-ci doivent avoir au minimum 5 mm. d'épaisseur pour ne pas être cimentées à cœur, ce qui les rendrait fragiles.

Les fileto se détériorent dans les parties en contact avec les écrous (par battage), et dans celles se trouvant sur la hauteur du ressort (par la flexion de celui-ci, les lames glissent les unes sur les autres et peuvent venir frotter contre le filet); les fileto doivent toujours être rafraîchis, de préférence à la filière; il s'agit uniquement, en effet, de reformer la partie détériorée et d'enlever la rouille.

Les écrous de réglage doivent être montés sans jeu; s'ils ont pris

du jeu, on les remplace; ils sont réutilisables sur de nouvelles colonnes.

Les scillets des balanciers sont traités comme ceux des colonnes de ressort.

Faisons remarquer, avant de terminer ce paragraphe, que les colonnes de ressort doivent toujours être verticales; si elles étaient inclinées, tout en restant parallèles entre elles, il se produirait des efforts horizontaux tendant à faire glisser les lames; or l'attache des colonnes aux longerons ou aux balanciers ne se déplace jamais horizontalement; l'usure s'y produit toujours dans le sens vertical, puisque c'est dans cette direction qu'agissent les forces; mais il n'en est pas de même des extrémités agissant sur les ressorts; la position de celles-ci dépend de celle du ressort; donc de celle de l'essieu; il importe donc, si on veut conserver les colonnes verticales, que la position des essieux soit invariable dans le châssis; on ne peut qu'écarter obtenir ce résultat que si des repères sont portés sur les longerons comme nous l'avons indiqué précédemment.

153. Bielles d'accouplement. Les bielles d'accouplement ont pour mission de rendre solidaires les différents trains de roues qu'elles relient, de façon que la rotation de l'un entraîne la rotation de l'autre, et qu'aucun d'eux ne puisse pivoter sans que les autres pivotent simultanément. Ainsi, chacun des essieux, moteurs ou accouplés, participe à l'adhérence de la locomotive.

Rappelons ce que nous avons dit précédemment, à savoir que cette solidarité dans les mouvements de rotation des trains de roues exige, en ce qui concerne les bielles, pour qu'il ne se produise pas d'effort anormal, que leur longueur, mesurée d'axe en axe des alésages, soit exactement la même que la distance entre les axes des essieux accouplés correspondants.

Dans les locomotives comportant plus de deux essieux accouplés, les dénivellations de la voie et la circulation en courbe ont pour effet que, par instants, les axes des essieux accouplés ne se trouvent pas dans un même plan; il faut donc, dans ce cas, que les bielles soient articulées entre elles au moyen d'une charnière à axe horizontal

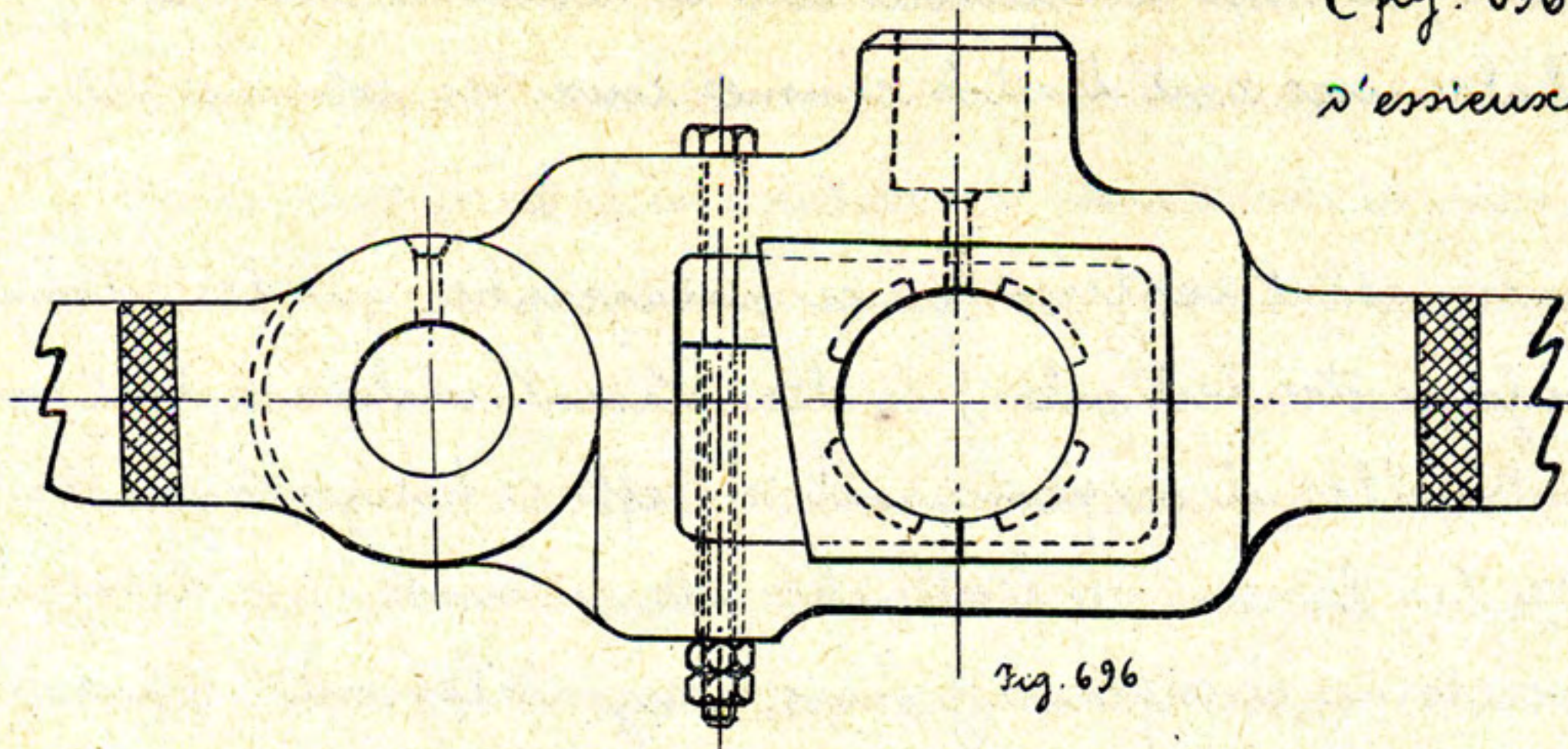


Fig. 696

(fig. 696); quand le nombre d'essieux accouplés est important ou encore quand les courbes à parcourir sont de faible rayon, une charnière à axe vertical est

en outre nécessaire; on donne alors aux essieux un jeu latéral important (fig. 697)

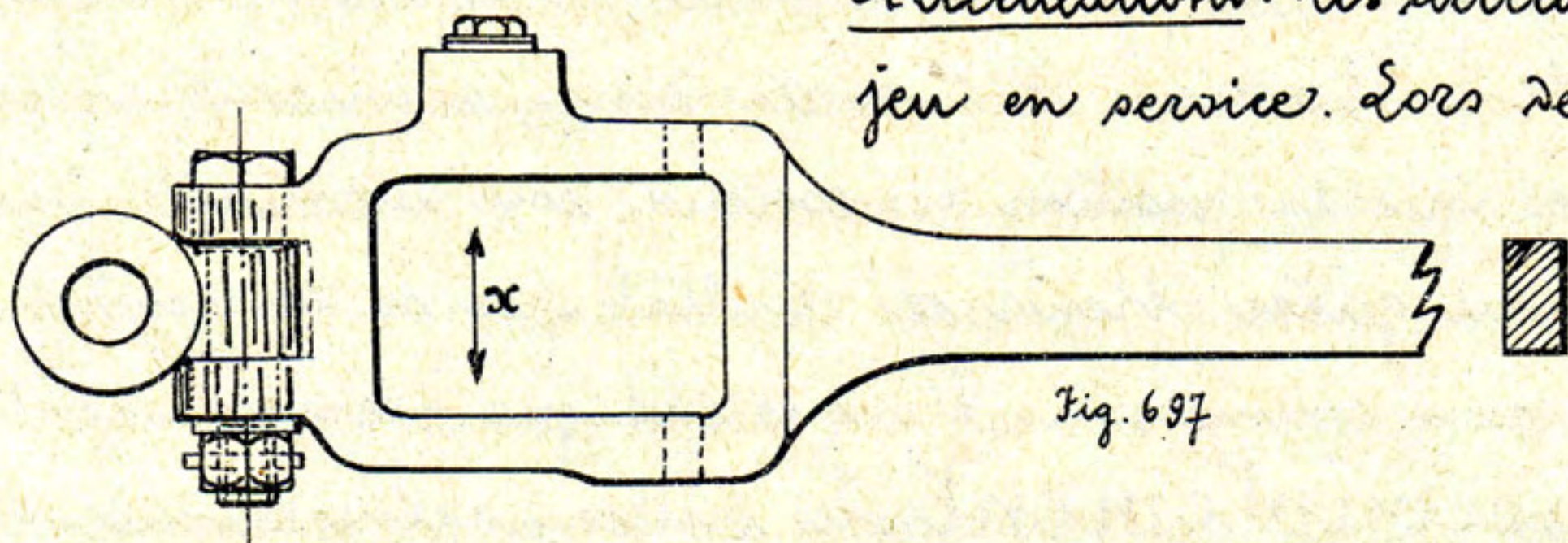


Fig. 697

Articulations. Les articulations prennent du jeu en service. Lors de la réparation, on

doit reprendre ce jeu. On renouvelle les pivots; ceux-ci doivent être

cémentés. Les scillets sont ovalisés et doivent être remis en ordre; s'ils sont creusés à même la bielle, celle-ci a été, en ces endroits, cimentée à la construction; il suffit de rectifier les scillets à la meule (machine à rectifier); après plusieurs réparations, la couche cimentée est disparue; il y a lieu, alors, d'aléser les trous et d'y chasser des bagues cimentées.

La rectification, après cimentation des pivots et des bagues, doit être recommandée; le jeu se produit alors très lentement. Parfois, on ne fait pas cette rectification, prétextant que les mouvements d'oscillation n'ont qu'une très faible amplitude; dans ce cas, il faut un certain doigté pour déterminer le diamètre du pivot qui gonflera par la cimentation et la trempe.

Coussinets. Si les coussinets sont en deux pièces, avec soin de rattrapage de jeu, il y a lieu d'examiner tout d'abord s'il convient de les remplacer ou de les réemployer.

Ils prennent du jeu dans leur chape (sens x) (fig. 697); d'autre

part, lors du rachat du jeu en service, on a dû prendre une passe sur les faces d'about (coupes); si on veut remployer les coussinets, il faudra donc recharger chaque demi-coussinet, à l'autogène, sur les coupes A et sur la face B (fig. 698), par apport de bronze. Le rachat du jeu à l'aide de métal blanc fixé au moyen de braches sur les faces d'about doit, à notre avis, être prosaïté; le métal se détache, en service, par l'effet des chocs. L'emploi de tôles pour reprendre le jeu nous paraît inadéquat dans une réparation sérieuse.

Demi-coussinet de bielle

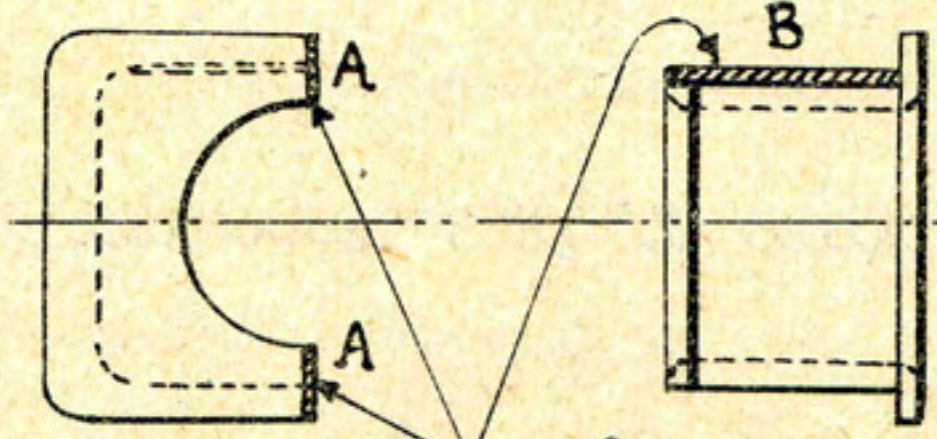


Fig. 698

Recharges

chat du jeu à l'aide de métal blanc fixé au moyen de braches sur les faces d'about doit, à notre avis, être prosaïté; le métal se détache, en service, par l'effet des chocs. L'emploi de tôles pour reprendre le jeu

nous paraît inadéquat dans une réparation sérieuse.

Il semble qu'on doive se prononcer, en général pour le remplacement des coussinets qui fatiguent le plus (train moteur aux locomotives à 4 essieux accouplés); pour les autres coussinets, l'expérience de chaque atelier doit indiquer la solution à adopter.

L'usinage des coussinets neufs se fait identiquement comme pour ceux des bielles motrices dont nous parlerons dans un prochain paragraphe.

Dans le cas de remploi, les faces rechargées sont redressées aux machines-outils; les autres sont retouchées à la lime.

Les barettes en bronze ne se justifient pas aux coussinets de bielles d'accouplement comme à ceux des bielles motrices; on ne les reconstitue donc pas à l'affleurement de l'alésage.

A certains types de locomotives, les coussinets de bielles d'accouplement sont de simples buselures en bronze calées à la presse dans leur logement. Lors de la réparation, on les remplace systématiquement. Les bagues neuves sont tournées extérieurement à un diamètre très légèrement supérieur ($1/10$ mm.) à l'alésage de leur logement; l'extrémité est faite quelque peu conique sur 5 à 6 mm. de longueur pour permettre l'introduction à la presse; cette introduction est facilitée par le

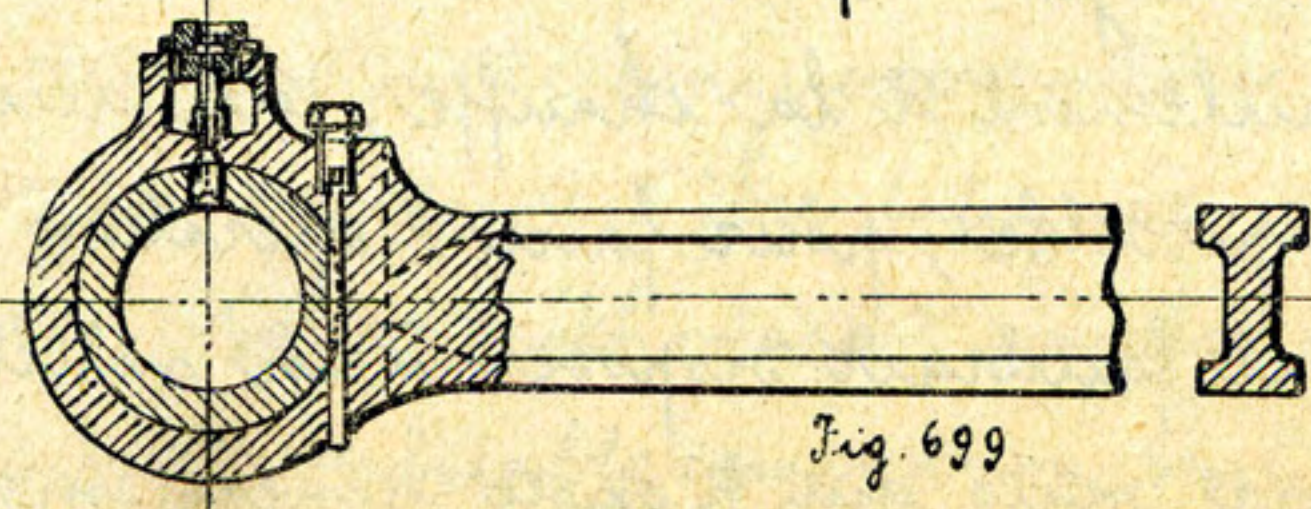


Fig. 699

graissage du pourtour; la fixation de la bague est complétée par une goupille (fig. 699).

Le diamètre d'alésage des couss

sinets de bielles d'accouplement en général est supérieur de 3/4 mm. à celui des tourillons.

Le jeu latéral sur ceux-ci est de 2 mm., également réparti de part et d'autre, à moins que les plans ne prévoient un jeu beaucoup plus important; tel est le cas pour les locomotives suivantes des chemins de fer belges:

types G 7¹ - G 7² - G 9 - G 8: jeu de 20 mm. aux 2^e et 4^e essieux,

type G 8: jeu de 6 mm. au 4^e essieu,

type G 10: jeu de 56 mm. aux 1^e et 5^e essieux,

type G 12: jeu de 50 mm. aux 2^e et 5^e essieux,

type T 15: jeu de 40 mm. au 4^e essieu.

Moise à longueur des bielles d'accouplement. Nous venons de rappeler que la longueur des bielles d'accouplement, mesurée d'axe en axe de l'alésage des coussinets, doit être exactement la même que la distance d'axe en axe des essieux correspondants. Quand les longerons ne portent pas les repères des essieux, la rectification des guides, le rachat du jeu entre boîtes et guides par les appliques peuvent avoir pour conséquence une modification de l'écartement des essieux. Il faudra, dans ce cas, que les longueurs des bielles d'accouplement subissent une modification correspondante; c'est un des inconvénients de l'absence des repères.

Il y a deux moyens de modifier la longueur d'une bielle; on peut, maintenant les coupes des coussinets et l'axe d'alésage au droit de l'axe de la buse de graissage, raccourcir ou allonger le corps de bielle à la forge; ou encore, laissant simplement les coupes au droit de la buse, désaxer les alésages sans toucher au corps de bielle.

La modification de la longueur de bielle à la forge n'est pas recommandable, spécialement quand l'organe est confectionné en acier demi-dur; cet acier se dénature facilement à la chauffe; tout acier, d'ailleurs, doit être refoulé le moins possible; pour faire l'opération (raccourcissement ou allongement) il faudrait disposer d'un outillage, qu'on peut facilement concevoir, mais qui n'existe généralement

pas dans les ateliers : la bielle étant retenue latéralement vers son milieu et l'une des têtes étant fixée à un bâti, il faudrait, après avoir chauffé le corps sur une certaine longueur, faire agir sur l'autre tête un piston de presse, à volonté dans un sens ou dans l'autre. Le procédé qui on emploie généralement est tout autre.

L'ajusteur donne préalablement à l'envoi de la bielle à la forge, 2 coups de pointeau (repères) qui lui permettront la vérification de la modification qui aura été effectuée à la forge. Le forgeron donne également 2 coups de pointeau pour se guider, chauffe la bielle au rouge sur une longueur de 500 mm., puis, la laissant tomber un certain nombre de fois sur l'enclume, il la plie plus ou moins

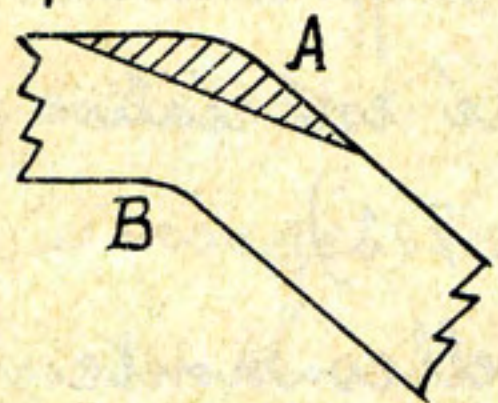


Fig. 700

grand qu'il désire obtenir. Ce travail est toujours effectué par le même forgeron qui acquiert ainsi l'habileté, le tour de main qui lui permet de travailler juste. On sait que la flexion produite a eu pour effet d'allonger le métal dans la région extérieure A et de le refouler dans la région intérieure B (fig. 700).

Si donc il s'agit d'allonger la bielle, le forgeron refroidit la partie extérieure A (partie hachurée) en la plongeant dans l'eau, puis, retournant la bielle, il la redresse en la frappant sur l'enclume par la partie refroidie; il produit ainsi un allongement de la partie B au rouge.

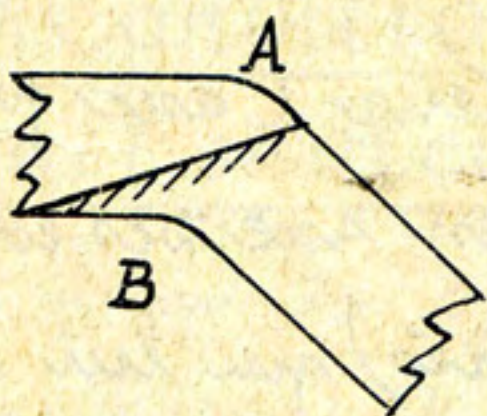


Fig. 701

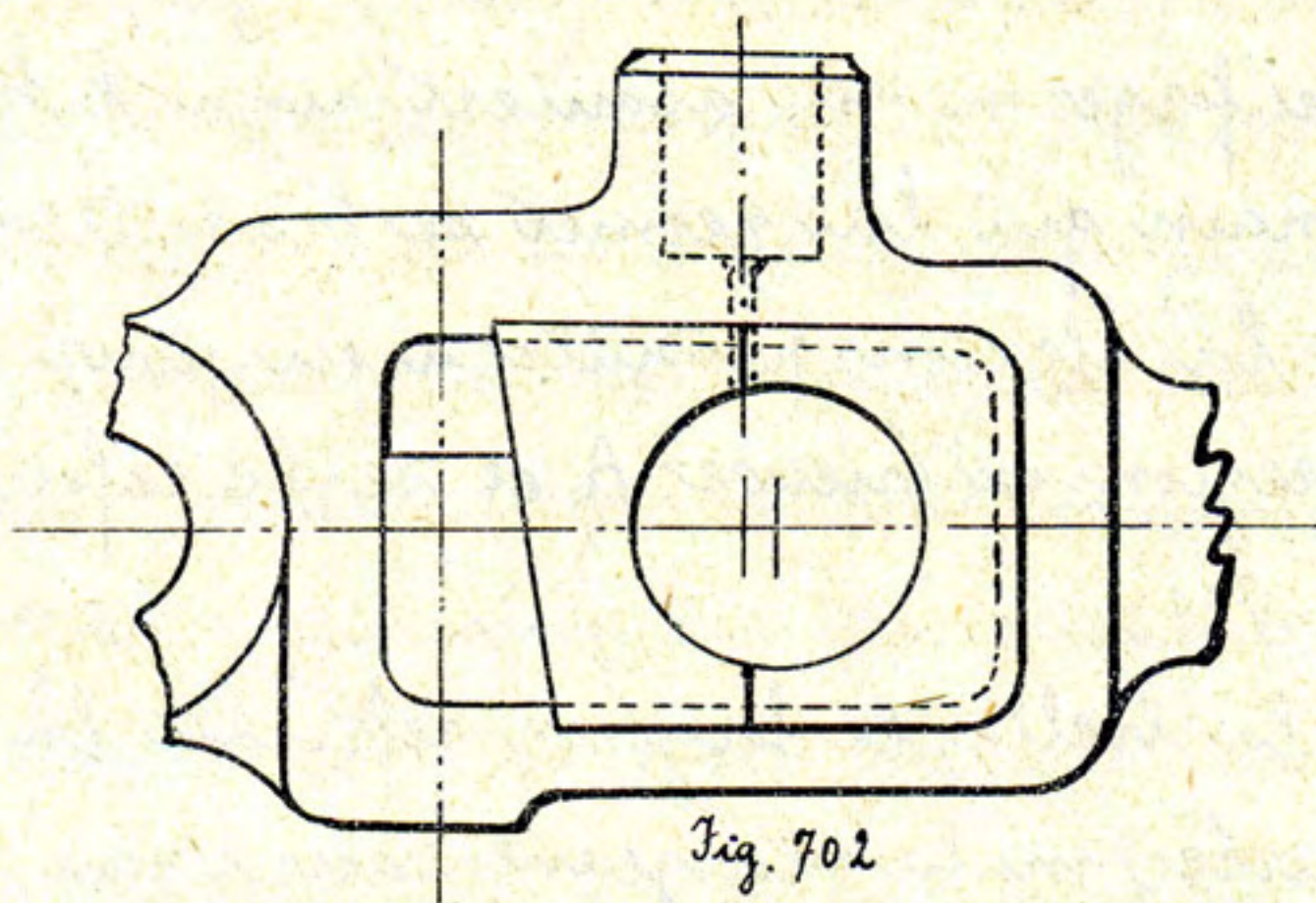
Si, au contraire, il s'agit d'un raccourcissement, le forgeron refroidit la partie B, puis redresse la bielle en la frappant sur l'enclume par sa face intérieure B; il obtient ainsi le refoulement de A (fig. 701).

Il vérifie l'espacement des coups de pointeau et recommence, au besoin, l'opération jusqu'à ce qu'il ait obtenu la modification de longueur voulue. Il recuit alors le métal dans la zone qui vient d'être fatiguée.

Cette méthode est simple et élégante; elle est, croyons-nous, la seule applicable quand on veut allonger ou raccourcir à la forge

une bielle à section **I**, à moins, bien entendu, qu'on ne dispose de l'outillage spécial dont nous venons de parler. Toutefois, elle présente un inconvénient, lors du redressage, résultant du voisinage de la partie au rouge avec une autre où le métal se trouve à la température du bleu; il est contraire à toutes les règles de travailler l'acier à cette température; c'est alors que sa ductilité est la plus faible; il peut s'y produire des amorce de fissures, peut-être invisibles, mais capables d'occasionner la rupture de la bielle en service.

Nous sommes d'avis que le travail à la forge doit être, autant que possible, évité aux bielles. Il ne peut se justifier que si la mise à longueur par désasage des alésages ne semble pas possible, par suite, par exemple, d'une différence de longueur trop importante.



Ce dernier procédé est réalisé comme suit (fig. 702).

La brigade à bielles monte les coussinets dans les chapes de manière que les coupes se trouvent au droit de l'axe de la buselure de graissage.

Elle assemble alors, en ligne droite, les bielles dont les articulations ont été préalablement remises en ordre; elle place une plaque de plomb dans chacun des coussinets; à partir de l'axe d'alésage du coussinet du train moteur (axe pris en face de la buselure), elle porte les distances d'axe en axe des essieux (compte tenu de l'allongement du châssis, voir ci-après) qui lui ont été remises par la brigade de montage; elle trace ainsi les centres d'après lesquels devront se faire les alésages.

Quand les coussinets sont alésés, un coup de lime, au besoin, facilite le placement sur le tourillon, du 1/2 coussinet dont l'arc est plus grand qu'une demi-circonférence.

Insistons encore sur cet avantage du repérage des essieux sur les longerons; c'est que les longueurs des bielles d'accouplement ne devront

jamais être modifiées.

Vérification de la longueur des bielles d'accouplement. Cette vérification se fait quand la machine est remise sur roues, c'est-à-dire dans les derniers jours de la réparation.

La brigade de montage assemble les bielles, garnies de leurs coussinets, à côté de la machine. Elle y place des plaques en plomb sur lesquelles, à l'aide du maître-à-danser, elle trace les centres d'alésage; une ficelle tendue passe au-dessus de tous les centres; les bielles sont alors en ligne droite. A l'aide d'un compas à verge, on relève les distances d'axe en axe des essieux en partant de l'essieu moteur; on vérifie que les écarts sont les mêmes des deux côtés de la machine; ce sera une preuve du parallélisme des essieux; on s'assure alors qu'elles sont égales aux longueurs des bielles mesurées entre les centres d'alésage. Aucune différence ne peut être tolérée. Il convient toutefois de tenir compte de l'allongement du châssis quand la chaudière est en pression; le châssis s'échauffe à proximité du foyer, du moins quand celui-ci pénètre entre les longerons; l'allongement se détermine expérimentalement, une fois pour toutes, pour chaque type de locomotive.

On procède alors au montage définitif.

B. Le mécanisme moteur.

154. Conditions à remplir dans la transmission de l'effort moteur du piston à l'essieu.

1. L'axe du cylindre doit rencontrer l'axe de l'essieu moteur; les mouvements du piston seront alors identiques dans les 2 sens (*).
2. L'axe de la tige du piston doit toujours coïncider avec l'axe du cylindre; il faut pour cela que son guidage avant (AV) (bague support de contre-tige) coïncide avec cet axe; que son guidage arrière (AR) (guide de crose) soit parallèle à cet axe et que la distance entre le guide et l'axe de la douille de la crose soit égale à la distance du même

(*). c'est-à-dire qu'à chaque position du piston, celui-ci aura une vitesse indépendante du sens de son mouvement.