

## CHAPITRE IV

### BOITES D'ESSIEUX

Une boîte d'essieu montée comprend la boîte proprement dite, le coussinet et le dessous de boîte.

#### A. — ÉTUDE DU ROULEMENT

##### 1<sup>o</sup> Roulement sur coussinet lisse.

A cause du jeu qui existe toujours entre la fusée et son coussinet, le contact géométrique n'a lieu que suivant une génératrice  $G$  dont la position dépend de la force horizontale qui sollicite l'essieu.

La position de  $G$  est telle que (*fig. 61*) la réaction  $R$  normale à la génératrice de contact de la fusée et du coussinet ait une composante verticale  $P$  égale à la charge statique suspendue sur la fusée par le coussinet d'appui et une composante horizontale  $F'$  égale et de sens contraire à la force  $F$  qui sollicite l'essieu pour l'appliquer sur la glissière (voir *fig. 2 bis*). Lorsque la fusée tourne,  $F$  étant variable, le contact se déplace durant chaque tour de roue, entre les 2 positions extrêmes  $G_1$  et  $G_2$ . Ces 2 positions sont toujours au-dessus de l'axe horizontal de l'essieu (un demi-coussinet suffit donc) et  $G_2$  est plus rapproché de cet axe que  $G_1$  suivant le sens de rotation indiqué par la flèche du fait que  $F$  est dissymétrique.

Le travail absorbé par le frottement de glissement et transformé en chaleur est égal pour un tour à  $Rf \times 2\pi r$ . Pour le diminuer il faut réduire  $r$  et  $f$ . Or  $r$  dépend de la résistance du métal de l'essieu qui doit résister aux efforts et aux chocs qui le sollicitent sans se déformer. Le coefficient de frottement  $f$  dépend de la nature du frottement. On distingue en effet :

— le frottement sec qui a lieu lorsqu'aucune matière grasse n'est interposée,  $f$  dépend alors seulement de la nature des métaux en présence;

— le frottement fluide réalisé lorsqu'une couche d'huile de l'ordre de quelques centièmes de mm. d'épaisseur existe de façon continue entre les 2 surfaces, le contact de métal à métal se trouvant complètement supprimé. Dans ce cas, la pression interne de la pellicule lubrifiante doit être suffisante pour supporter entièrement la charge et le frottement se produit dans la masse même du lubrifiant.  $f$  dépend alors seulement de la viscosité de l'huile;

— le frottement onctueux intermédiaire entre les deux précédents qui se produit chaque fois qu'une des conditions nécessaires à l'établissement du film d'huile n'est pas remplie; il y a parfois contact entre les surfaces métalliques.

L'obtention du graissage fluide n'est possible que si d'une part il y a mouvement et à partir d'une certaine vitesse et si d'autre part en amont, les surfaces forment une sorte d'ajutage convergent dans le sens du mouvement. Ces deux conditions nécessaires étant remplies,

l'obtention du film est encore subordonnée à la forme des surfaces en contact, à la rigidité des organes, à la pression provoquée par la charge, à la viscosité de l'huile et à la quantité affluant à l'ajutage convergent. La *figure 62* montre la formation d'un film d'huile dans le cas de surfaces planes et la *figure 63* dans le cas de surfaces cylindriques. Il suffit dans ce dernier cas d'aléser le coussinet à un diamètre légèrement supérieur à celui de la fusée et d'envoyer l'huile en un point situé en amont de la surface de portage pour en assurer l'entraînement continu par la fusée. On peut encore faire un premier alésage au diamètre de la fusée et un deuxième ayant pour but de produire un dégagement de part et d'autre de la portée avec un rayon plus grand que celui de la fusée et dont le centre est désaxé (*fig. 64*).

Le coussinet d'une boîte d'essieu devra être établi de manière à se rapprocher du frottement fluide mais lorsque la vitesse de rotation est insuffisante il devra présenter les meilleures conditions pour réaliser un frottement onctueux.

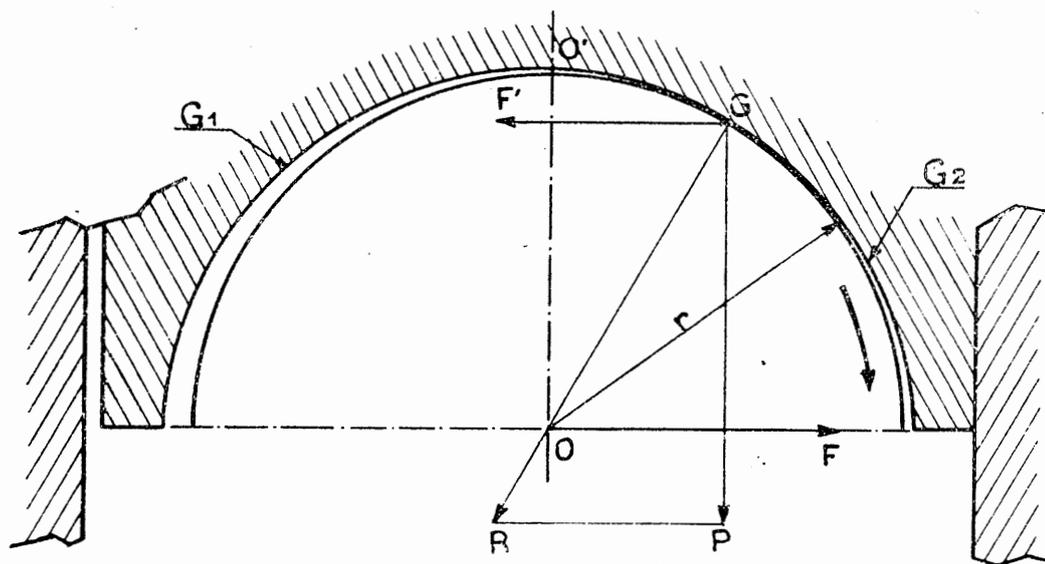


FIG. 61

Le frottement fluide est d'autant plus difficile à réaliser que d'une part la zone de portage se déplaçant et la réaction R variant d'intensité à chaque instant, les conditions de stabilité favorables à la formation du film ne sont pas satisfaites, que d'autre part, le coussinet supportant de très fortes charges l'épaisseur du film est très réduite (quelques centièmes de mm.) et qu'il faut donc que la précision de l'usinage soit du même ordre de grandeur (le suralésage devant être très faible).

En régime onctueux le suralésage n'est pas nécessaire, il est même nuisible, puisqu'il n'y a pas de matelas d'huile pour supporter le coussinet et qu'on réduirait dangereusement la surface de portée efficace et par suite la charge de sécurité. On garnit donc les coussinets d'un alliage relativement plastique (antifriction); le contact réel est beaucoup plus étendu que sur une génératrice par suite de la déformation subie par cet alliage dans la zone de portée pour épouser parfaitement le profil réel de la fusée. Cependant, des métaux durs (coussinet en bronze) donneraient meilleure satisfaction si l'on était certain d'avoir des fusées parfaitement cylindriques, des cotes d'usinage très exactes, un portage parfait sur toute la longueur de la génératrice et un fini satisfaisant sans retouche. Le frottement des métaux durs qui peuvent supporter des pressions beaucoup plus considérables que les métaux tendres sans se déformer est en effet beaucoup moins important que celui de ces derniers.

En résumé on tolère de très faibles suralésages sur les essieux couplés exposés à des efforts horizontaux variables et supportant de très lourdes charges, par contre les essieux porteurs n'ayant pas à transmettre d'efforts de traction et supportant une charge constante peuvent être suralésés autant qu'il le faut pour assurer un graissage en régime fluide.

## 2<sup>o</sup> Considérations générales sur le graissage.

### a) Alimentations abondante ou réduite.

La formation aisée du film d'huile n'est assurée, et cela d'autant plus difficilement que la vitesse est plus élevée, que si l'huile afflue en quantité suffisante. Une alimentation abondante du coussinet permet d'autre part sa réfrigération plus efficace.

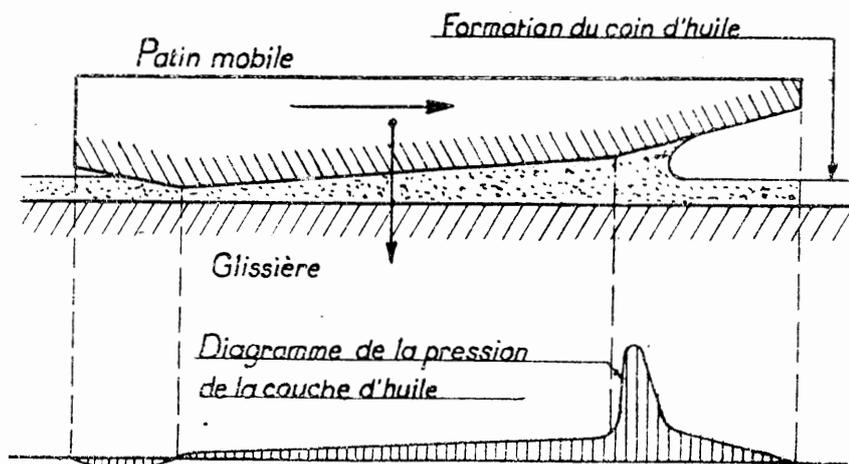


FIG. 62

L'alimentation abondante ne peut être réalisée économiquement que par circulation en circuit fermé, c'est-à-dire avec réutilisation. Elle nécessite des coussinets aménagés de façon spéciale, des boîtes parfaitement étanches et de capacité suffisante et un système autonome pour assurer la circulation d'huile. Les boîtes Athermos et Bourdon à palettes et disques puiseurs réalisent ces desiderata.

Faute de réaliser une étanchéité suffisante on est contraint pour éviter une dépense exagérée d'huile d'utiliser l'alimentation réduite. On cherche le plus souvent à réaliser un système mixte en créant une circulation partielle et en se préoccupant d'améliorer l'étanchéité de la boîte.

On donne au coussinet dans l'alimentation réduite la quantité d'huile strictement nécessaire pour assurer son fonctionnement sans tendance à l'échauffement.

Les dispositifs ordinaires employés sont les mèches, le bourrage, les tampons graisseurs et les graisseurs mécaniques à distance.

### b) Variation du débit.

Les dispositifs à mèche et dans une grande mesure ceux à bourrage et tampons graisseurs, c'est-à-dire ceux basés sur la capillarité comportent à la base une erreur de principe : pour

une viscosité de l'huile donnée le débit est presque constant; comme la machine se déplace à vitesse variable, c'est donc au moment où elle ira le plus vite qu'elle sera le moins bien graissée. D'autre part ce système présente d'autres aléas quant au réglage du débit des mèches, aux qualités diverses du packing, aux variations de viscosité de l'huile, etc.

Le graissage mécanique permet au contraire d'envoyer au coussinet une quantité d'huile proportionnelle au chemin parcouru et une alimentation automatique, régulière et continue avec une huile de viscosité appropriée, donc au besoin indépendante de la température extérieure. Toutefois, le débit est insuffisant pour la formation du film et compense seulement les pertes du circuit.

En bonne technique on superposera donc au graissage mécanique le graissage par en dessous par tampons graisseurs qui réutilise l'huile et alimente largement la fusée. Le réglage

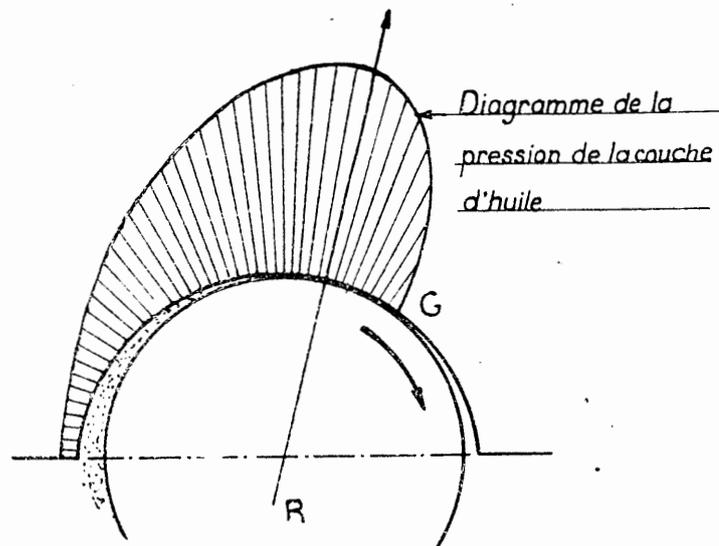


FIG.63

expérimental du débit doit maintenir constant le niveau d'huile dans le dessous de boîte qui doit être aussi étanche que possible. Le débit correspond donc à une consommation nette par usure, pollution et pertes diverses dont certaines sont d'ailleurs utiles (graissage des faces latérales de contact avec le moyeu de roue).

#### c) Formation du film d'huile.

En dehors de l'usinage correct du coussinet il faut amener suffisamment d'huile en amont du coussinet pour permettre au film de se former. Ce rôle dévolu au tampon graisseur n'est pas toujours rempli à grande vitesse sur les fusées d'essieux moteurs, étant donné le grand diamètre de ces fusées. L'emploi de bassins relais ou d'alvéoles convenablement tracés est alors opportun et pour qu'ils soient toujours bien alimentés on y fait aboutir l'huile du graisseur mécanique. Les conditions optima de formation et de renaissance du film se trouvent ainsi réalisées non seulement au départ mais aussi en vitesse lorsque des chocs ou variations importantes de l'effort radial ont coupé momentanément ce film.

Contrairement à ce que l'on pourrait supposer la pression susceptible d'être développée par un graisseur mécanique n'est véritablement utilisée que pour faire circuler l'huile dans les canalisations et non pour forcer l'huile sous le coussinet; la pression résiduelle à l'arrivée contribue cependant à la formation du film.

d) **Pattes d'araignée.**

Pour obtenir le graissage fluide on doit éviter toute rainure creusée à l'endroit de la zone de portage qui déchirerait le film d'huile. La meilleure disposition comportera donc deux rainures rectilignes de part et d'autre de la génératrice supérieure, celle arrière réservée au graissage mécanique, l'autre servant à recueillir l'huile entraînée par la rotation de l'essieu ou au graissage par mèche, ou à une seconde arrivée de graissage mécanique.

Même lorsque le graissage fluide ne peut être espéré il y a toujours avantage à conserver cette disposition parce que l'huile arrivant dans une partie non chargée du coussinet est entraînée par le tourillon et conduite par lui dans la partie chargée. Lorsque l'alimentation en huile se fait, irrégulièrement, sur la génératrice supérieure du coussinet, la disposition des pattes d'araignée doit être telle qu'elle réduise le moins possible la portée du régule sur la fusée. A ce sujet remarquons qu'une seule rainure suivant la génératrice supérieure (*fig. 66*) constitue la disposition la plus nuisible de toutes.

La forme de la section des rainures n'a pas une grande importance, cependant elles ne doivent pas être trop larges pour réduire la portée, être assez profondes pour ne pas disparaître et assurer toujours un passage suffisant à l'huile malgré l'usure, présenter des arêtes arrondies surtout celle arrière dans le sens normal de marche pour ne pas racler l'huile de la fusée.

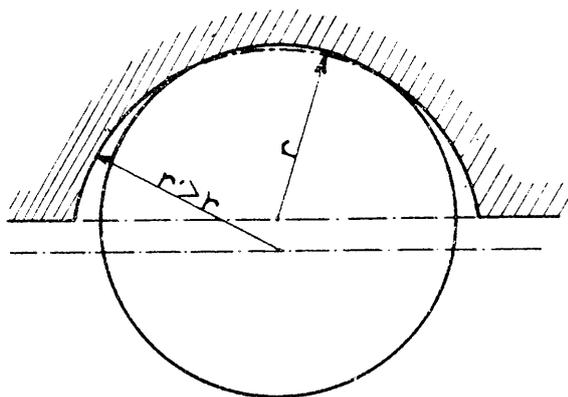


FIG. 64

3° **Roulement sur rouleaux.**

Cette technique substitue au frottement de glissement de la fusée sur le coussinet le frottement de roulement de rouleaux interposés entre la fusée et la boîte.

Dans la rotation de la fusée, celle-ci roule sur les rouleaux et les rouleaux sur la bague fixe de la boîte. La charge résultante radiale  $R$  (*fig. 50*) est supportée par la moitié des rouleaux au-dessus du plan perpendiculaire à la direction de  $R$  et dans son mouvement un rouleau n'est chargé que pendant un demi-tour, il supporte une charge croissante, jusqu'à un maximum  $R$  à l'aplomb de cette force puis décroissante.

Le travail absorbé par le frottement de roulement et transformé en chaleur est égal pour un tour à :  $R/f_1 \times 2\pi r$ , le coefficient de résistance  $f_1$  mesuré à la circonférence de la fusée de rayon  $r$  dépend des diamètres ( $2r$ ) de la fusée et  $d$  des rouleaux, du nombre de rouleaux, de la charge  $R$  et du coefficient de frottement de roulement qui dépend lui-même de la dureté des métaux en contact.

a) **Comparaison entre les coussinets lisses et les boîtes à roulements.**

Les travaux absorbés par les frottements des deux types de boîtes sont entre eux comme les coefficients  $f$  de glissement et  $f_1$ . Or  $f_1 = 0,001$  à  $0,002$  est environ 10 fois plus faible que  $f$  (acier sur régule). Les boîtes à rouleaux n'apportent cependant pas la même réduction proportionnelle de la résistance à l'avancement au véhicule qui en est muni parce que d'une part, cette résistance tient compte d'autres frottements (frottement de roulement des essieux sur le rail, résistance de l'air dont l'influence devient prédominante avec la vitesse, etc.) et que d'autre part, lorsque le régime du frottement fluide est atteint avec la boîte à coussinet lisse le coefficient  $f$  peut descendre à une valeur voisine de  $f_1$ . Des essais à point fixe et en

ligne ont confirmé qu'un matériel équipé en boîtes à coussinets bien établies, quand le film d'huile est formé, ne nécessite pas pour son déplacement, d'effort plus élevé qu'un matériel identique équipé de boîtes à rouleaux. Cependant les boîtes à rouleaux font preuve d'un avantage sérieux aux faibles vitesses et surtout aux démarrages lorsque dans une boîte à coussinet lisse le film d'huile n'est pas encore formé. L'équipement des voitures et wagons permet une augmentation de l'accélération du train au départ ou, le tonnage maximum admissible du convoi étant généralement limité par les possibilités de démarrage, une augmentation de ce tonnage maximum. Ces raisons seraient insuffisantes pour justifier l'équipement des locomotives.

Les boîtes apportent un grand avantage du point de vue de leur entretien, elles ne prennent pratiquement aucun jeu, n'usent pas les fusées d'essieux, nécessitent peu de surveillance, économisent l'huile dans la proportion de 80 à 90 % et il en résulte une meilleure tenue du

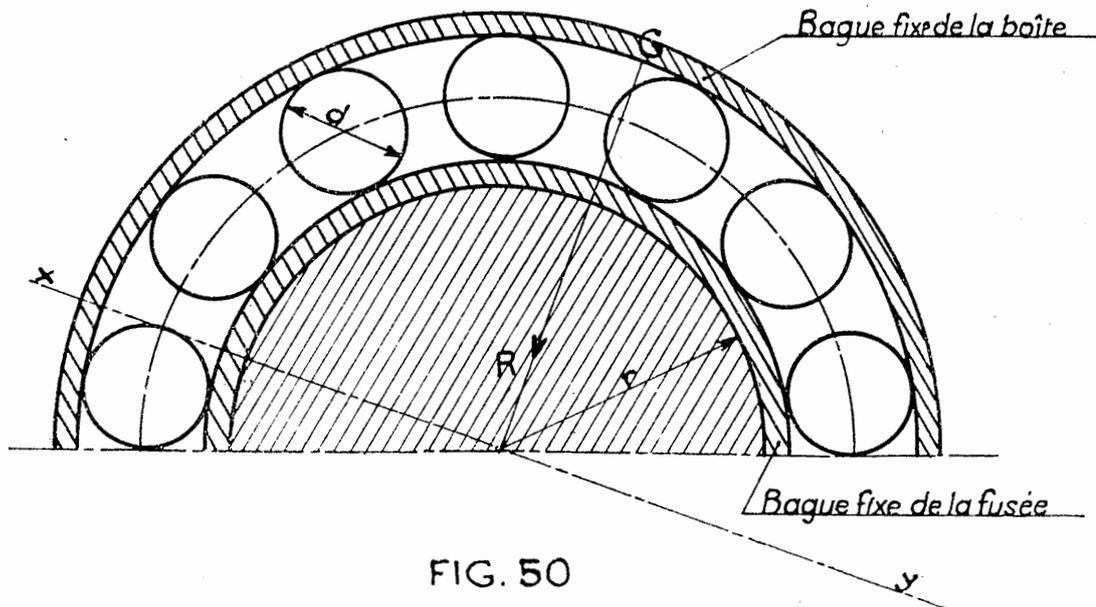


FIG. 50

mécanisme. Cet avantage ne serait encore que secondaire et insuffisant à lui seul en comparaison de leur prix d'achat élevé. Leur emploi sur les locomotives semble se justifier uniquement par l'absence presque complète de chauffage (d'où réduction d'immobilisation des locomotives et des frais de remise en état).

Les boîtes à rouleaux nécessitent un prix élevé de premier établissement, elles sont encombrantes, leur application à du matériel en service exige une modification onéreuse; pour ces raisons on ne les applique généralement qu'à des constructions neuves.

Un gros obstacle s'est opposé au développement de ces roulements sur les locomotives : les fortes charges imposées et les chocs et réactions importantes subis en service. Les progrès de la technique ont permis aujourd'hui d'en étendre l'application, des essieux porteurs aux essieux couplés (141-R).

## B. — BOITE PROPREMENT DITE

Elle est destinée à reporter sur l'essieu par l'intermédiaire du coussinet la charge transmise au ressort de suspension, elle joue le rôle de palier pour les essieux moteurs en trans-

mettant au châssis les efforts horizontaux qui sollicitent l'essieu, elles maintiennent le parallélisme des plans verticaux contenant leurs axes et elles guident leurs déplacements verticaux.

Les boîtes diffèrent suivant qu'elles doivent être montées sur des essieux à fusées intérieures ou à fusées extérieures. Dans le premier cas qui est toujours celui des essieux couplés,

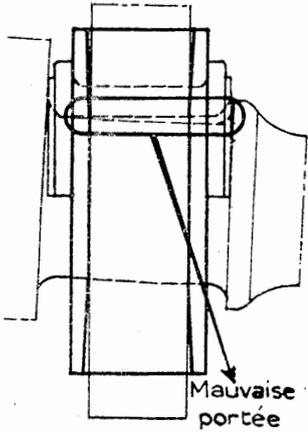


FIG. 42

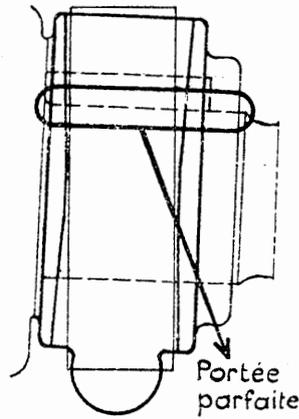
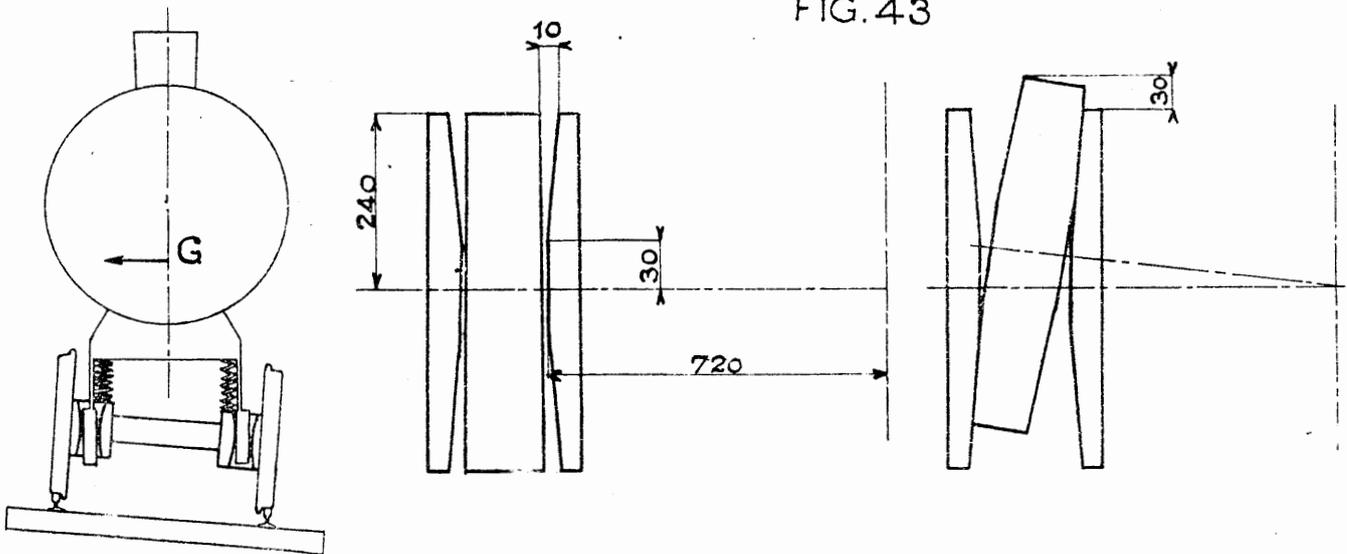


FIG. 43



la possibilité de leur montage nécessite qu'elles présentent la disposition à carcasse ouverte. Dans le deuxième cas, que l'on rencontre sur les tenders, elles sont généralement à carcasse fermée.

### 1° Boîtes de locomotives à coussinets et à carcasses ouvertes.

Cette boîte, en général à coussinet rapporté, est constituée par un cadre en forme d'U dont chaque branche a une section en U pour coulisser verticalement avec guidage latéral sur les glissières fixées au châssis. Un dessous de boîte ferme la partie inférieure de la carcasse.

a) Conditions d'établissement des faces de glissement des boîtes.

La dépouille latérale des joues des faces de glissement de boîte présente une grande

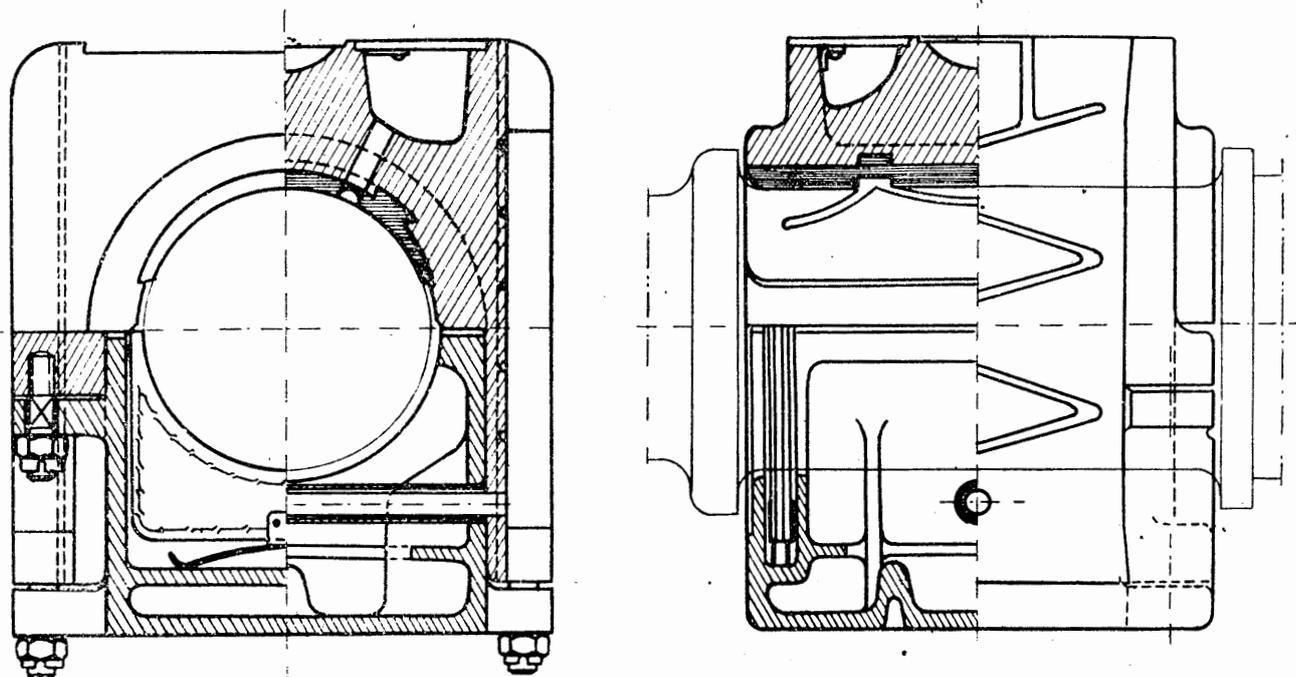


FIG. 44

importance. Un balancement transversal du châssis par rapport aux essieux se produit en vitesse sur une voie en courbe, il tend à coincer les boîtes dans leurs glissières, à les déverser par rapport aux essieux et à créer une mauvaise portée du coussinet d'où des pressions exagérées en certaines régions (fig. 42). Pour éviter cet inconvénient, il faut permettre une oscillation transversale des boîtes par rapport aux glissières. La dépouille uniforme présente l'inconvénient d'augmenter le jeu latéral de l'essieu par rapport au châssis sans répondre entièrement à la condition posée. Le mieux est donc, malgré la complication d'usinage que cela entraîne, de pratiquer une dépouille en haut et en bas des joues suivant une ligne brisée.

On voit (fig. 43) que pour permettre un mouvement de roulis du châssis faisant varier les jeux au-dessus de boîte de  $\pm 30$  mm. il faudrait une dépouille en haut et en bas de 10 mm. par joue. Celle que l'on donne pratiquement, inférieure à ce

chiffre serait encore trop importante à pratiquer sur les seules joues de boîtes ou sur les seules joues de glissières de boîtes, il est donc préférable de la répartir également sur les deux.

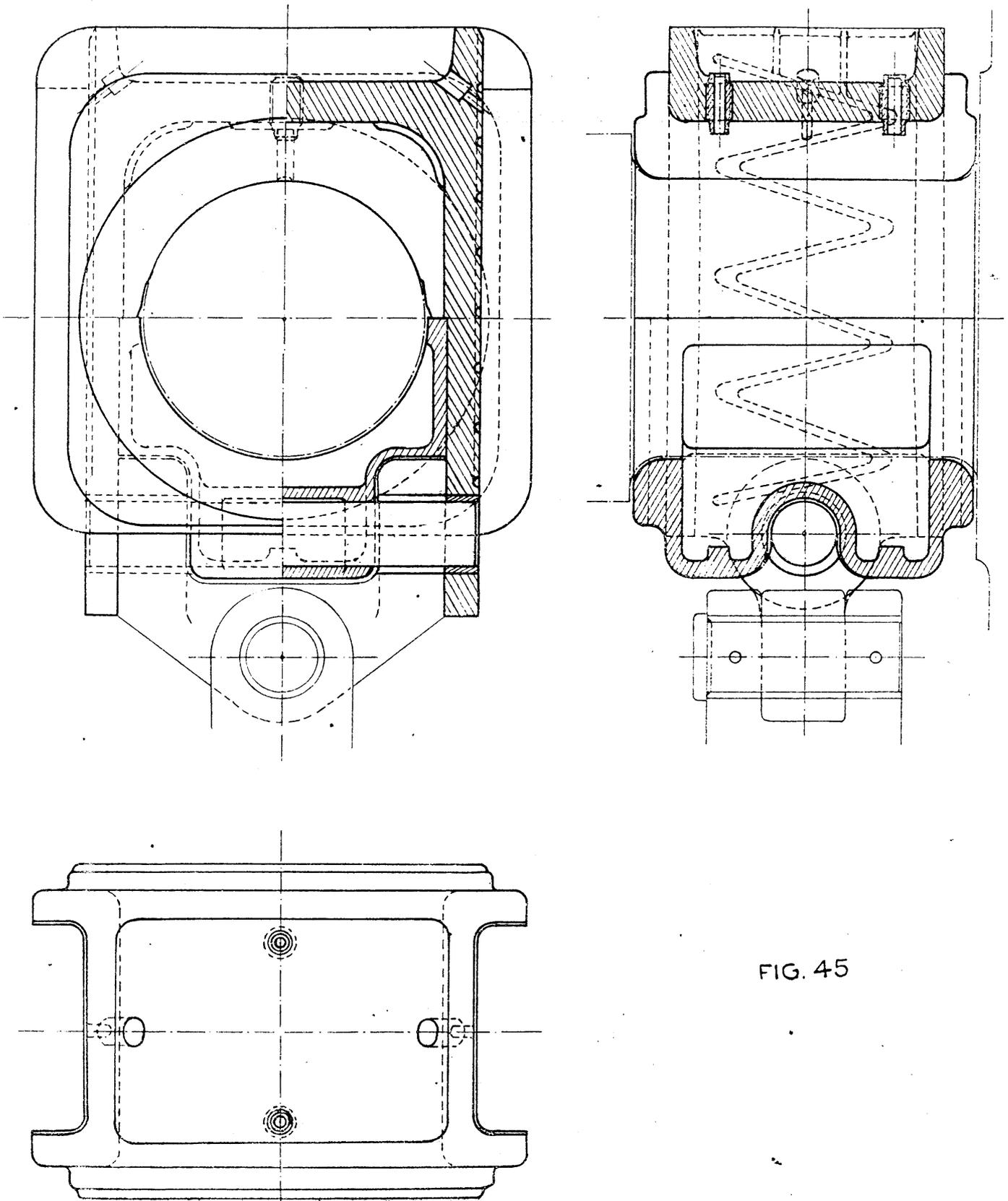


FIG. 45

Théoriquement, pour qu'il n'y ait en position droite aucun jeu latéral et que le mouvement de balancement soit néanmoins possible en conservant ce contact latéral on devrait donner aux joues dans leurs parties à hauteur d'essieu un profil arrondi. Pratiquement on les usine verticales et parallèles sur une hauteur supérieure à 60 mm. avec un jeu latéral maximum égal à la double flèche de l'arrondi soit environ 2 mm.

Jusqu'ici les solutions adoptées changent d'une Région à l'autre mais elles choisissent des dépouilles bien inférieures à celles déterminées théoriquement ci-dessus. Il est bon d'augmenter cette dépouille autant que le permet la bonne tenue de la boîte qui doit supporter d'assez grands efforts latéraux et de tenir compte que les joues arrivent à s'arrondir peu à peu en service.

Le graissage des faces de glissement se fait par alvéoles ou rainures en diagonales dont les bords sont légèrement arrondis pour éviter de racler l'huile; dans le même but on pratique un chanfrein d'entrée à la partie supérieure de la grande face de glissement.

#### **b) Différents types de boîtes.**

On fait parfois usage de boîtes monobloc en bronze massif. La *figure 44* représente une boîte de bogie de 231.000. Cette solution présente l'avantage de supprimer l'ajustage du coussinet dans la boîte et de permettre un dégagement plus facile de la chaleur; par contre en cas de chauffage le bronze perd une grande partie de sa résistance et des déformations, fissures et ruptures sont à craindre.

La boîte à coussinet rapporté est la solution habituelle pour les essieux couplés. La carcasse est en principe en acier forgé cémenté et trempé ou en acier E quand elle supporte la charge par en dessous et en acier moulé quand elle est chargée en dessus. Cependant des boîtes en acier moulé chargées par en dessous sont essayées, elles sont à surveiller davantage au point de vue ruptures.

La *figure 45* représente une boîte montée du type classique d'essieu couplé de 140.000, la *figure 46* est une boîte d'essieu couplé de 241.A, la *figure 47* une boîte d'essieu couplé type moderne ou américain de 141 P, la *figure 48* une boîte d'essieu de bissel AV de 141 P.

La *figure 49* représente la boîte à roulements Timken dite « canon » du bissel AV des 141-R. Le corps de boîte est en deux parties assemblées par boulons et le plan horizontal du joint à hauteur de l'axe de l'essieu. Cette boîte ne forme qu'un seul bloc en acier moulé comportant les logements des roulements des fusées droite et gauche. Elle est parfaitement étanche et subit un essai de pression intérieure à 2 kg. Elle a l'avantage de ne nécessiter que 2 roulements au lieu de 4.

### **2° Boîtes de tender à coussinets et à carcasses fermées.**

Elles sont assimilables en tous points aux boîtes de voitures et wagons sauf qu'elles sont généralement plus chargées.

#### **a) Boîte Delannoy (fig. 53).**

Cette boîte très usitée autrefois est en fonte d'une seule pièce. L'ouverture arrière, fermée par un obturateur est assez grande pour permettre de sortir cette boîte par l'avant malgré la présence de la patère de la fusée; la boîte est fermée par le devant.

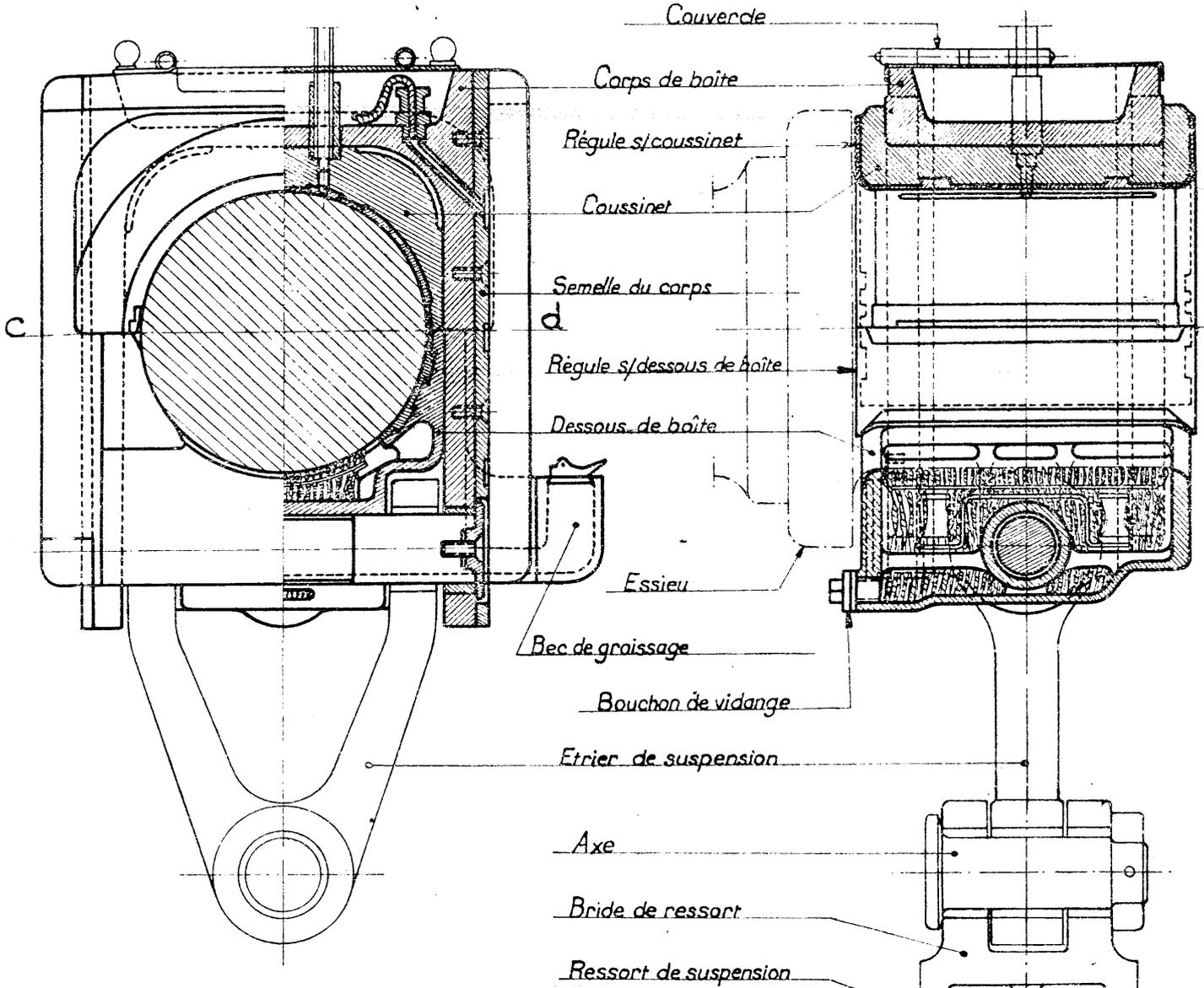
#### **b) Boîte type XXIV (fig. 54).**

Elle est en service sur les tenders 15.000 (ancien Ouest) 18.000 et 22.000. Elle comporte un grain qui vient appuyer en s'encastrant dans un tiroir en fonte s'appuyant lui-même sur le coussinet. La forme bombée de la face supérieure du tiroir dans le sens de sa longueur permet de maintenir une portée convenable du coussinet malgré une oscillation relative de la boîte et de l'essieu. Le tiroir permet de remplacer facilement en service le coussinet. Le

1/2 Elevation

1/2 Coupe ab

Coupe transversale



1/2 Vue en plan  
(couvercle enlevé)

1/2 Coupe Cd

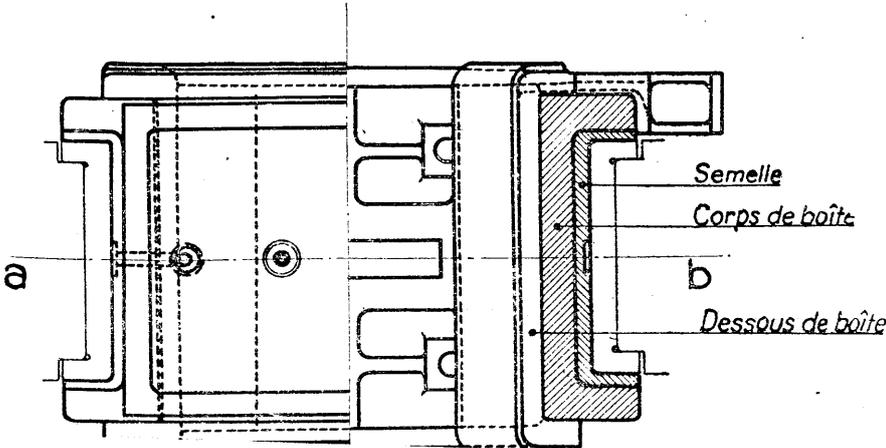


FIG. 46

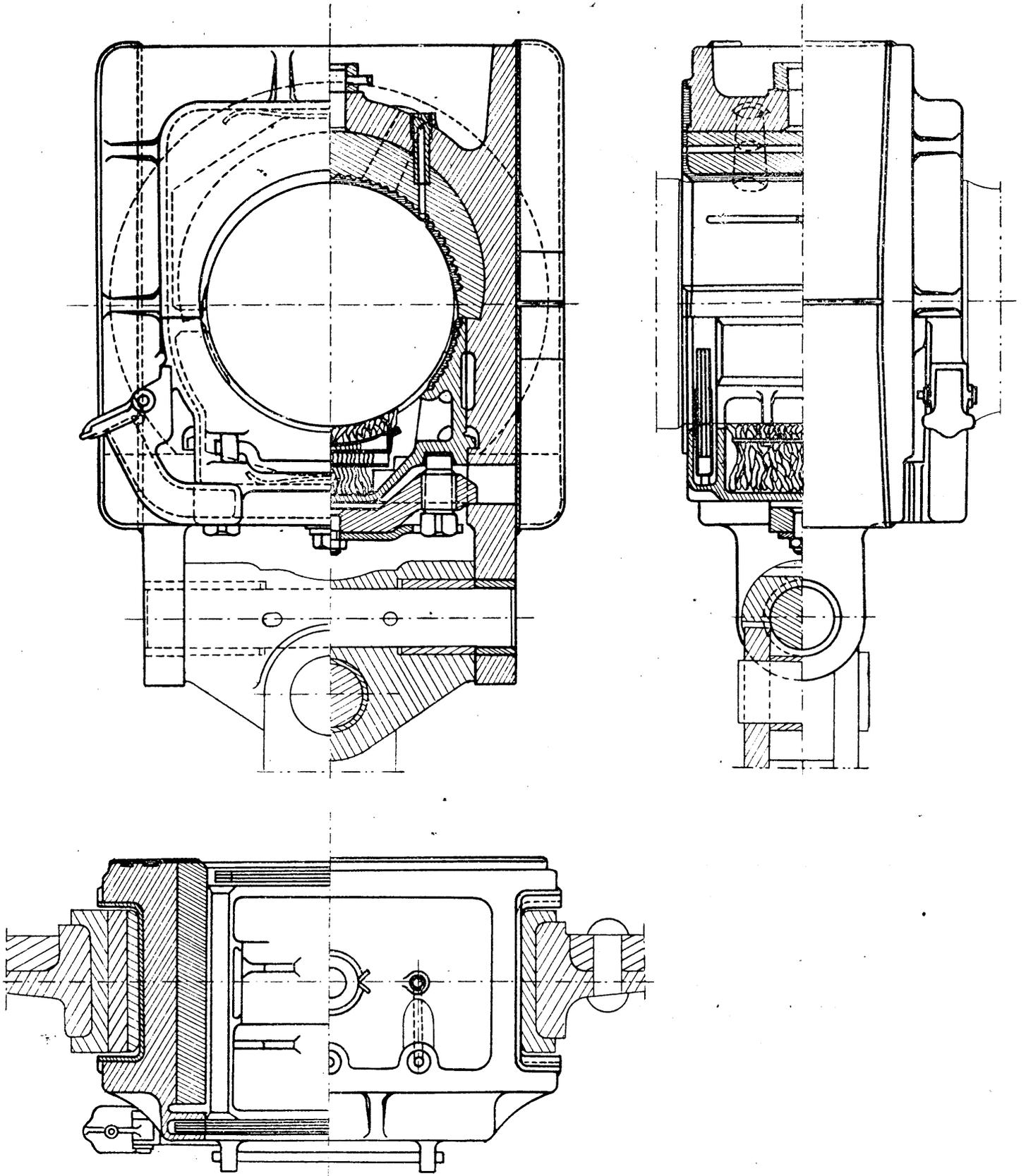


FIG. 47

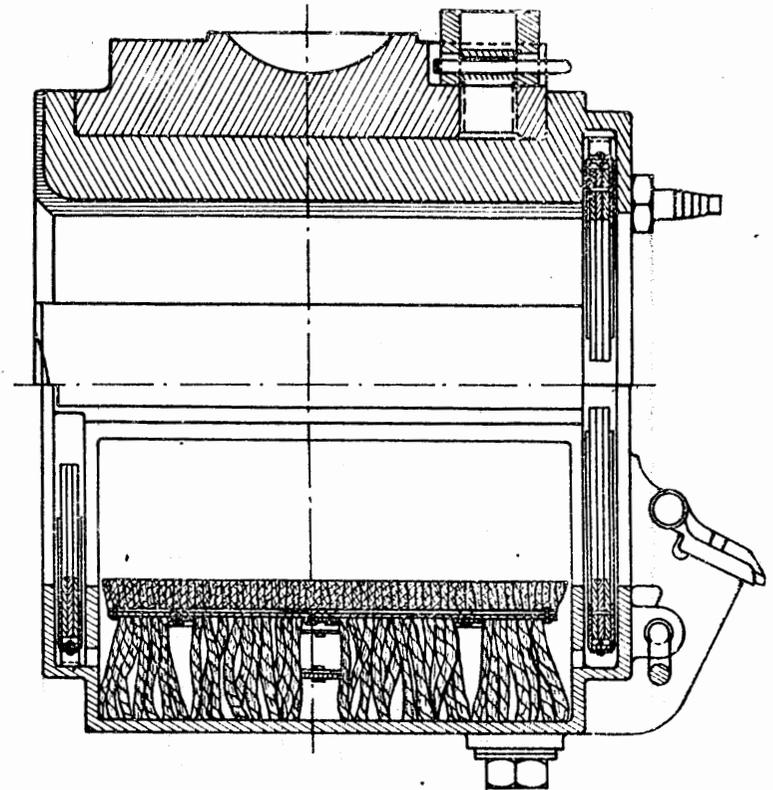
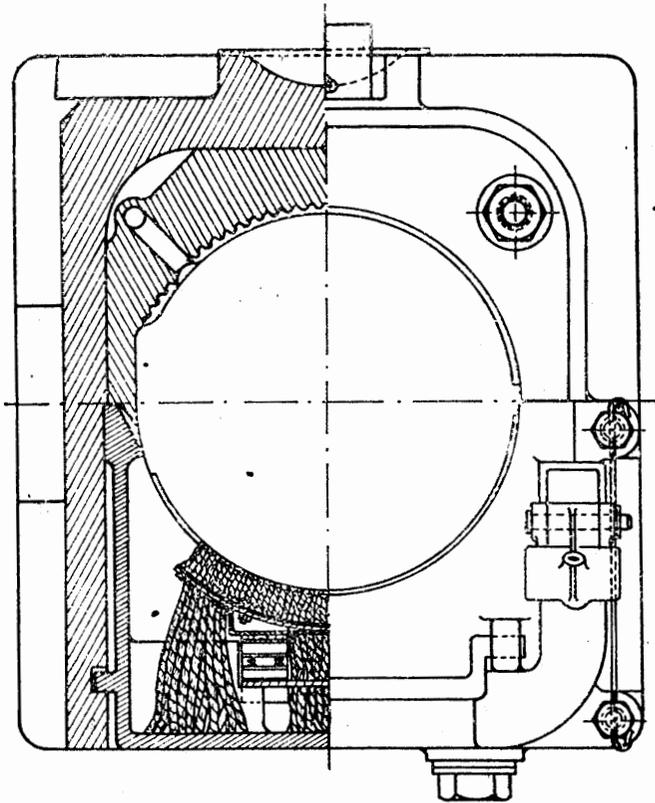


FIG. 48

coussinet a un déplacement latéral limité dans la boîte d'une part par les deux encoches qu'il porte en son milieu, d'autre part par les talons correspondants de la boîte (jeu 2 mm.). Dans le sens transversal de l'essieu son mouvement est limité par les parois de la boîte elle-même (jeu 2 mm.).

Le graissage se fait uniquement par le dessous au moyen d'un tampon graisseur ou d'un bourrage au packing.

Le système de fermeture américain avec couvercle abattant maintenu par un fort ressort permet la visite rapide de la boîte mais a l'inconvénient, en prenant invariablement du jeu en service, de diminuer l'étanchéité. Des obturateurs spéciaux complètent l'étanchéité sur la face arrière.

c) **Boîte Isothermos** (fig. 55).

Elle est essentiellement constituée :

- par un corps de boîte en une seule pièce « A » dont la partie inférieure constitue réservoir à l'huile et est munie d'un bouchon vissé permettant de contrôler le niveau de l'huile, le corps de boîte est fermé hermétiquement par un couvercle boulonné B.
- par un coussinet « C » pourvu de canaux distributeurs d'huile « H » ;
- par une palette puiseuse « D » fixée sur la patère de la fusée ;
- par un obturateur défecteur d'huile « E » en acier, calé sur un épaulement de l'essieu ;
- par un obturateur pare-poussières « F » en cuir et feutre en deux parties ;
- par un bouclier pare-chocs « K ».

Dès la mise en marche du véhicule, la palette puiseuse est entraînée par la fusée : dans le mouvement de rotation, ses extrémités plongent alternativement dans le réservoir d'huile, produisent à la sortie un voile d'huile qui se brise et tombe en gouttes sur le coussinet dès le premier tour de roue.

A vitesse accélérée, ce graissage par égouttage continue à s'effectuer, mais une plus grande quantité d'huile adhère à la palette puiseuse et détachée par la force centrifuge, se trouve projetée sur le pourtour de la boîte. Une partie de cette huile récupérée par les alvéoles « G » aménagées dans la partie supérieure du corps de boîte est conduite au coussinet, d'où, par les rainures « H » elle pénètre par les trous « I » dans les pattes d'araignées et arrive à la fusée. L'huile, après avoir lubrifié la fusée, retombe en partie directement dans le réservoir. Une autre partie s'écoule au droit de l'épaulement.

En marche, cette huile, retenue dans la cuvette circulaire de l'obturateur défecteur d'huile, est projetée dans la boîte ; à l'arrêt, elle s'écoule dans le réservoir.

La palette permet d'élever le maximum d'huile à toutes les vitesses. A 120 km. à l'heure elle apporte 50 kg. d'huile à l'heure, ce qui est considérable par rapport aux 200 gr. d'un tampon graisseur. L'huile n'est renouvelée que tous les 35.000 km.

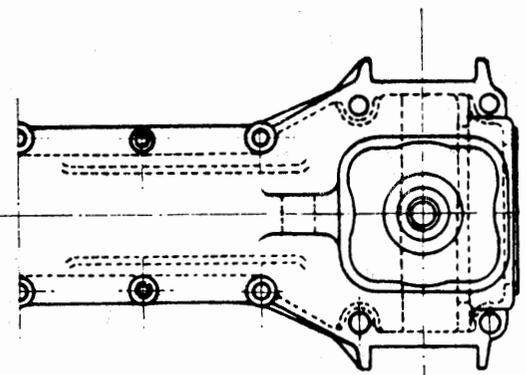
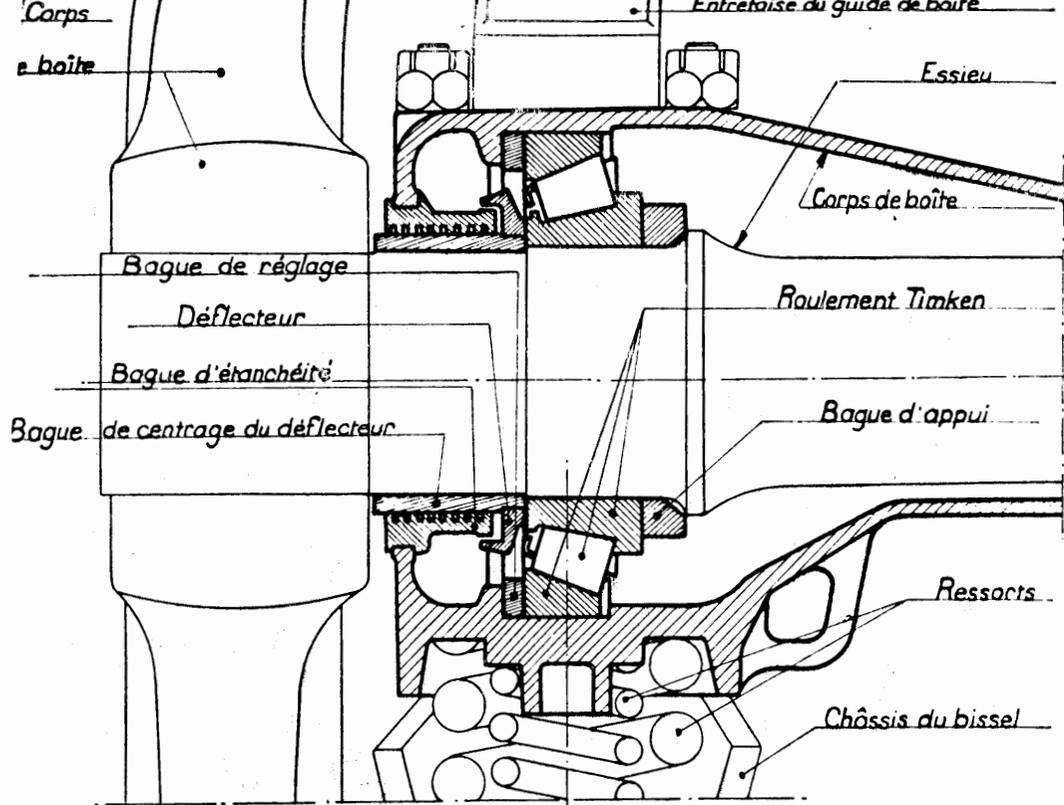
Pour assurer le roulement sur film d'huile, le coussinet porte deux réserves constituées par des canaux longitudinaux pratiqués dans la régule. Ces réserves amorcent la pellicule d'huile et en empêchent la rupture.

d) **Boîte Athermos** (fig. 56).

La boîte « Athermos » est un modèle évolué de la boîte « Isothermos ». Elle comporte exactement des organes similaires de ceux de la boîte « Isothermos » et fonctionne suivant le même principe, néanmoins certaines modifications heureuses ont été apportées à la boîte elle-même, à la palette puiseuse et surtout au coussinet.

La boîte porte à l'avant une rigole (a) destinée à collecter l'huile projetée par la palette et à la déverser ensuite sur le bec (b) du coussinet.

L'alimentation en huile du coussinet est assurée comme précédemment par une palette puiseuse dite « palette dissymétrique segment ». L'étude théorique de la forme de cette palette a été vérifiée par une expérimentation rigoureuse en laboratoire permettant de déterminer les variations du débit de l'huile en fonction de la vitesse angulaire de la fusée.



1/2 Vue en plan

Montage du roulement "Timken" dans la boîte

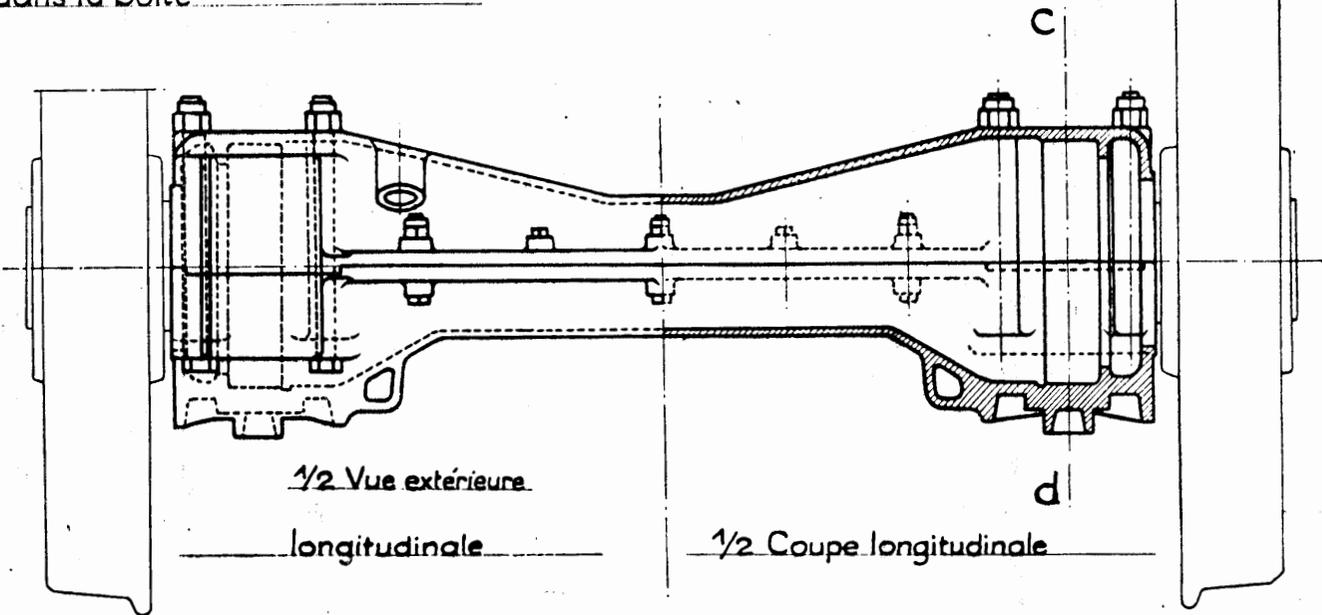
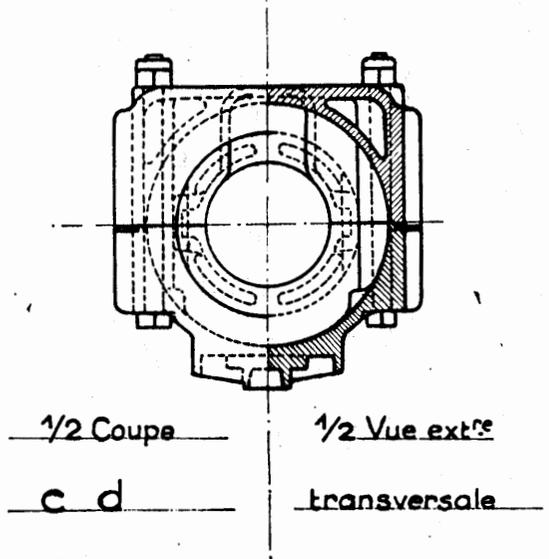
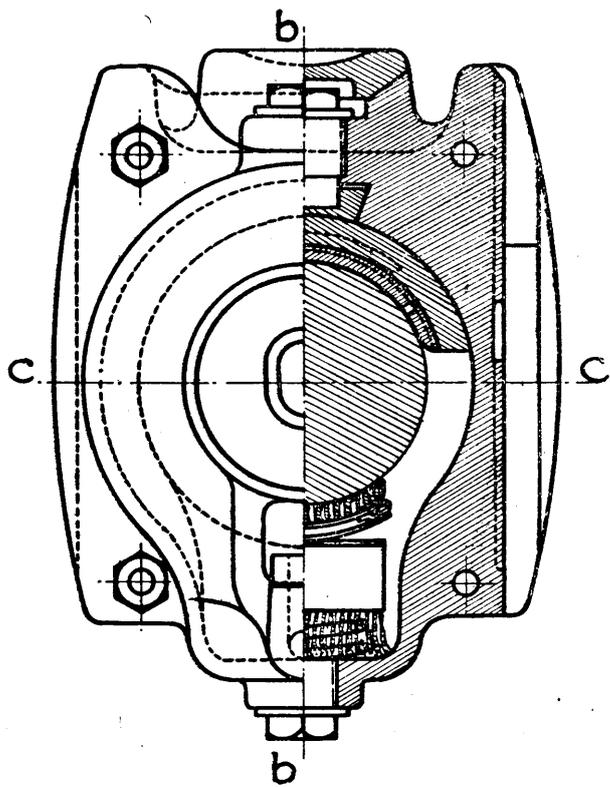
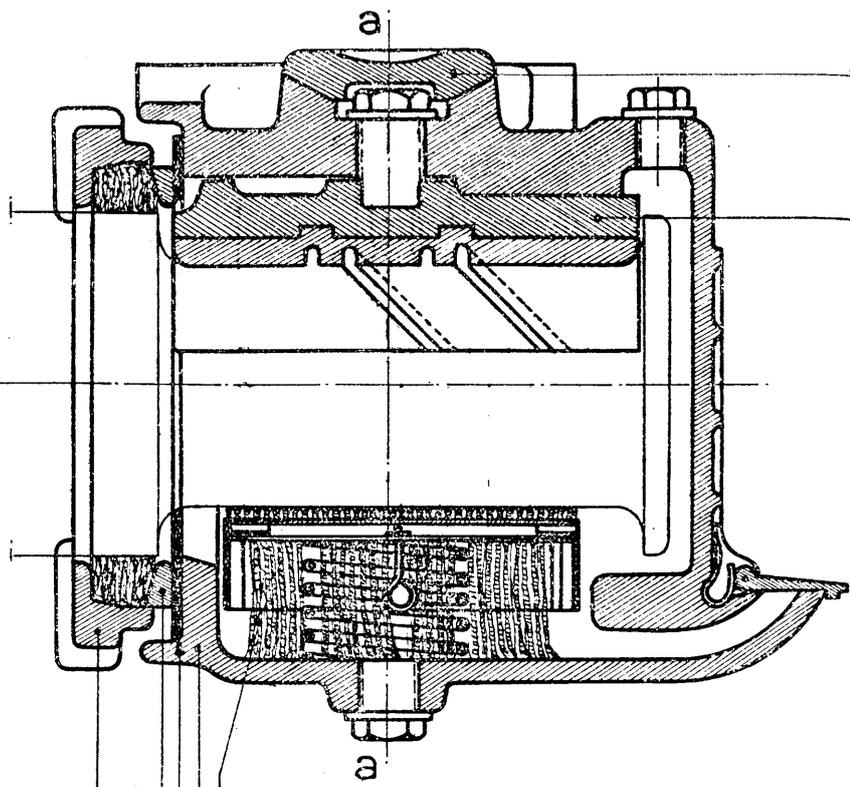


FIG. 49

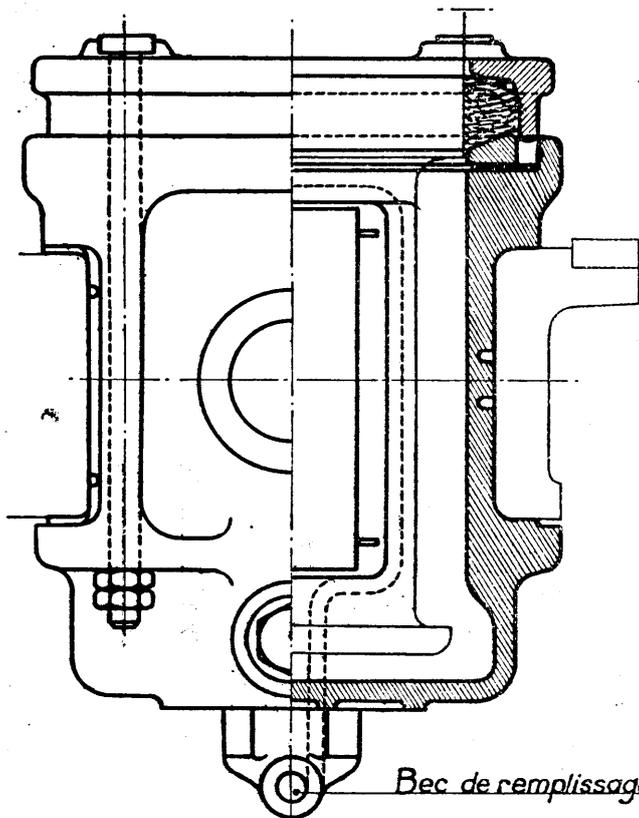
1/2 Elévation 1/2 Coupe aa



Coupe bb



1/2 Vue en plan 1/2 Coupe CC



Grain recevant la tige de pression

Coussinet de la boîte

Brosse de graissage système Smith

Corps de boîte

Obturateur

Bague de l'obturateur

Bride de serrage de la bague

Bec de remplissage

FIG. 53

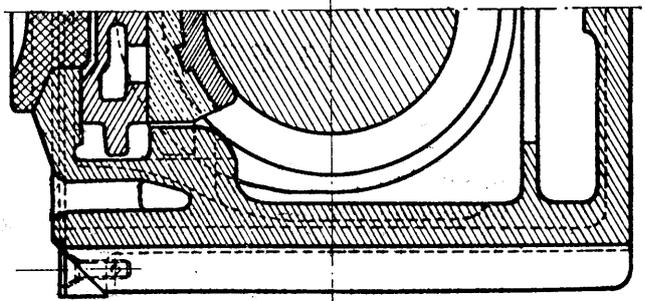
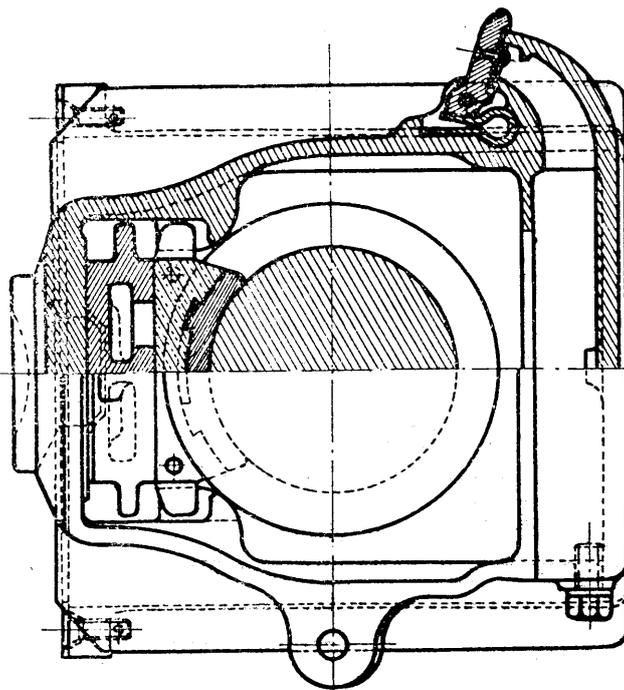
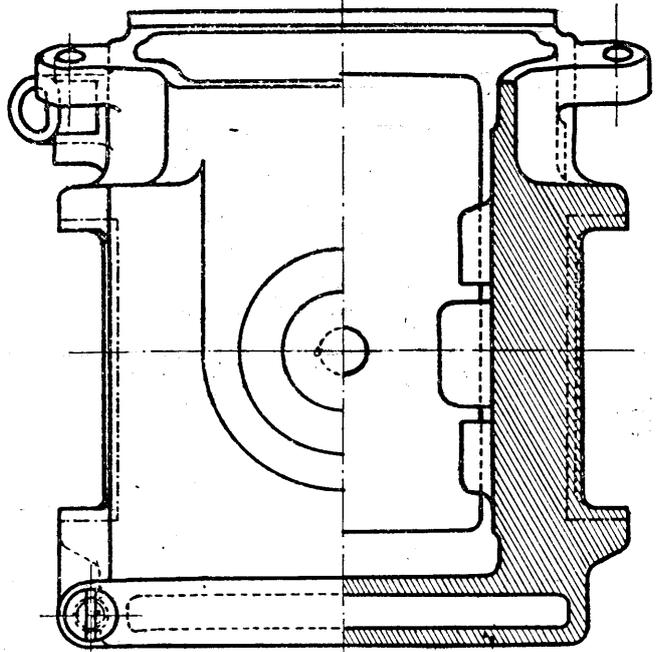
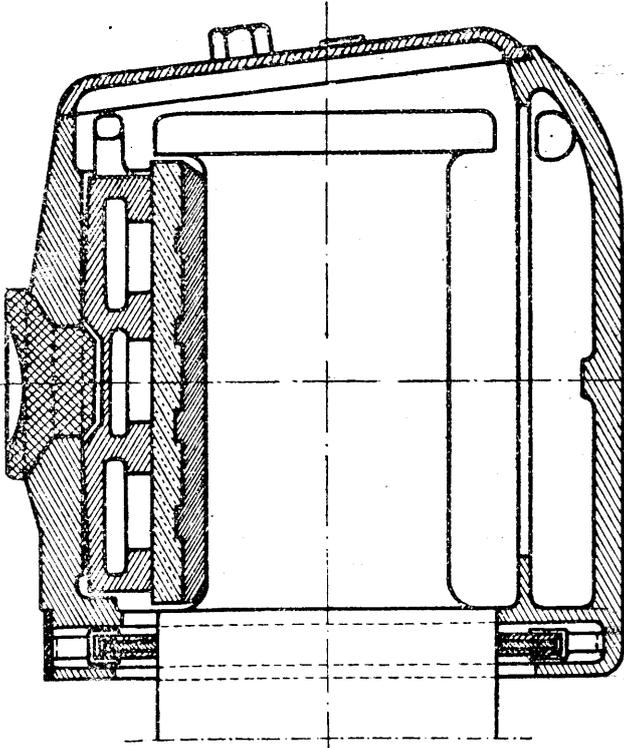


FIG. 54

Suivant les vitesses qui conditionnent directement le mode d'échappement des particules d'huile entraînées par la palette :

— chute par gravité dans le bec du coussinet aux faibles vitesses (forces en présence : pesanteur et force de viscosité ou d'entraînement);

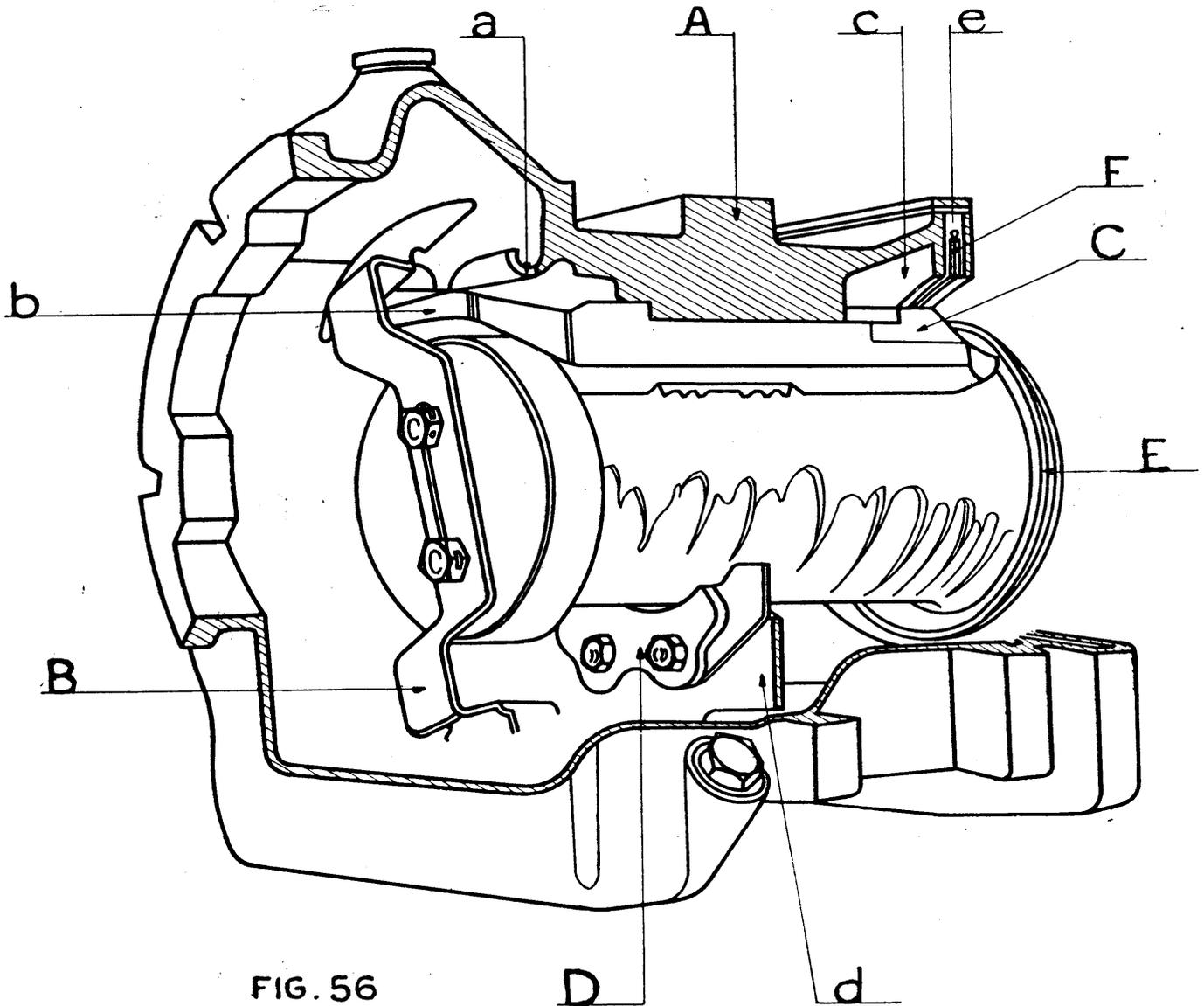
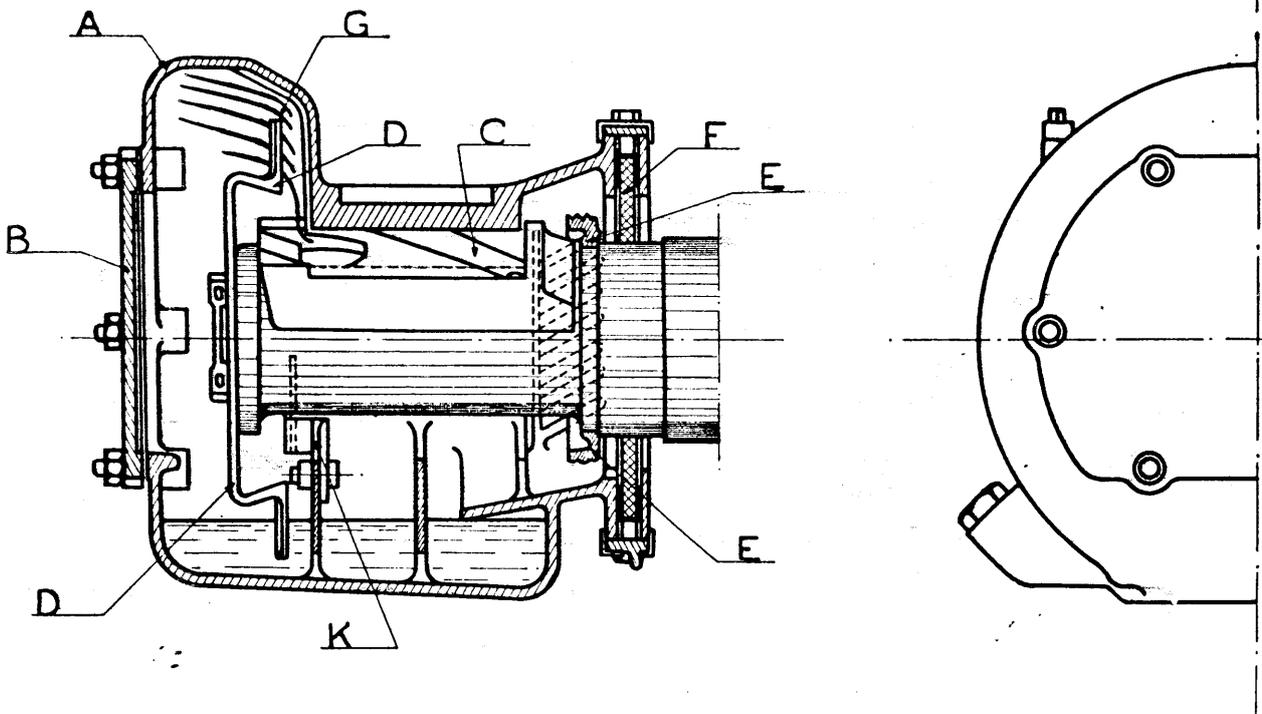


FIG. 56

- projection par « filage » dans le bec du coussinet aux moyennes vitesses;
- projection d'huile par force centrifuge vers le plafond de la boîte aux grandes vitesses; il y a prépondérance de l'une ou de l'autre extrémité de la palette.

Le coussinet « Athermos » par une judicieuse disposition de ses surfaces trapézoïdales nervurées de distribution, assure automatiquement la répartition parfaite sur toute la longueur de la fusée de l'huile amenée par la palette (fig. 57 et 58).



Coupe ab

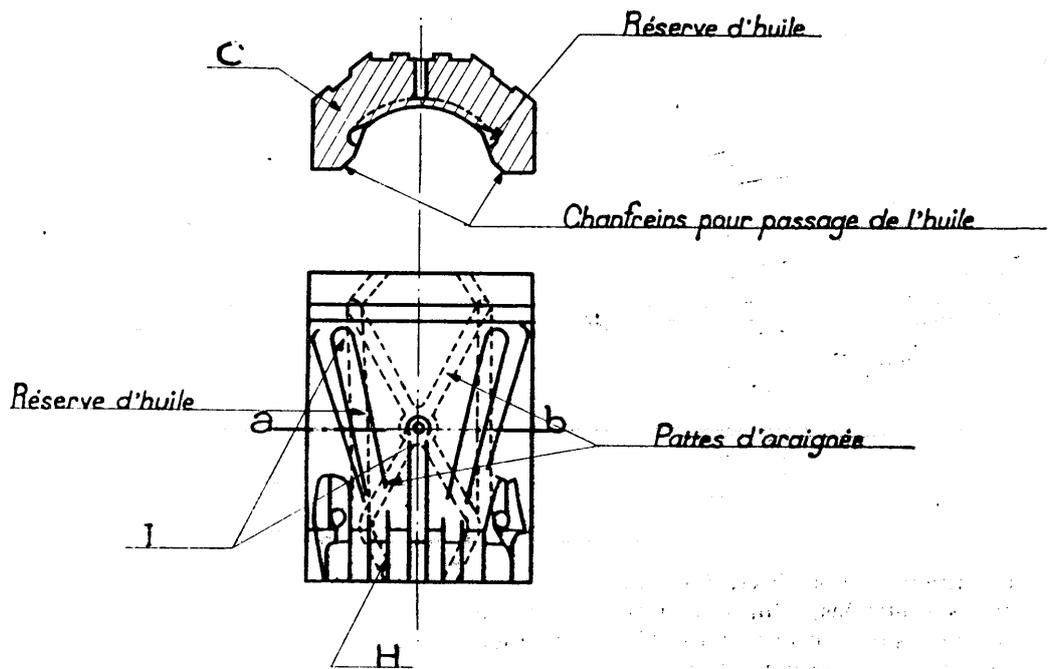


FIG. 55

Il réalise de la sorte la formation et le maintien du film d'huile dès les plus faibles vitesses de rotation compatibles avec son existence.

Au démarrage, cette formation extrêmement rapide du film d'huile a été rendue possible, même après arrêt prolongé du véhicule et quel que soit le suralésage du coussinet, grâce à la réserve d'huile se maintenant par capillarité dans les ajutages extrêmement effilés de part et d'autre de la génératrice de portée; cette réserve d'huile suffit largement à l'alimentation du film pendant les premiers tours de roues nécessaires.

En d'autres termes, à partir d'une vitesse d'avancement de l'ordre de 0,2 km./h., le coefficient de frottement est normalement inférieur à 0,002 et souvent voisin de 0,001. Les élévations de température sont de ce fait même extrêmement faibles; elles ne dépassent pas 30 à 35° C dans les conditions de charge et de vitesse les plus élevées pratiquées en France. L'alimentation abondante en huile permet au surplus une réfrigération plus efficace.

D'autre part, ce coussinet est spécialement conçu pour pouvoir fonctionner avec de très grands suralésages, il se monte sans ajustage et sans rodage, quel que soit le degré d'usure de la fusée.

Le bouclier pare-chocs « D » est destiné, comme son nom l'indique, à limiter les possibilités de déplacements relatifs verticaux et obliques du coussinet et du corps de boîte, par rapport à la fusée, à des valeurs compatibles avec la bonne conservation et le maintien en place des organes de la boîte.

Un disque obturateur « E » calé à chaud sur l'épaule de la fusée et prenant place dans une chambre *ad hoc* prévue dans le corps de boîte assure l'étanchéité.

Il est évident que le profil du disque obturateur ainsi que le tracé de son logement dans le corps de boîte ont été étudiés pour empêcher qu'aux faibles vitesses de rotation, l'huile ne puisse

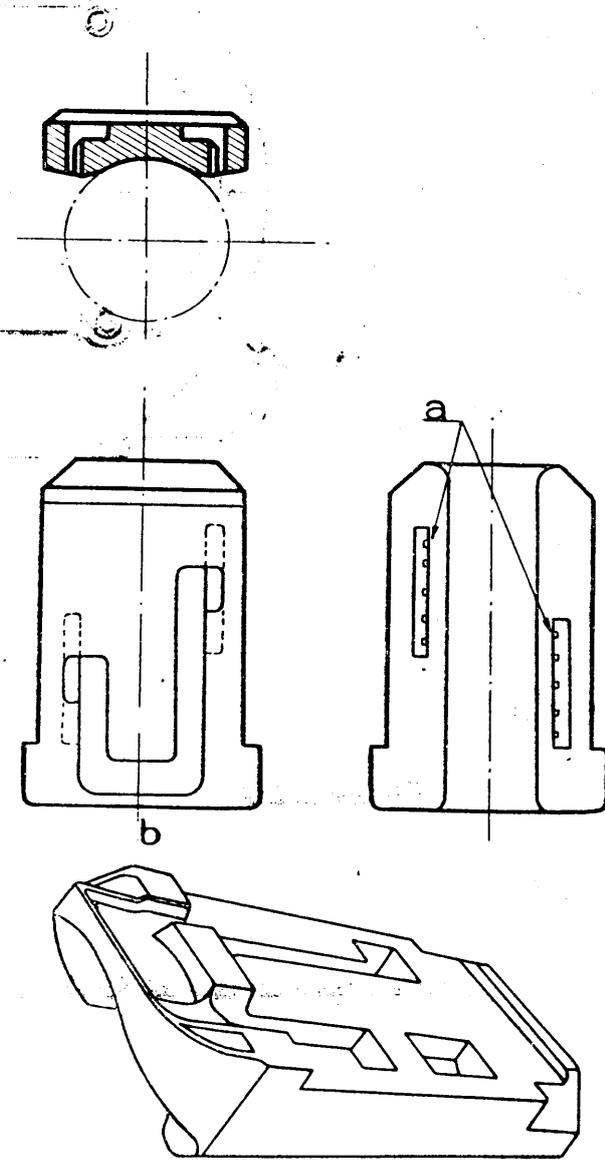


FIG 57

s'épancher vers l'extérieur en franchissant directement le disque et aussi pour qu'aux vitesses élevées, l'huile projetée par force centrifuge sur les parois correspondantes du corps de boîte soit toujours sollicitée à s'écouler vers l'avant de la boîte afin de retourner au réservoir d'où elle sera reprise par la palette.

Sans présenter de caractéristiques particulières autres que sa robustesse et sa simplicité de montage, le pare-poussières « F » dont le rôle se limite effectivement, grâce à la présence

du disque obturateur, à combattre l'introduction des poussières (et non pas à empêcher également des déperditions d'huile) a une efficacité très satisfaisante.

e) **Boîte « Bourdon »** à graissage sous pression (*fig. 59*).

— Description et fonctionnement du dispositif de refoulement.

Un doigt d'entraînement excentré « B » est fixé en bout de la fusée d'essieu. Il entraîne dans sa rotation un disque puiseur d'huile « A » qui tourne sur un pivot « J » solidaire du couvercle de la boîte d'essieu.

La partie inférieure de ce disque « A » plonge dans la réserve d'huile et la couche d'huile

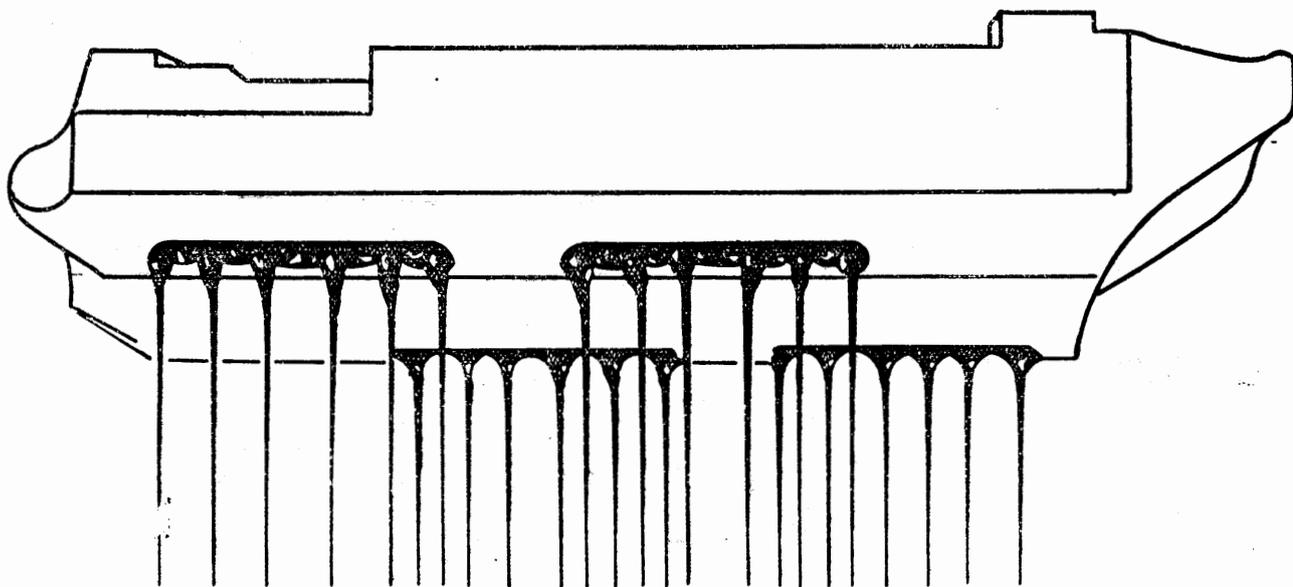


FIG. 58

qui en recouvre le bord est amenée par la rotation jusqu'à la chambre « C ». Grâce à la forme de cette chambre et à la force centrifuge, l'huile pénètre sous pression dans le tuyau d'huile « D », qui la conduit dans le coussinet en un point convenablement choisi.

Le débit d'huile augmente à peu près proportionnellement au nombre de tours de la fusée et la pression augmente avec la viscosité de l'huile, dépendant elle-même de la température extérieure.

— Description et fonctionnement de l'obturateur (*fig. 60*).

Une bague double, élastique, de projection d'huile « E » qui est appliquée sur le renfort de la fusée tourne avec celle-ci tout en pouvant se déplacer longitudinalement sur ce renfort pour permettre le jeu latéral de l'essieu.

Une tôle de séparation en deux pièces « F » logée dans la rainure « N » de la bague double de projection, est reliée avec la tôle d'appui « P » par des boulons d'entretoisement « O » de sorte que l'une des moitiés de la bague double de projection travaille dans une cage « Z » fermée. Tout ce dispositif d'obturation est serré contre la paroi arrière de la gorge au moyen de ressorts, « R » appropriés. On peut prévoir en outre l'interposition d'une couche « H » de feutre, de cuir ou de toute autre matière analogue.

L'ensemble de l'obturateur est logé dans une chambre arrière de la boîte d'essieu, qui communique par un trou « S » avec le réservoir d'huile proprement dit.

En raison de la forme de la rainure « N » de la bague E et de celle de la tôle d'appui « P » l'huile qui recouvre la fusée ne peut sortir et elle est rejetée vers l'intérieur de la boîte. En effet,

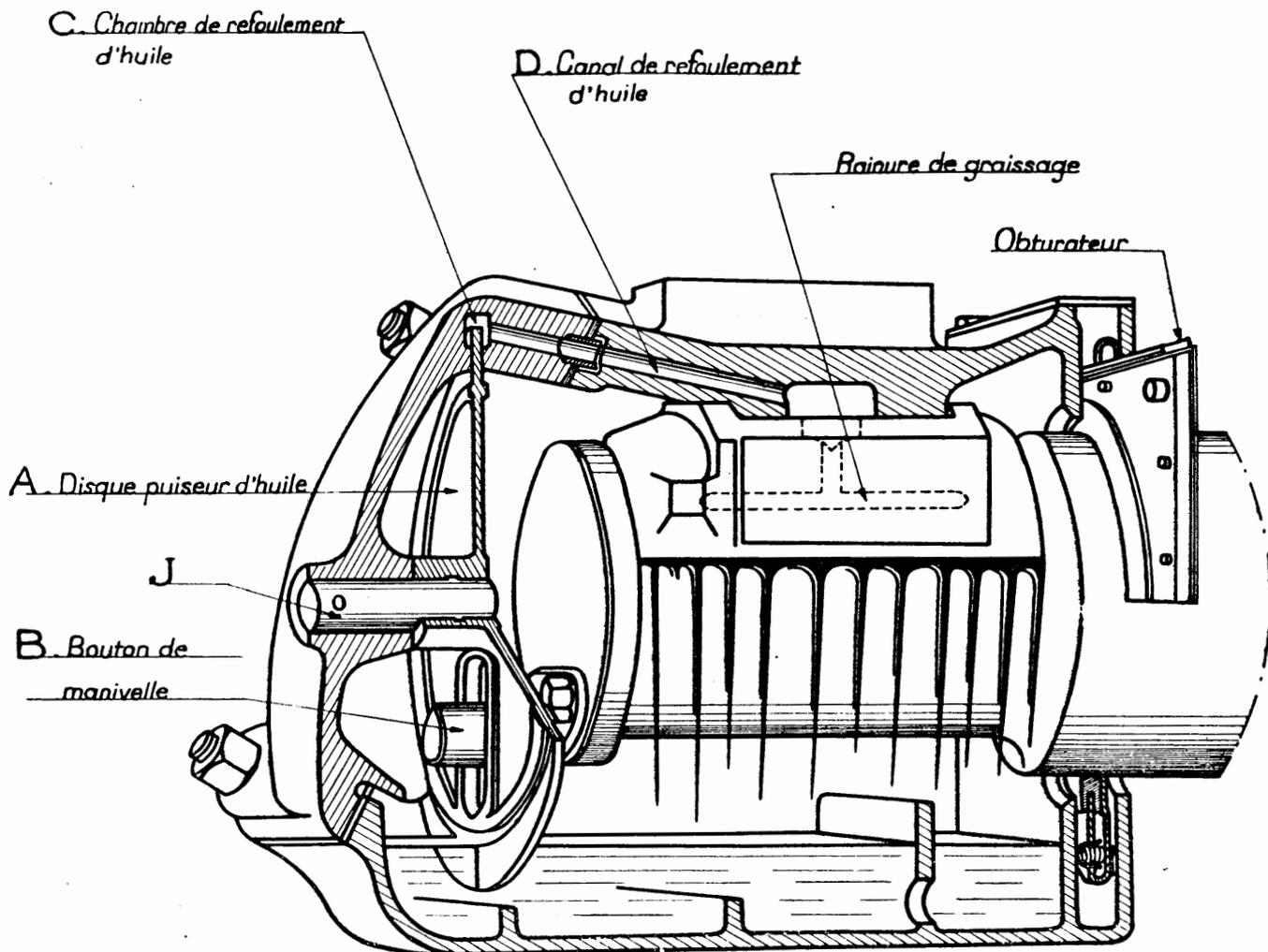
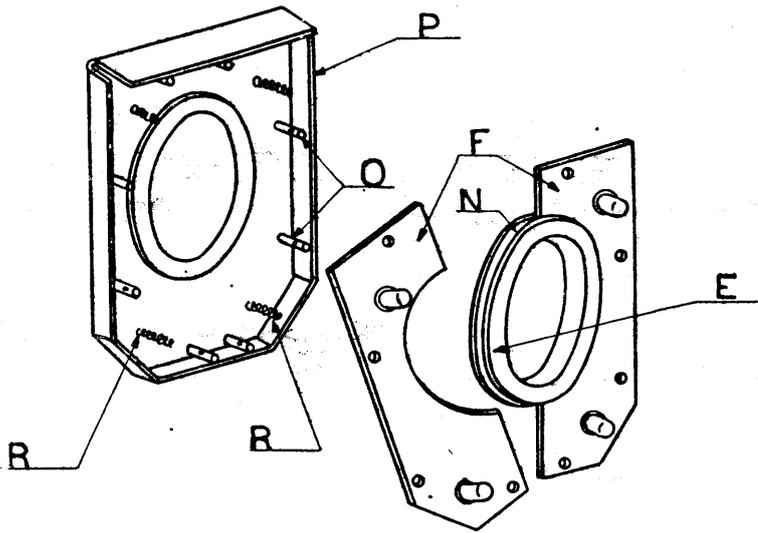


FIG. 59

quand elle arrive à la bague, elle est d'abord projetée par l'arête « E<sub>1</sub> » vers le réservoir et les parties qui auraient pu s'échapper par le jeu existant entre la bague « E » et la tôle « F », sont à leur tour, projetées par l'arête « E<sub>2</sub> » dans la cage « Z » dont les parois les dirigent vers le réservoir d'huile.

Les corps étrangers qui ont pu pénétrer le long de la fusée sont arrêtés par la bague et se déposent dans la chambre « G ».



Type 2 - pour boîtes existantes

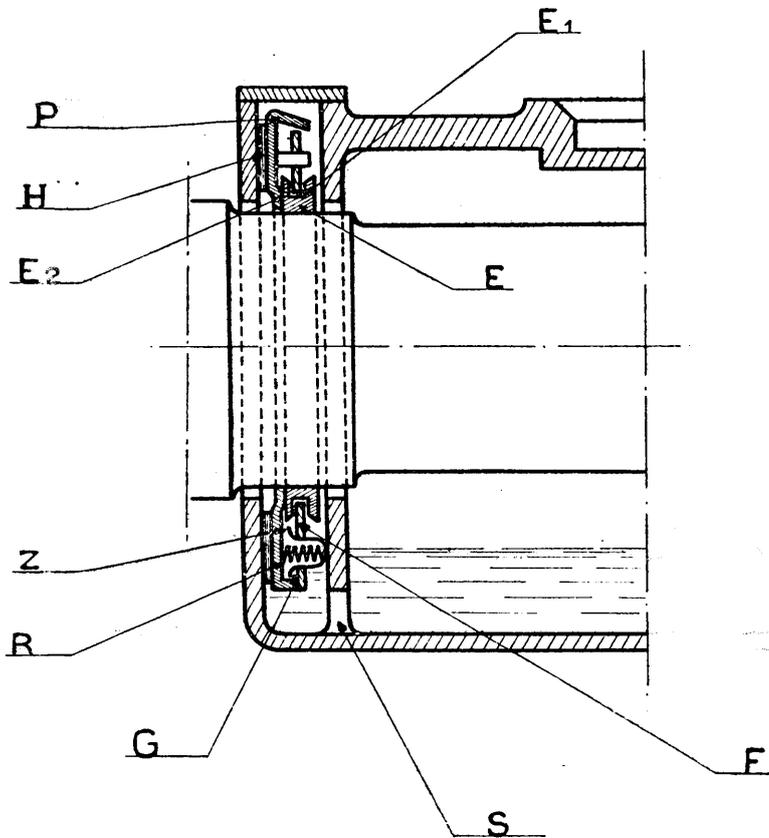


FIG. 60

### f) Boîte à graisseur mécanique « Hennessy ».

La *figure 60 bis* représente une boîte AAR-C pour tenders 30 R, mais des dispositions de même principe sont appliquées à des boîtes d'essieu moteur (141-R).

Cette boîte utilise les déplacements latéraux parasites de l'essieu pour actionner une pompe par l'intermédiaire de leviers appuyés par des ressorts de rappel et frottant sur le bout de l'essieu. Un déplacement latéral de 5 mm. est nécessaire au bon fonctionnement du graisseur (2,5 mm. de chaque côté). La pompe débite dans deux tuyaux aboutissant près de la fusée et au centre de chacune des deux garnitures en feutre du tampon-graisseur.

Pour le montage, on introduit à l'intérieur de la boîte vide la plaque de montage du graisseur et on la soude à la boîte aux points indiqués. On monte l'obturateur imbibé d'huile dans son logement, le feutre vers l'intérieur, puis son couvercle. On introduit le tampon graisseur contre la fusée puis la pompe entre le tampon et la plaque de montage. Le tampon comporte une rotule d'appui et des ressorts d'application de la garniture en feutre contre la fusée. La pompe est en place lorsque le raccord de refoulement du distributeur du tampon est descendu dans le siège de la pompe, et lorsque les 2 talons de la pompe sont engagés dans les encoches prévues à cet effet dans la plaque de montage. Les tiges de contact doivent alors reposer sous l'action de leurs ressorts contre le bout de l'essieu. On monte finalement le coussinet et sa cale.

Le coussinet-couronne est inséré à la presse dans la boîte à une pression de 2 t. environ par pouce de diamètre, la pression maximum des plus grandes boîtes ne dépassent pas 25 t., la boîte ne devant en aucun cas s'écarter vers le bas de plus de 0,8 mm.

## 3° Boîtes à roulements.

### a) Boîte Timken.

La *figure 51* représente une boîte Timken de bogie de 231-500. Elle comporte un roulement à 2 rangées de rouleaux coniques à doubles bagues coniques intérieures et bague unique extérieure. Les galets et chemins de roulement ont un sommet commun. Il s'ensuit que les galets roulent sans glisser sur les 2 bagues.

La forme biconique de la bague extérieure et la possibilité d'un léger déplacement latéral de la boîte, la possibilité de déplacement suivant leur génératrice des rouleaux qui ont tendance à s'échapper jusqu'à venir buter sur les épaulements des bagues intérieures ont pour effet de répartir également sur chaque rangée de rouleaux la charge radiale (à la condition qu'il n'existe pas d'effort axial). Bien entendu chacun des rouleaux de chaque rangée ne supporte pas la même charge comme il a été expliqué (1). La convexité intérieure de la bague extérieure ne permet pas à la boîte de prendre un mouvement de rotule par rapport à l'essieu comme le permettrait une forme bi-conique ou sphérique, concave. La boîte est donc du type rigide.

Lorsque l'essieu subit un effort axial, celle des rangées de rouleaux ayant tendance à se coincer sous cet effort, supporte la majeure partie de l'effort radial et tout l'effort axial, ce dernier étant également réparti sur tous les rouleaux de la rangée (2). L'écartement des

(1) D'autre part, les pressions de chaque galet normales à ses deux surfaces de roulement n'étant pas dirigées suivant la même ligne droite, étant donné la légère conicité du galet, il s'ensuit une pression axiale très faible qui s'applique sur la collerette de la bague. Cette légère pression est d'une grande utilité car c'est elle qui, en appliquant la face des galets sur la collerette de la bague intérieure, les oblige à s'aligner rigoureusement d'eux-mêmes. La face de chaque galet étant plate sur son pourtour il y a en effet double contact, ce qui maintient le galet en contact suivant une génératrice avec chacune des bagues. Ajoutons qu'une cavité circulaire pratiquée dans la face d'appui du galet forme réservoir d'huile et assure une lubrification abondante des deux points de contact de celui-ci sur la collerette. Comme la pression sur celle-ci est très faible, elle n'entraîne pas d'usure et de dérèglement axial.

(2) Dans le fonctionnement du roulement sous charge axiale la portion de la charge axiale supportée par chacun des galets se décompose aussi en deux forces normales aux chemins de roulement, égales entre elles mais non dirigées suivant la même ligne droite. Etant donné la légère conicité du galet, il s'ensuit une très légère pression axiale qui sert à maintenir son alignement.

Il est ainsi montré qu'une charge axiale n'est pas supportée par la collerette de la bague mais presque complètement absorbée par les surfaces coniques des deux bagues.

La réaction axiale permanente engendrée par la charge radiale, bien que peu importante, doit être absorbée, c'est pourquoi les roulements Timken sont montés en opposition, par paires. Dans le montage indirect (*fig. 51*) les grandes bases des galets sont dirigées vers l'extérieur; ce montage est employé dans les applications exigeant une grande stabilité alors que la distance entre les centres de roulement est relativement réduite.

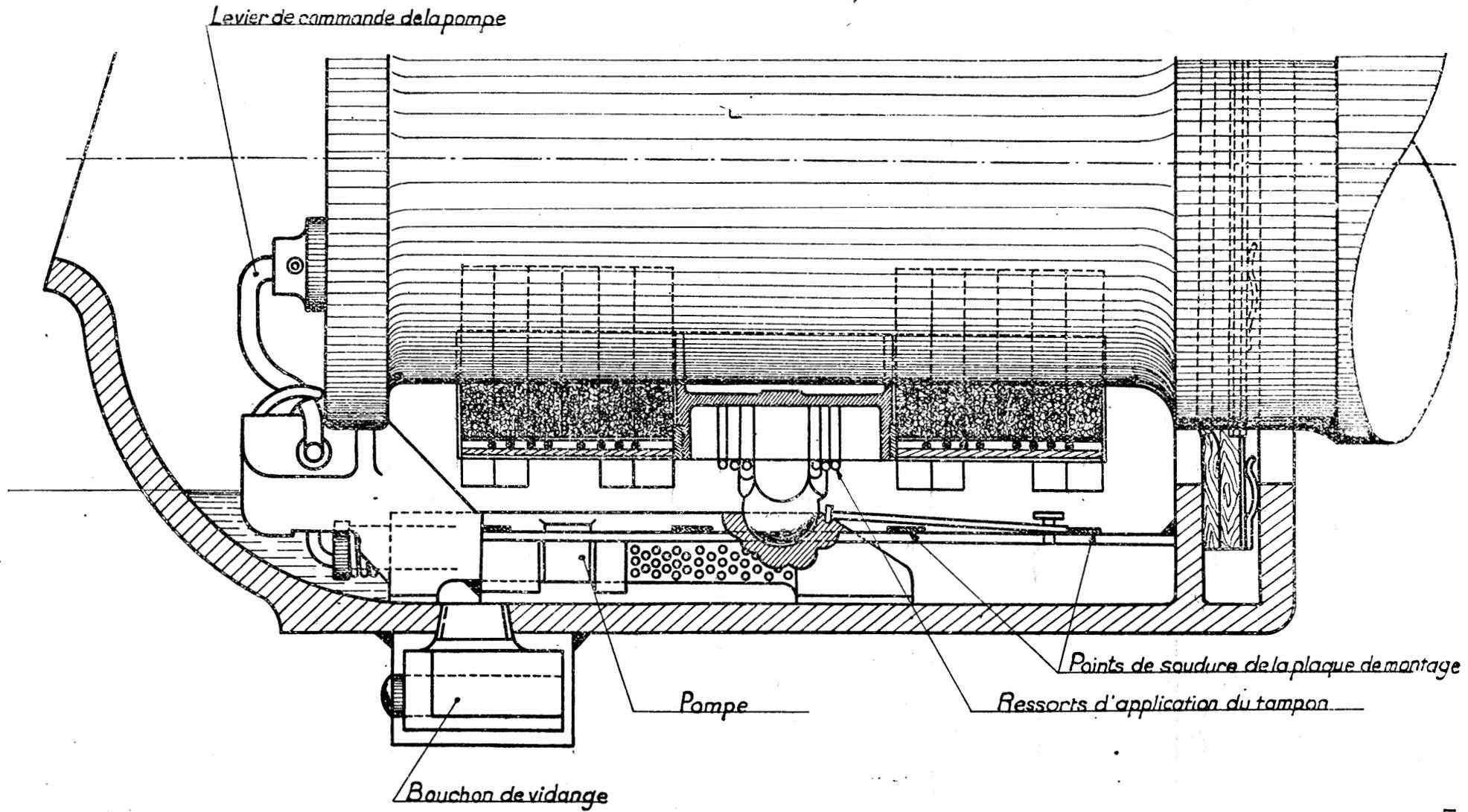


FIG. 60 bis

rouleaux nécessaire pour éviter tout frottement de glissement entre eux, puisqu'ils tournent en sens inverse, est maintenu dans chaque rangée par une cage en bronze ou en acier doux. La fixation des roulements sur la fusée se fait par l'intermédiaire du collet d'essieu, du moyeu de roue et des bagues collerettes formant déflecteur de chaque côté.

Le garnissage en lubrifiant (huile) indiqué par le constructeur doit être fait au niveau maximum prévu; garnir complètement la boîte conduirait à une élévation de température due au barrattage du lubrifiant et à une décomposition de celui-ci.

Le corps de boîte est en acier moulé en 2 parties assemblées par boulons; les glissières de boîtes ont une dépouille de 4 mm. de chaque côté en haut et en bas et elles sont munies de rappliqués en tôle d'acier à 14 % de manganèse.

#### b) Boîte S. K. F.

La *figure 52* représente une boîte SKF de bogie de tender 22 C à suspension renforcée. Elle est du type rigide avec 2 roulements à rotules sur double paire de rouleaux.

Chaque roulement est à 2 rangées de rouleaux dits « sphériques » mais d'un profil courbe, un peu dissymétrique avec un gros bout légèrement convexe. La bague intérieure possède 2 chemins de roulement profilés de manière à bien assurer le guidage des rouleaux; la bague extérieure en forme de sphère est orientable dans tous les sens et forme une rotule (mais non plus lorsqu'elle est montée dans la boîte puisque l'autre roulement s'oppose à ce mouvement de rotule de la boîte). Cette forme sphérique des bagues extérieures, la possibilité d'un léger déplacement latéral d'une de ces 2 bagues et de la boîte qui les porte, la possibilité de déplacement suivant leurs génératrices des rouleaux qui ont tendance à venir buter contre les épaulements des bagues intérieures ont pour effet de répartir également sur chaque roulement d'une part et sur chaque rangée de rouleaux d'autre part la charge radiale (à la condition qu'il n'existe pas d'effort axial.)

Le dispositif à double roulement permet de répartir au mieux les efforts axiaux et radiaux. Pour cela, l'un des roulements est laissé libre en direction axiale par sa bague extérieure pour éviter le coincement des rouleaux et égaliser la charge des 2 rangées. Il ne supporte aucun effort axial.

L'autre roulement est encastré entre 2 parois du corps de boîte dont l'écart est à peine plus large que la bague extérieure. Il supporte seul l'effort axial qui ayant tendance à coincer une rangée de rouleaux est supporté presque exclusivement par cette dernière rangée (supportant d'ailleurs en même temps la majeure partie de l'effort radial imparti au roulement). On arrive par ce dispositif à faire travailler simultanément le plus grand nombre de rouleaux.

La fixation des roulements sur la fusée se fait par l'intermédiaire de manchons coniques extensibles enfoncés fortement et retenus par des dispositifs divers freinés en bout d'essieu. Ces manchons provoquent au montage un alignement automatique des rouleaux qui a pour effet de compenser les petites différences d'usinage entre les 2 roulements.

Une encoche pratiquée dans le rebord extérieur de la bague intérieure permet le démontage et remontage des galets.

Le corps de boîte est en acier moulé en 2 parties assemblées par 4 boulons. Au passage du collet d'essieu l'obturation est assurée par une collerette montée à froid, formant déflecteur des 2 côtés et grâce à l'absence d'usure des roulements on peut réaliser une rainure d'étanchéité extrêmement étroite, cet endroit étant d'ailleurs garni de graisse et d'une rondelle de feutre. Dans la partie inférieure du dessous de boîte est ménagé un creux longitudinal qui s'étend sous les bagues extérieures des roulements et permet le passage du lubrifiant. La partie intérieure de la boîte est fermée à demeure par un couvercle étanche.

Les glissières de boîtes présentent une partie centrale droite de 70 mm. de hauteur et une dépouille de 3 mm. de chaque côté en haut et en bas; elles sont munies de rappliqués en tôles d'acier très dur.

### C. — COUSSINETS

Le coussinet est l'organe intermédiaire entre le dessus de boîte et la fusée d'essieu. Il doit répartir la charge aussi régulièrement que possible sur la fusée, transmettre à la boîte

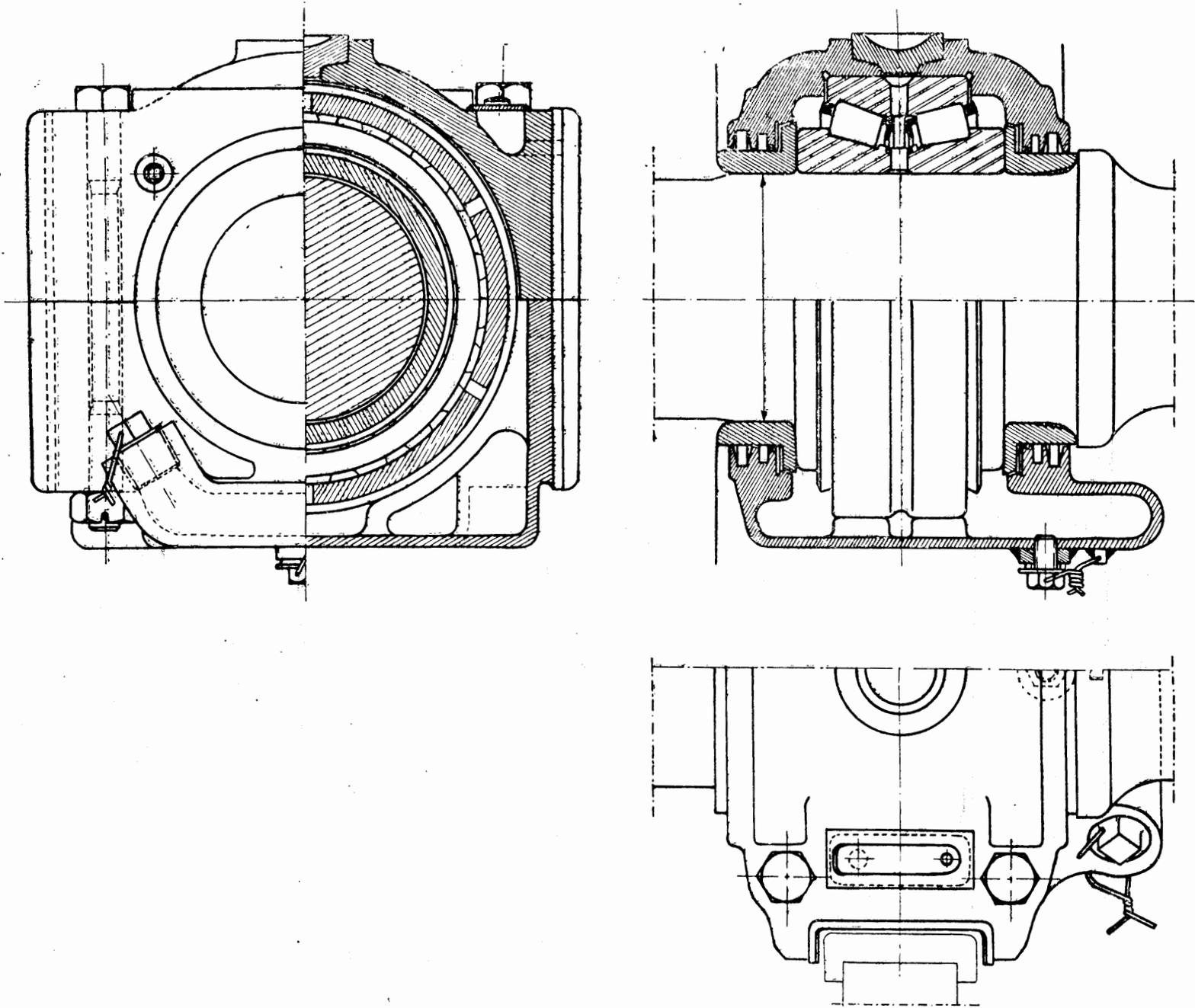


FIG. 51

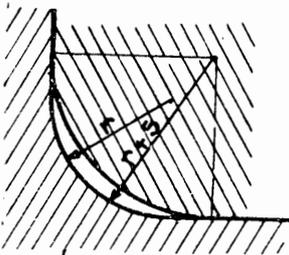
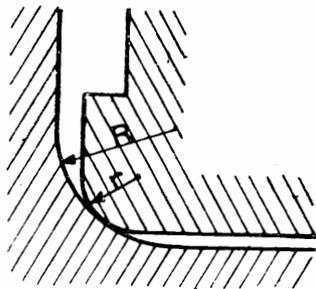
la réaction de l'essieu et présenter une surface de frottement de forme et de nature capable de réduire le plus possible l'échauffement.

### 1° Condition d'établissement du coussinet.

Nous avons traité au début du chapitre des conditions concernant l'alésage.

#### a) Portées latérales.

Avec le coussinet classique, la règle générale est d'utiliser tout ou partie de la joue du coussinet, convenablement dressée, suivant les efforts latéraux à supporter. Avec le coussinet moderne on augmente la portée en faisant intervenir la face latérale de la boîte garnie à cet effet de régule.



bon:  $r > R$

FIG. 65

La portée se fait d'un côté directement contre le moyeu ou dans la disposition américaine contre des demi-bagues rapportées latéralement sur ce moyeu. De l'autre côté elle se fait contre les collets d'essieux, sauf dans la disposition américaine ou moderne dans laquelle ces collets n'existent pas. La portée contre le collet ne peut être prévue aussi grande que sur le moyeu. Si par conséquent les jeux latéraux du coussinet sur la fusée sont également répartis de chaque côté, le collet supporte la même poussée que le moyeu, mais la surface d'appui étant plus petite il y a risque de chauffage. On peut évidemment augmenter sensiblement le seul jeu intérieur, mais il faut aussi tenir compte des déformations élastiques du châssis qui peuvent se produire en marche et modifier notablement la répartition des jeux jusqu'à faire supporter par le collet toute la poussée latérale. La tendance actuelle avec le châssis moderne rigide capable de supporter d'un seul côté sans fléchir anormalement les efforts latéraux transmis par les essieux est donc de supprimer le collet d'essieu et d'avoir une portée sur le moyeu très importante en faisant intervenir la boîte.

La portée latérale se fait soit sur le bronze soit par un garnissage de régule.

Le raccordement des joues avec l'alésage dans le coussinet classique se fait soit par un arrondi soit par un chanfrein. L'arrondi doit avoir un rayon légèrement supérieur à celui

de la fusée, s'il était inférieur la portée latérale ne pourrait se faire que suivant une génératrice (fig. 65) et il y aurait risque de chauffage; mais il n'y a pas d'inconvénient à ce qu'en service, par suite de l'usure la portée arrive à se faire, sur toute la surface du congé, on utilise ainsi mieux l'appui latéral et l'arrondi se prête mieux au graissage que le chanfrein rectiligne.

#### b) Emploi du métal antifriction.

Si les organes de la machine étaient indéformables, il suffirait d'un usinage consciencieux des paliers lisses et pour que ceux-ci soient aussi indéformables on s'adresserait à des métaux de dureté élevée dont l'usinage très fin permettrait de supporter une charge plus forte en fonctionnant sur un film d'huile plus mince, grâce à la diminution des inégalités de surface qui en résulterait. Malheureusement l'alignement des paliers d'un essieu n'est jamais impeccable parce que le bâti de la machine se déforme en marche.

Il faut pour que le palier lisse fonctionne, en régime onctueux du graissage, non pas que la portée se fasse uniquement sur une génératrice ou même en quelques points où la charge serait tellement élevée qu'elle entraînerait un chauffage, mais au contraire qu'en ces points

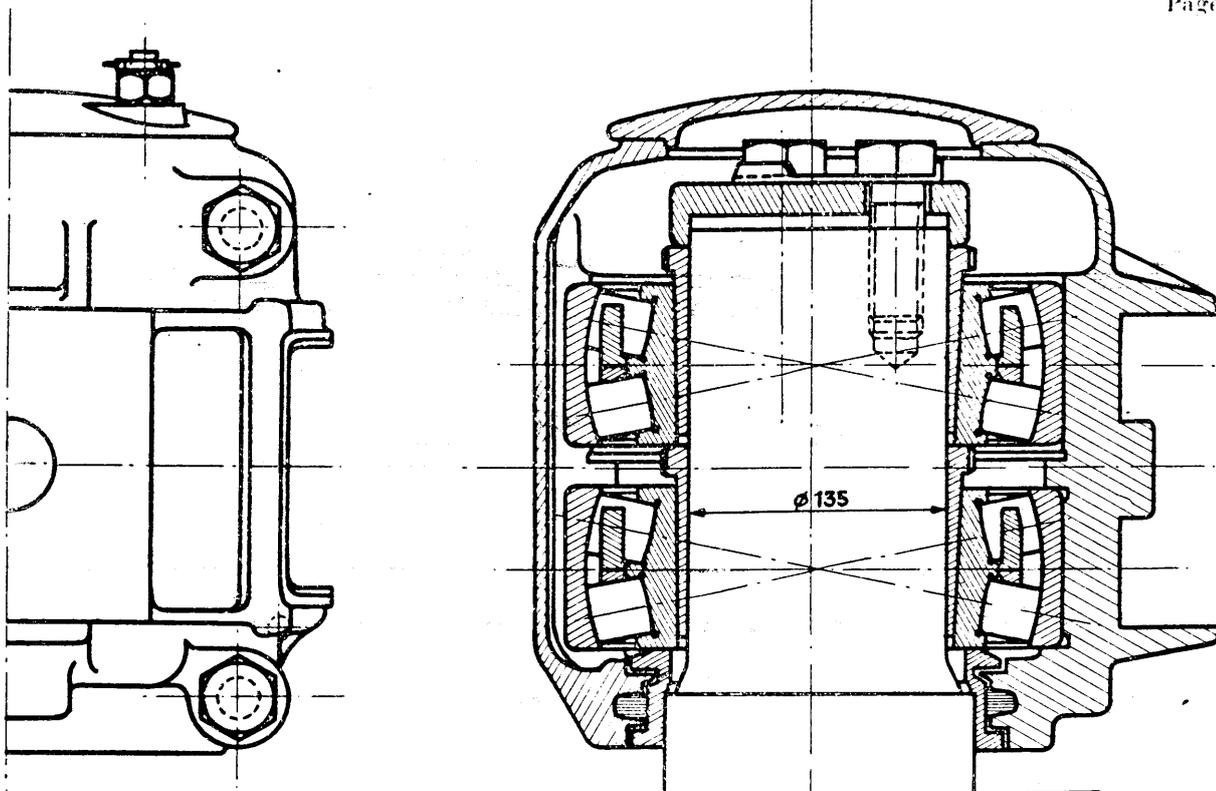
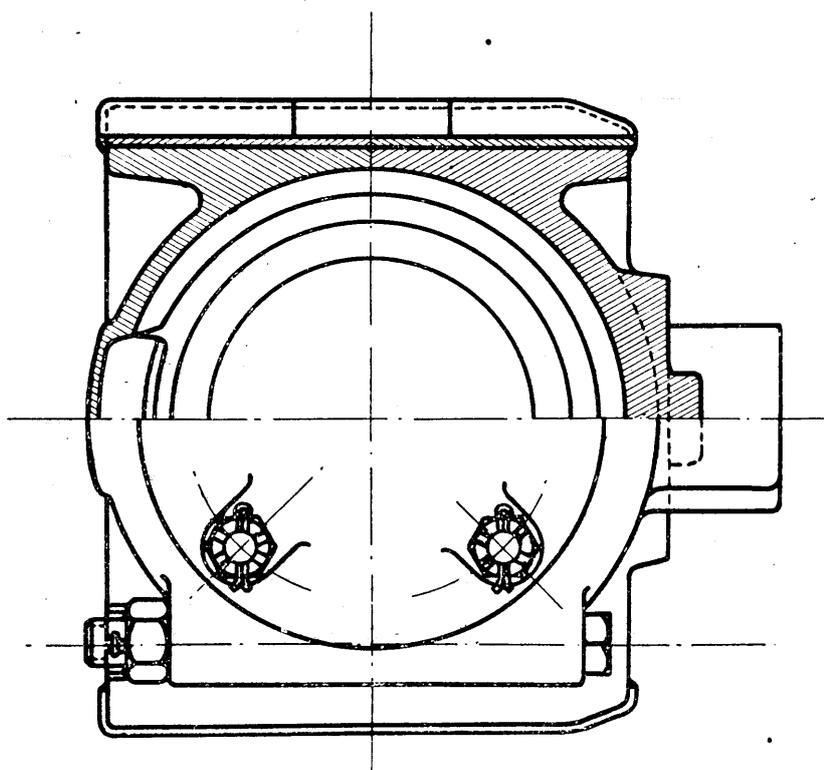


FIG. 52



le métal du coussinet cède, flue sous la charge d'où une augmentation de la surface d'appui. Cette aptitude au fluage, désignée encore par le mot plasticité est une des qualités caractéristiques du métal antifriction utilisé pour le garnissage du coussinet.

L'alésage est entièrement garni sauf 2 talons de bronze de 20 mm. de hauteur environ, près de la coupe. Ces talons, dits de sécurité, sont légèrement en retrait sur le régule pour ne pas porter normalement sur la fusée et éviter les coinçages mais ils peuvent supporter le cas échéant les efforts horizontaux anormaux transmis par l'essieu et surtout le maintenir en place en cas de fusion du régule. L'emploi de cordons circulaires en bronze portant sur la

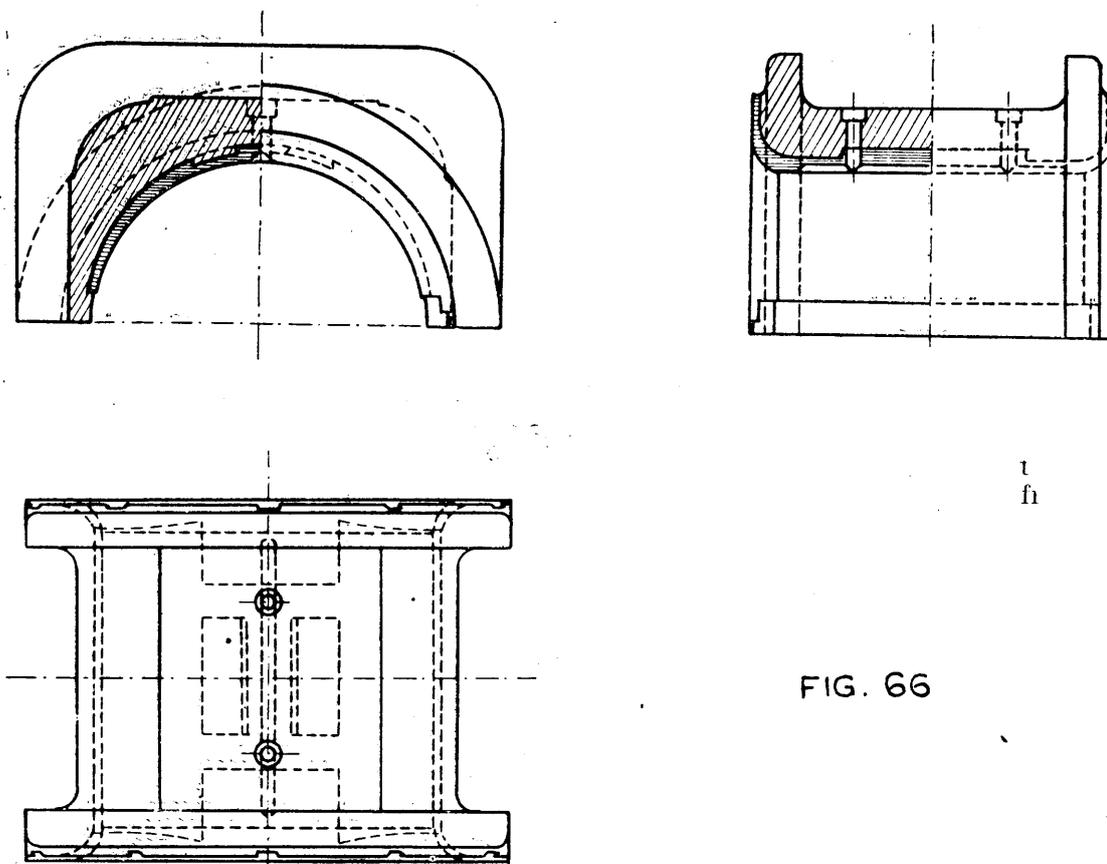


FIG. 66

fusée qui ont pour but d'éviter le laminage latéral du régule est généralement abandonné parce que cette pratique exige un ajustage délicat (outil de forme et retrait léger sur le régule pour qu'après rodage ce dernier vienne au niveau du bronze) pour une amélioration peu sensible.

L'ancrage du régule sur le bronze se fait par rainures en forme de queue d'hironde creusées dans la carcasse du coussinet ou par des trous percés dans les joues ou par des prisonniers noyés dans le métal (cette dernière disposition n'est pas recommandée en raison des rayures de fusée qu'ils provoquent en cas de chauffage).

L'épaisseur de régule est en général de 10 mm. sauf à l'endroit des talons de sécurité supérieurs où elle n'est que de 6 mm. (maxi 9 mm., minimum 4 mm.); ces talons fournissent l'appui vertical nécessaire à la fusée en cas de fusion du régule.

Lorsque le métal blanc est utilisé en faible épaisseur (3 mm. au moins) des stries ou un simple étamage suffisent,

## 2° Différents types de coussinets.

a) **Le coussinet classique** (fig. 66) prend appui par des faces planes sur le fond et sur les 2 branches de la boîte. Il doit être parfaitement ajusté à frottement dur pour éviter toute déformation résultant d'une charge mal répartie. Si le coussinet ne fait pas corps avec la boîte, il perd de sa rigidité et ainsi que des expériences l'ont montré, les pressions sont souvent plus élevées sur les bords du coussinet qu'en son centre. Il en résulte une tendance aux chauffages vers les extrémités et des usures irrégulières non seulement du coussinet mais des fusées (conicité). Le coussinet est maintenu latéralement dans la boîte par des joues.

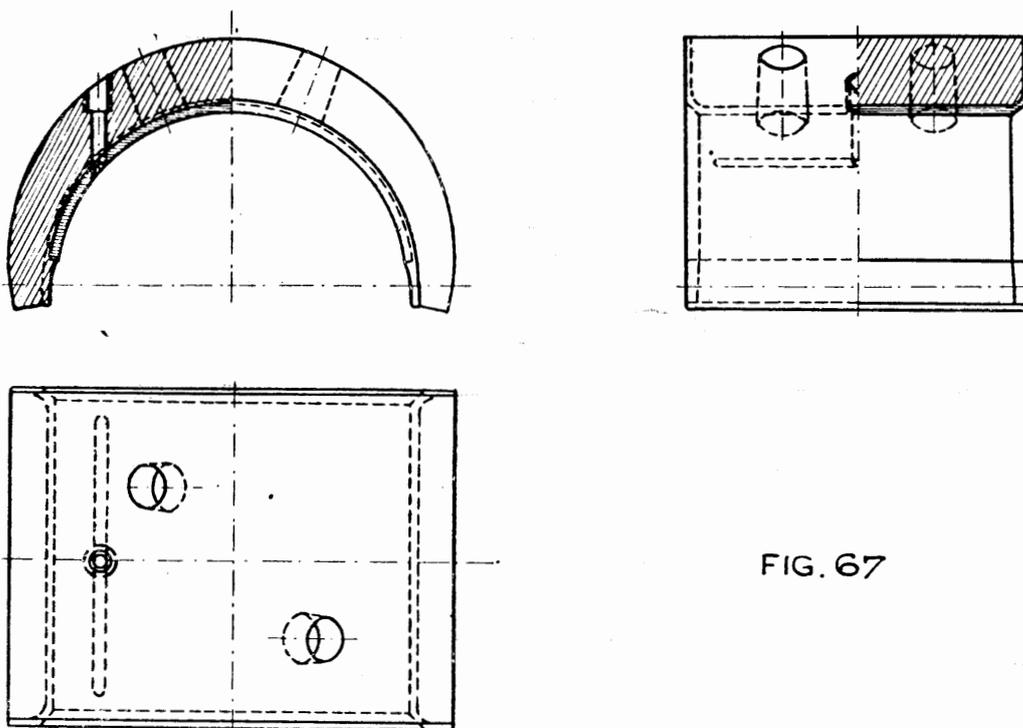


FIG. 67

Il est en bronze ordinaire B2 ou en bronze phosphoreux B3 présentant une plus grande résistance aux matages. Le bronze présente par rapport à l'acier de la fusée dans tous les cas de contact le coefficient de frottement le plus bas possible.

b) **Le coussinet moderne, type américain** (fig. 67).

Il prend appui extérieurement par une surface cylindrique sur la boîte. Il est emmanché à force à la presse avec un serrage de 0,3 mm. sur le diamètre, la pression de calage correspondante étant comprise entre 10 et 20 tonnes. L'ensemble constitue un bloc très rigide qui s'oppose à toute déformation du coussinet. Cette disposition a l'avantage de nécessiter moins de bronze qu'un coussinet du type ordinaire. Elle ne comporte pas de joues latérales de maintien.

c) **Le coussinet à coquilles et joues normalisées système Augereau**

*Principe.* — Avec une fusée neuve le coussinet classique possède 10 mm. d'épaisseur de

régule. Dans le dispositif Augereau cette épaisseur de régule est remplacée par une coquille-élément de virole en bronze de 8 mm. d'épaisseur garnie de 2 mm. de régule rapporté sur une surface parfaitement lisse.

Pour conserver ces 2 mm. de régule, l'usure des fusées est compensée par une fourrure en acier entre coquille et carcasse (*fig. 68*).

L'expérience a montré que les coquilles peuvent supporter, sans risque, une déformation faisant varier leur diamètre de quelques centimètres.

Dans ces conditions, des coquilles normalisées peuvent être confectionnées à diamètre

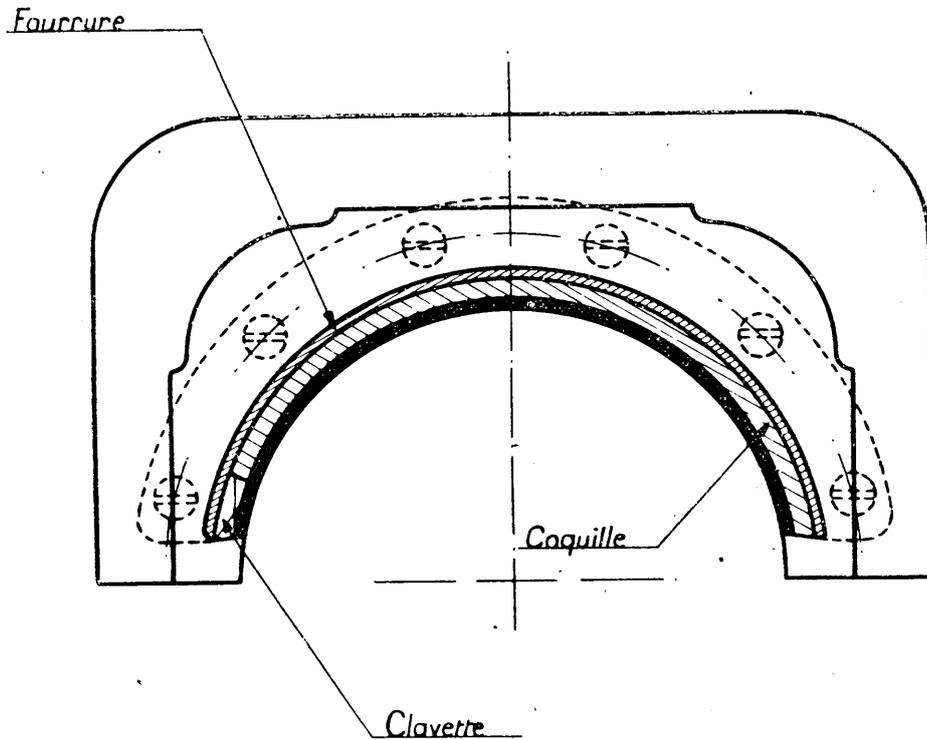


FIG. 68

constant, leur longueur développée correspondant à la plus petite fusée. La fixation est assurée par une clavette réglée dont la largeur compense les variations de diamètre des fusées.

Pour le latéral on est conduit à la solution analogue de joues normalisées et de cales sous joues, compensant l'usure de chaque côté.

Les joues, pièces amovibles par leurs cales, prennent appui sur la coquille dont elles complètent le blocage. Pour cette raison elles sont aussi en cupro-alliage. Elles sont fixées par vis fraisées, noyées et freinées (*fig. 69*). Ces vis se trouvent déchargées des efforts de cisaillement par les butées des joues et cales à la coupe.

#### *Détails principaux de fabrication.*

La fourrure de rattrapage d'usure a son diamètre extérieur invariablement égal au diamètre intérieur du coussinet dans lequel elle doit porter parfaitement et librement. Son développement, pour éviter tout pinçage des coupes est 1 mm. plus petit que celui du logement.

L'usinage lisse de la coquille doit être aussi fin que possible et l'étamage particulièrement soigné.

Avant sa fixation, la coquille présentée dans la fourrure, accuse, en raison d'une différence appropriée des diamètres, un jour au sommet de 1 à 2 mm., ce jour disparaît progressivement par déformation consécutive au clavetage ce qui a pour effet de plaquer parfaitement la coquille dans la fourrure (condition essentielle) (*fig. 70*).

Les clavettes et les coquilles sont issues des mêmes tambours normalisés. Elles présentent une seule pente de 2 % du côté coquille et sont placées de préférence du côté arrière de l'alésage aux boîtes des roues couplées et du côté avant aux boîtes porteuses, c'est-à-dire, du côté opposé à celui de la génératrice moyenne de contact. Pour faciliter le démontage elles sont repérées à leurs extrémités + et — suivant la pente.

Les cales sous joues pouvant venir au contact des fusées, en cas de chauffage important sont en même métal que les coquilles.

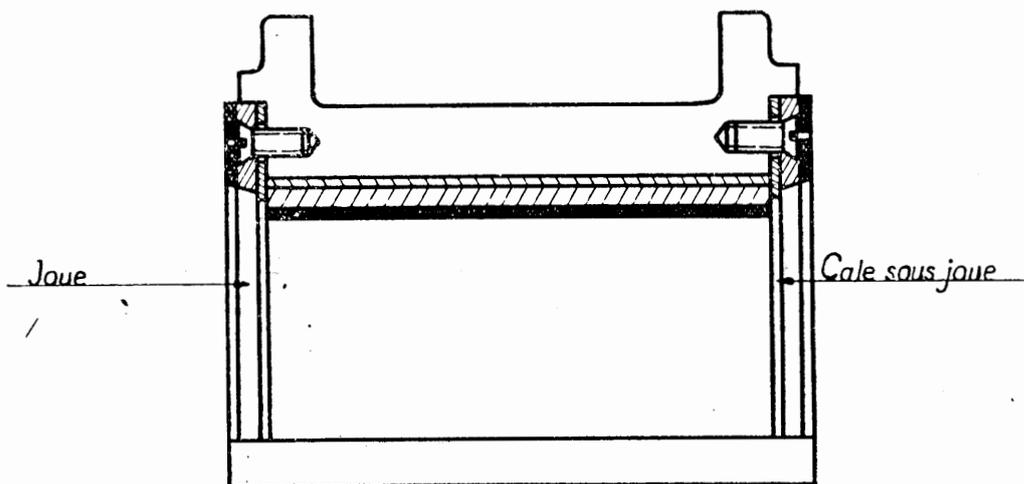


FIG. 69

Pour l'application aux boîtes du type classique, lorsque le coussinet en bronze est à remplacer, on peut lui substituer un coussinet acier muni d'éléments normalisés dans les conditions ci-dessus.

Ce coussinet est alors soudé dans la boîte, réalisant une « boîte-coussinet » monobloc supprimant ainsi le dispendieux ajustage du coussinet mobile, ajustage à reprendre périodiquement (*fig. 71*). Si la boîte elle-même est à remplacer elle vient directement aux dimensions utiles pour recevoir coquille et joues.

L'application convient aussi aux coussinets de tender.

Les avantages de ce type de coussinet sont les suivants :

— Economie de régule.

Alors qu'il fallait par exemple 60 kg. de régule pour garnir les boîtes de roues couplées d'une 230-D suivant dessin d'origine et qu'il en fallait encore 24 kg. dans la pratique du réglage en couche mince sans modification sensible des coussinets, il n'en faut plus que 7 kg. avec des éléments normalisés.

— Economie de fonderie, bronze et combustible, par rapport à la solution classique des coussinets à couche mince (environ 200 kg. de bronze par GR).

- Normalisation facile et souple avec ses conséquences (fabrication de séries).
  - Diminution considérable des dépenses d'outillage en réduisant à un très petit nombre les centres de réglage, avec peu de moules, où le contrôle technique et comptable des « anti-frictions consommés » est efficace.
  - Economies très importantes sur les frais d'entretien dans les dépôts.
- En particulier en cas de fusion du régule grâce à la préparation lisse des coquilles avant réglage la fusée vient en contact de la surface en bon état de la fourrure, ce qui permet à la locomotive de continuer sans dommage important durant un certain parcours.
- Constitution dans les dépôts de stocks minima.

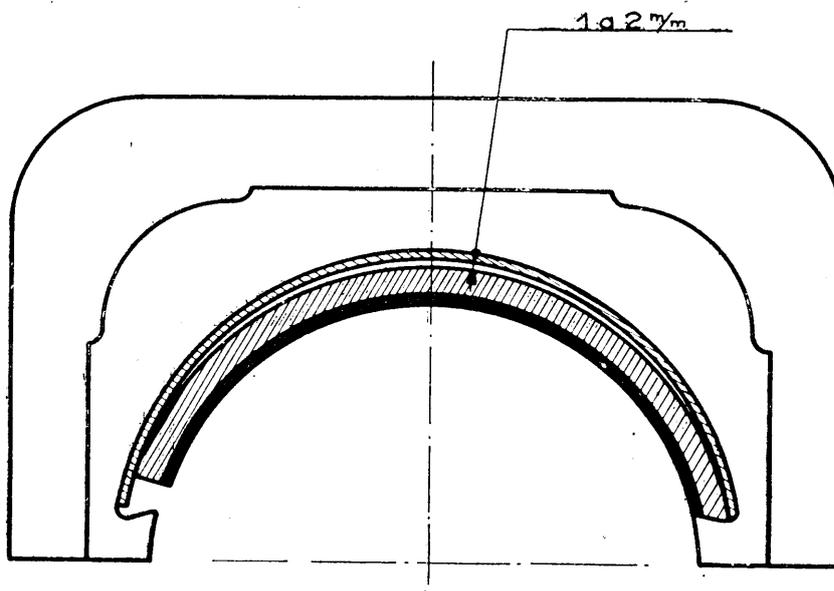


FIG. 70

— Réutilisation pour les réparations ultérieures des coquilles, clavettes, fourrures, jòues, cales et vis.

— Possibilité d'extension d'emploi de l'AP 2 sur les tenders et la majorité des machines en remplacement de l'AB. La tenue de ces métaux au plomb est en effet très nettement améliorée dans le cas de couche mince (2 mm.) sur préparation lisse.

## D. — DESSOUS DE BOÎTE

Le dessous de boîte ferme la partie inférieure des boîtes à carcasses ouvertes.

### 1° Dispositions générales.

La fonction principale du dessous de boîte est de servir de réservoir au lubrifiant du dispositif de graissage.

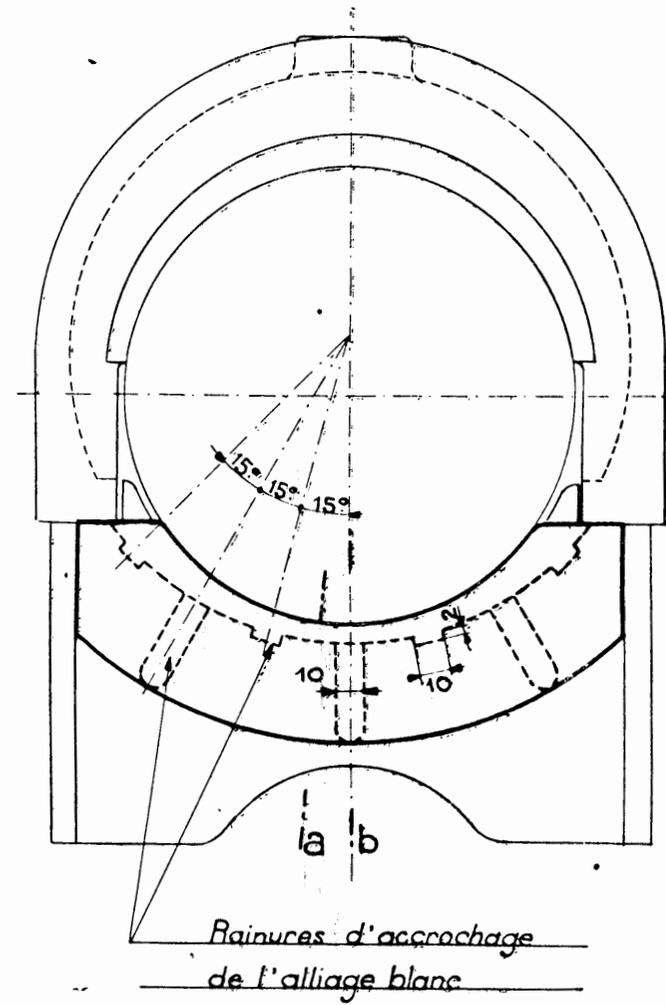
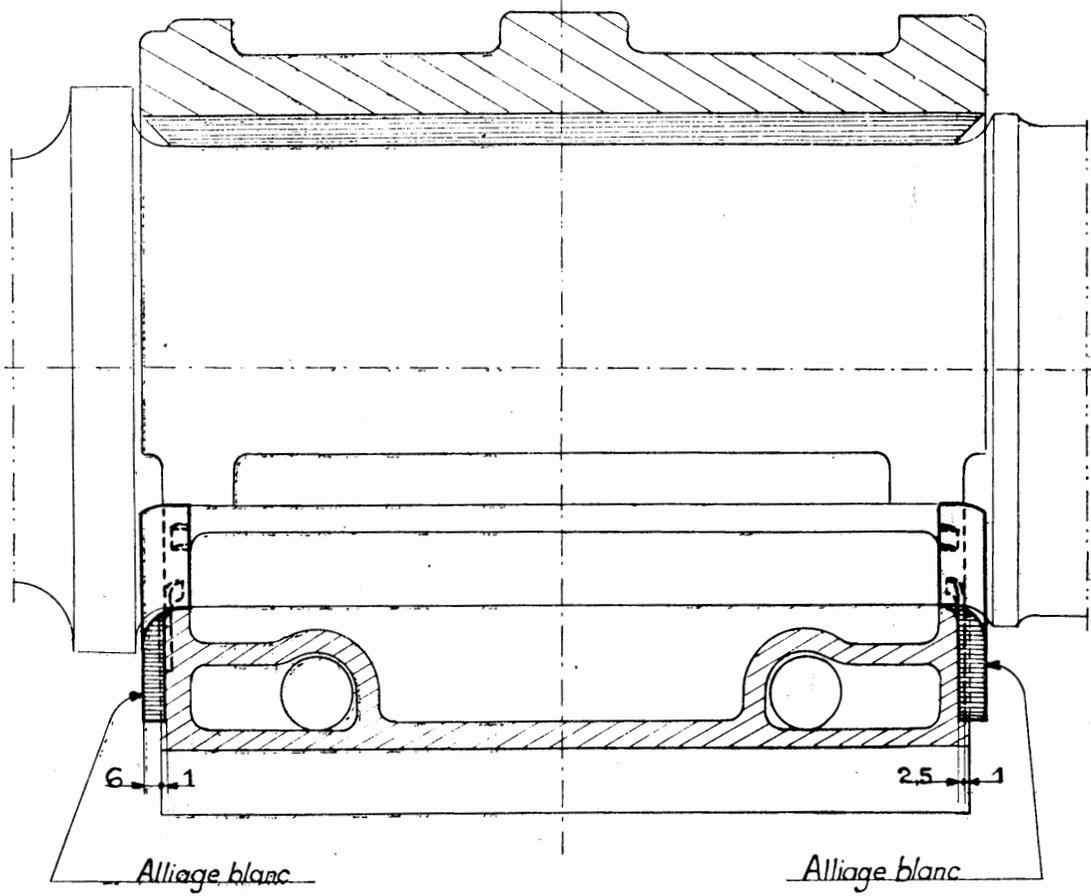


FIG. 72

Il est généralement en fonte ou en acier moulé et parfois en bronze. Il se monte sans jeu à frottement doux dans le corps de boîte et est maintenu bloqué contre le coussinet, les faces d'application devant être ajustées. La fixation se fait soit (*fig. 45*) par une broche servant d'axe à l'étrier de suspension dans le cas de charge en dessous (cette disposition se prête mal à une application parfaite du dessous de boîte contre le coussinet), soit (*fig. 47*), dans les boîtes modernes, au moyen d'un étrier et de 2 vis de pression freinées (ce dessous de boîte est amovible), soit à l'aide d'une ou 2 broches soustraites à la charge du ressort, soit (*fig. 44*) à l'aide de 4 goujons filetés à section carrée dans le dessous de boîte et écrous goupillés.

Les dessous de boîte fixés par broches ne peuvent pas se démonter et visiter en service sans démontage de la suspension. Ces broches sont en acier cémenté, trempé et rectifié; pour

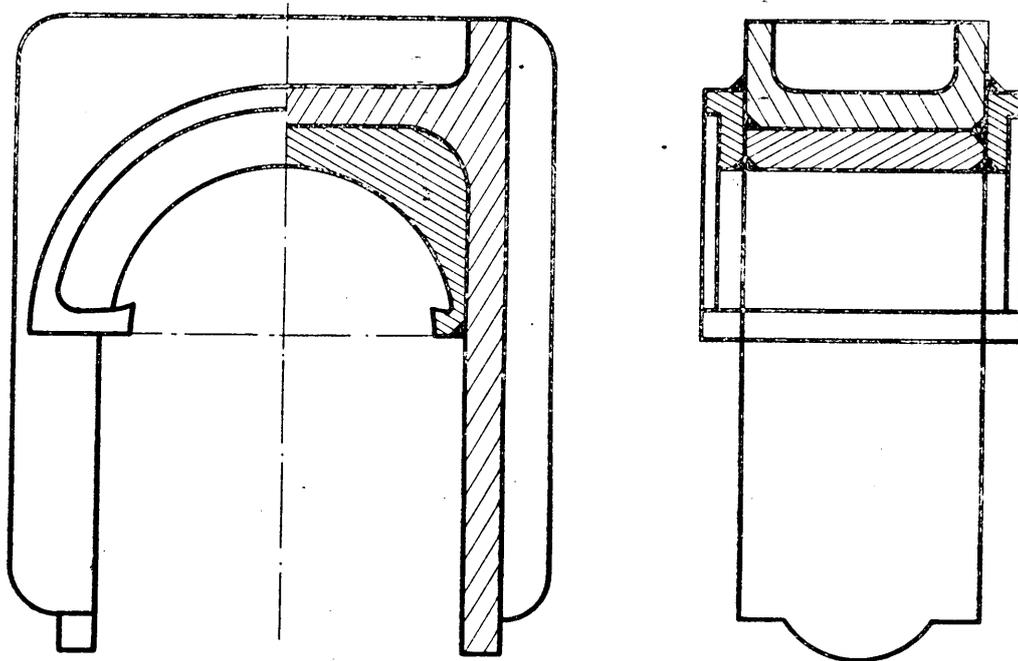


FIG. 71

faciliter leur mise en place sans jeu on doit pratiquer une légère entrée conique dans leur logement.

Les dessous de boîte en fonte et acier moulé ne doivent pas porter sur la tranche du moyeu ou le collet d'essieu, leurs faces latérales sont en retrait de celles du coussinet.

Les dessous de boîte doivent présenter une capacité suffisante d'huile de graissage, permettre l'adaptation et le montage des organes graisseurs (bourrage de packing, tampons graisseurs, etc...) et présenter une étanchéité suffisante. Pour réaliser cette dernière condition on peut supprimer le jeu annulaire entre les faces latérales et la fusée en garnissant de régule la tranche de ces faces et en alésant en même temps au diamètre de la fusée dessous de boîte et coussinet (bissel AR de Pacific) (*fig. 72*). Le métal tient par rainures d'ancrage, prisonniers en laiton ou simple étamage.

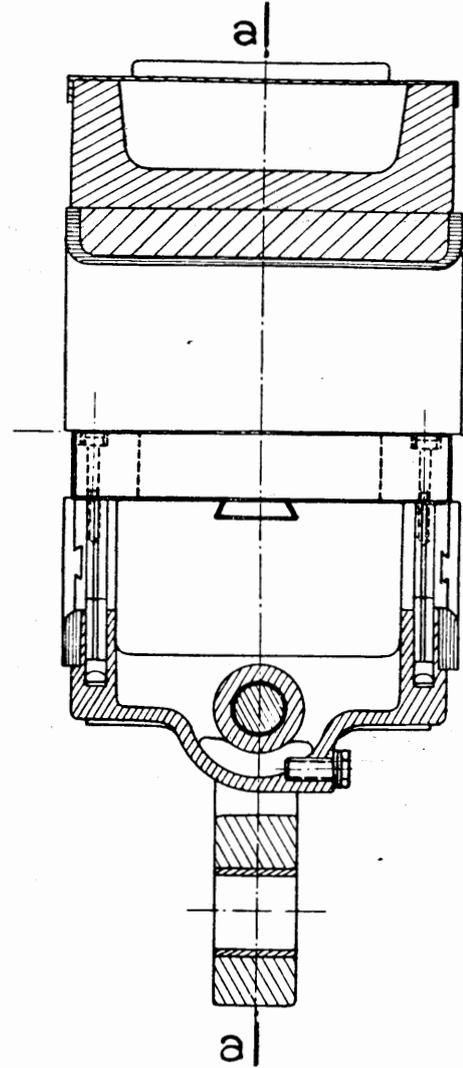
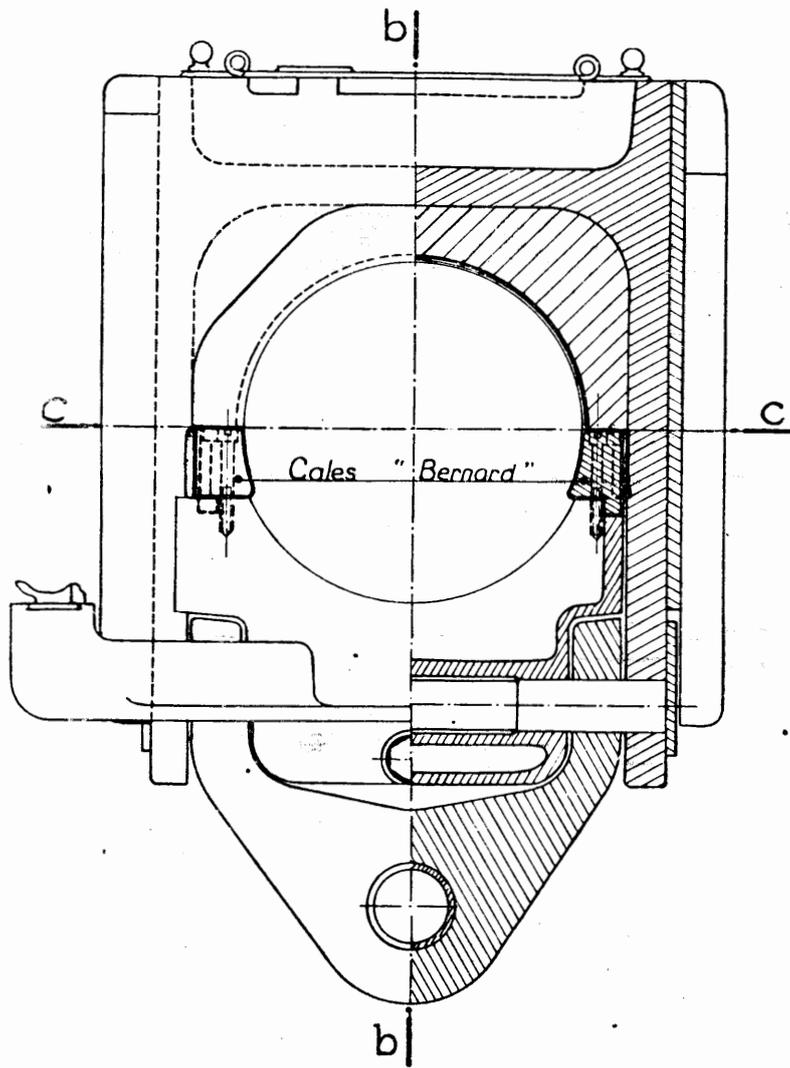
Des obturateurs de types spéciaux sont aussi employés (Moreau, Sato).

Tous les dessous de boîte sont munis d'un bouchon de remplissage et d'un trou de vidange.

$\frac{1}{2}$  élévation

$\frac{1}{2}$  coupe aa

Coupe bb



Coupe cc

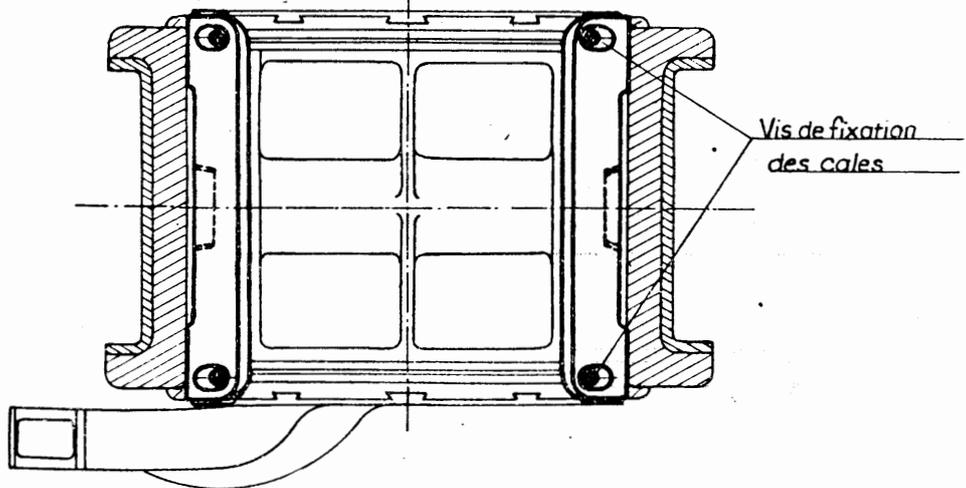


FIG. 74

## 2° Dessous de boîte servant de paliers.

### a) Principe.

Dans les conditions normales de marche la force horizontale  $F$  (*fig. 1*) d'application de l'essieu contre le coussinet est de l'ordre de grandeur maximum de  $\frac{X}{n}$  ( $n$ , étant le nombre d'essieux couplés) soit par exemple, dans le cas de machines compound (cylindres HP et BP isolés) de 6 tonnes pour une 230.000 et de 9 tonnes pour une 241.000. L'angle des 2 génératrices extrêmes de contact (*voir fig. 61*)  $2 \arcs \operatorname{tg} \frac{F}{P}$  est d'environ  $78^\circ$  pour le coussinet de 230 ( $P = 7,5$  tonnes) et  $84^\circ$  pour le coussinet de 241.000 ( $P = 10$  tonnes). Les réactions normales de contact  $R$  sont respectivement de 9,6 tonnes et 13,5 tonnes. Si le mécanisme d'accouplement a du jeu la boîte motrice peut supporter entièrement l'effort  $X$ . Dans ce cas les

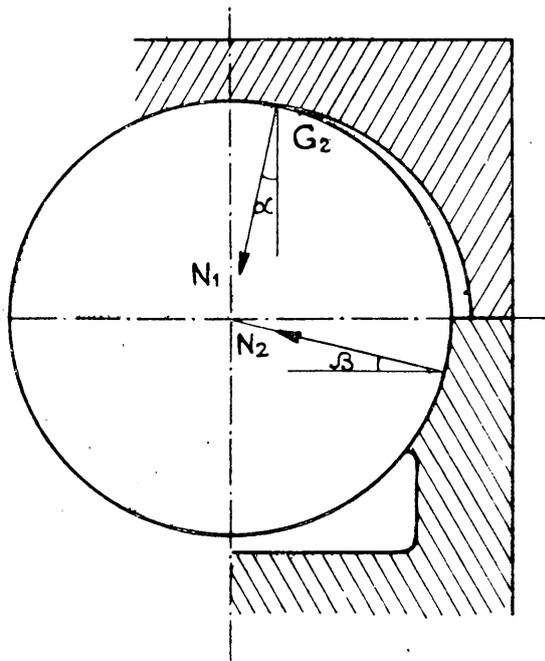


FIG. 73

généralités de contact extrêmes feraient un angle de  $135^\circ$  pour la 230 et de  $146^\circ$  pour la 241.000 : les réactions normales seraient respectivement de 19,5 tonnes et de 37,5 tonnes qui conduiraient à des pressions unitaires exagérées surtout pour la 241.000.

Considérons *figure 73* une boîte à coussinet suralésé et dont le dessous de boîte comporte 2 talons alésés avec le coussinet au diamètre de la fusée pour lui servir de palier dans le sens horizontal. Les réactions normales  $N_1$  et  $N_2$  aux génératrices moyennes de contact sont données par la résolution des 2 équations :

$$\begin{aligned} N_1 \cos \alpha - N_2 \sin \beta &= P \\ N_1 \sin \alpha + N_2 \cos \beta &= F \end{aligned}$$

Dans le cas où  $\beta = 10^\circ$  et  $\alpha = 30^\circ$  les réactions anormales ci-dessus de 19,5 et 37,5 t deviennent pour la 230 ( $N_1 = N_2 = 11$  tonnes) et pour la 241.000 ( $N_1 = 17$  t. et  $N_2 = 27$  t.).

La forte prédominance de l'effort horizontal sur la charge statique n'entraîne plus des réactions normales exagérées.

On voit ici l'intérêt des dessous de boîte servant de palier qui particulièrement dans les machines à 4 et 5 essieux couplés supportent la plus grande partie des efforts horizontaux anormaux et permettent de

maintenir le contact avec le coussinet en charge sur une génératrice voisine de la supérieure d'où une stabilité favorable à la formation du film d'huile.

### b) Réalisation.

Pour que cette solution soit efficace, il faut d'une part que les petits coussinets supplémentaires employés (cales Bernard) (*fig. 74*) ou le dessous de boîte réglé soient solidement maintenus appliqués contre le coussinet de manière à faire bloc avec lui, d'autre part qu'un très léger jeu (0,2 mm.) soit ménagé entre ce petit coussinet et la fusée, de manière que celui-ci ne porte pas constamment (les efforts horizontaux changent de sens 2 fois par tour de roue) mais seulement lorsque des efforts horizontaux anormaux se produisent; ce jeu est d'ailleurs absolument nécessaire pour le passage de l'huile.

On peut recommander d'alésé le dessous de boîte à un diamètre supérieur de 0,2 mm. à celui de la fusée et de compléter par un chanfrein d'entrée d'huile.

La disposition du dessous de boîte réglé est plus simple que celle des cales ou coussinets additionnés qui nécessite un ajustage de ces pièces.

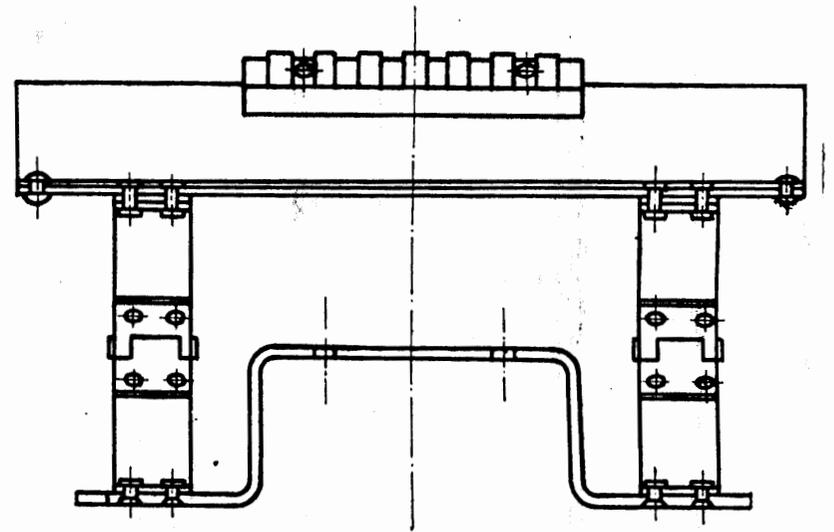
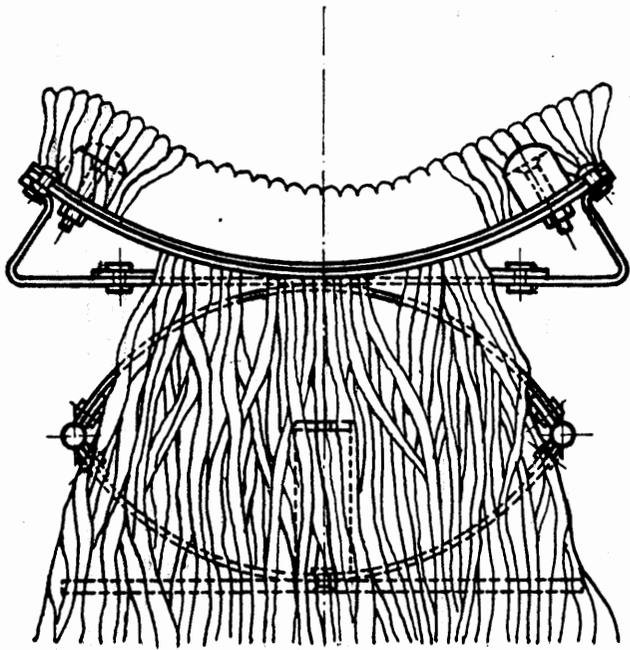


FIG. 76

## E. — DISPOSITIFS EMPLOYÉS POUR LE GRAISSAGE

### 1° Dispositifs basés sur la capillarité.

#### a) Mèches.

Les **mèches** constituées d'un certain nombre de brins de laine plongent dans l'huile du réservoir supérieur du dessus de boîte l'aspirent par capillarité et la déversent dans un siphon plus ou moins obstrué par elles. Le débit dépend du nombre de brins et du serrage dans les siphons.

#### b) Packing.

Le **packing** constitué d'un mélange de laine et de crin animal qui lui donne son élasticité est bourré avec un degré de serrage optimum dans le dessous de boîte sous la fusée. Il est imbibé d'huile. Il a l'avantage de ne pas exiger une grande étanchéité de la boîte mais a le gros inconvénient de s'opposer à la formation du film d'huile. D'autre part, il se glace en service.

Avant d'être mis en place, le packing est imbibé pendant 48 heures dans l'huile ordinaire de graissage, puis pressé et égoutté sur un tamis jusqu'à ce qu'il ait perdu  $\frac{4}{5}$  environ du poids de l'huile absorbée. L'égouttage est suffisant quand une poignée de déchets étant serrés fortement dans la main, l'huile ne coule pas mais laisse seulement une trace uniforme dans la main.

Il faut avoir soin, lorsque les déchets sont égouttés et prêts à être employés, d'enlever les nœuds et corps étrangers qui pourraient s'y trouver.

Pendant les froids, l'immersion doit se faire autant que possible, dans un local d'une température d'au moins 15 degrés.

Les déchets retirés des boîtes, lors des nouveaux graissages, ne doivent jamais être déposés sur le sol mais ils doivent être soigneusement recueillis et envoyés dans les Ateliers spécialisés où ils sont régénérés par nettoyage et addition de packing neuf.

Imbibition, égouttage, stockage et manipulations du packing doivent toujours se faire dans des bacs ou des récipients fermés.

Le garnissage des boîtes en déchets de laine doit être fait avec le plus grand soin.

Pour garnir par exemple une boîte de tender on place d'abord dans le fond de la boîte, une torsade non ficelée, formée de brins de laine longs et que l'on fait remonter le long de l'obturateur, de façon à dépasser légèrement l'axe de la fusée, dans le but d'éviter l'entrée de la poussière et les pertes d'huile.

On garnit ensuite le fond de la boîte, avec des déchets bourrés à refus à la main, qui ne doivent pas dépasser en hauteur, l'axe de la fusée, ni en longueur la patère.

Une fois ce travail terminé, il doit rester entre le bourrage et le coussinet un espace latéral suffisant pour permettre le passage du bec de la burette de chaque côté et tout le long de la fusée. On peut placer 2 torons latéraux en packing torsadé pour empêcher les déchets de laine de se déplacer et de s'enrouler autour de la fusée.

Enfin, on place, entre la face avant de la boîte et la patère un tampon de déchets ne dépassant pas l'axe de la fusée.

Sur ce tampon de déchets, on place un toron de déchets fortement serré et ficelé. Ce toron doit être d'une longueur telle qu'il rentre à force dans le corps de la boîte, de façon à empêcher l'entrée des poussières.

Il est indispensable de prendre soin de forcer à la main une certaine quantité de packing dans la cavité formée en arrière de la patère.

Le graissage doit se faire à l'huile sur les côtés et tout le long de la fusée et non à l'avant. Il doit être abondant, l'excès ne pouvant avoir pour effet d'affaïsser le packing si le bourrage à refus a été réalisé. En fermant le couvercle de la boîte bien veiller à ce qu'aucun brin ne sorte à l'extérieur; ce brin pourrait s'amorcer par capillarité, former siphon et vider l'huile de la boîte.

### c) Tampon-graisseur.

Le **tampon-graisseur** est une sorte de packing où l'élasticité est assurée par des ressorts (*fig. 76*). Il est formé d'une carcasse supportant une brosse en brins de laine appliquée contre la fusée par des ressorts. L'huile est amenée par des mèches plongeant dans l'huile contenue dans le dessous de boîte. Le guidage du tampon doit être assuré pour éviter son coincement. Pour éviter l'écrasement de la laine par les ressorts, certains tampons portent des barrettes striées en bois de hêtre destinées à supporter l'effort des ressorts et à centrer la carcasse sur la fusée que les brins de laine viennent simplement lécher. L'utilisation de tampons-graisseur nécessite que les dessous de boîte soient munis de becs de remplissage.

La mise au point des tampons graisseurs a donné lieu à de nombreux essais portant particulièrement sur les dimensions des brosses, la longueur, la section, le nombre et la nature des brins constituant les écheveaux, la pression d'application sur la fusée ainsi que la disposition des ressorts.

La partie active du tampon est la surface d'appui sur la fusée dénommée brosse ou velours et formée par l'extrémité de mèches dont chacune est constituée par la réunion de brins de textiles (mélange de laine et coton) dont l'ensemble peut être assimilé à une pompe d'alimentation automatique.

Les brins de textile sont composés d'un grand nombre de fils discontinus constituant un véritable réseau de fils capillaires qui grâce à leurs solutions de continuité résolvent le problème de l'ascension du lubrifiant. En effet, les forces capillaires internes qui agissent pour provoquer la montée de l'huile dans les fils seraient insuffisantes s'il s'agissait d'un fil continu. Mais, les fils étant de longueurs réduites, et leurs extrémités s'enchevêtrant, l'huile en arrivant aux extrémités supérieures de chacun des capillaires s'étale suivant la forme d'un ménisque formant ainsi des relais d'alimentation en lubrifiant où viennent puiser les extrémités inférieures des capillaires voisins. Ainsi, de proche en proche, le lubrifiant gagne les extrémités supérieures des brins et s'étale sur la surface lubrifiante. Comme en pratique, en partant d'un tampon neuf, ce stade d'ascension naturelle serait trop long, on procède avant sa mise en place à une imprégnation préalable en le faisant séjourner pendant quelque temps dans un récipient contenant de l'huile de graissage utilisée à la température de 50° environ.

Les facteurs influant sur la vitesse d'ascension du lubrifiant dans les brins sont les suivants : en valeur absolue cette vitesse est inversement proportionnelle à la longueur des canaux capillaires, à la viscosité du lubrifiant et directement proportionnelle à la quatrième puissance du rayon intérieur. Théoriquement il y aurait donc intérêt à utiliser des brins constitués par des fils très courts et à section capillaire maximum, mais d'une part ces fils doivent posséder au point de vue mécanique une certaine résistance, et d'autre part on ne peut descendre au-dessous d'une certaine limite, compte-tenu de la viscosité du lubrifiant. On a été ainsi conduit à adopter comme textile un mélange de laine et de coton, ce dernier ne rentrant d'ailleurs que pour une faible proportion dans la composition des brins.

## 2° Dispositif basé sur la gravité.

Le graisseur à **pointeau fixe** se compose d'un godet contenant une vis terminée en pointe conique et qu'on peut éloigner plus ou moins d'un siège fixe ce qui fait varier la section du passage offert à l'huile. Il a l'avantage d'être d'un contrôle facile, de permettre de suspendre le débit en stationnement mais son réglage par tâtonnements est très délicat. De plus la température de l'huile du godet ne s'équilibre pas avec la température de la boîte, condition défavorable pour empêcher automatiquement l'échauffement du coussinet par un débit accru; par temps froids l'huile met aussi quelque temps pour descendre au coussinet.

## 3° Les graisseurs mécaniques.

Ces appareils centraux à pompes multiples débitent l'huile d'une façon sûre grâce à la pression élevée qu'ils peuvent développer et qui empêche toute obstruction de canalisation. Chaque départ est réglé individuellement. Un très grand nombre de modèles de graisseurs sont en service. Nous les décrirons dans un chapitre spécial du tome III.

Ils sont placés sur le tablier ce qui permet de réduire la longueur des tuyauteries.

Vue  
d'arrière.

Fig. 3.  
(Echelle 1/20)

Coupe  
par la  
roue motrice H.P.

