

FASCICULE 8.

Traction vapeur. — Instructions techniques.

La locomotive à vapeur.

SOMMAIRE.

Chap. I.	— LA CHAUDIERE ET APPAREILS CONNEXES.
1 ^{re} Partie	— GENERALITES.
2 ^e »	— FOYER ET BOITE A FEU — CORPS CYLINDRIQUE — BOITE A FUMEE.
3 ^e »	— MODERATEUR — TUYAUX DE LIVRANCE — SURCHAUFFEUR — APPAREILS D'ALIMENTATION — INTRODUCTION DE L'EAU DANS LA CHAUDIERE.
4 ^e »	— DISPOSITIF D'ECHAPPEMENT — ORGANES ACCESSOIRES DE LA BOITE A FUMEE — APPAREILS DE SURETE DE LA CHAUDIERE — ACCESSOIRES DE LA CHAUDIERE — FIXATION DE LA CHAUDIERE.
5 ^e »	— TRAITEMENT DES EAUX D'ALIMENTATION.
Chap. II.	— LE MOTEUR.
1 ^{re} Partie	— DISTRIBUTION — COULISSES — MARCHE A MODERATEUR FERME — RENVERSEMENT DE LA VAPEUR — REGLAGE DE LA DISTRIBUTION — TRAVAIL A DETENTE — DOUBLE EXPANSION.

Nos et dates
des avis

Avis
42 M
de 1956

2^e Partie — DISTRIBUTEUR — CYLINDRES —
ORGANES ACCESSOIRES — PISTONS
MOTEURS — TIGES DE PISTON —
BOURRAGES.

3^e » — CROSSES ET GUIDES — BIELLES MO-
TRICES — BIELLES D'ACCOUPLE-
MENT — APPAREILS DE CHANGE-
MENT DU SENS DE MARCHE.

Chap. III. — LE VEHICULE — DIVERS — CHAUF-
FAGE.

1^{re} Partie — CHASSIS — ESSIEUX — ROUES —
BOTTES A HUILE ET ACCESSOIRES —
SUSPENSION.

2^e » — CIRCULATION EN COURBE — APPA-
REILS D'ATTELAGE ET DE CHOC —
INSTALLATIONS DIVERSES.

Chap. IV. — LE TENDER.

Chap. V. — EQUIPEMENTS DE GRAISSAGE.

Chap. VI. — EQUIPEMENT DE FREINS.

FASCICULE 8.

Traction vapeur — Instructions techniques.

La locomotive à vapeur.

TABLEAU DES SUPPLEMENTS PUBLIES.

N° et date de l'avis	N° du chapitre	Nos des articles modifiés	Observations

N° et date de l'avis	N° du chapitre	N°s des articles modifiés	Observations

Septembre 1956.

Sommaire.

CHAPITRE I.

La chaudière et appareils connexes.

	Nos des articles
1 ^{re} PARTIE : GENERALITES.	
A. Principes de fonctionnement	1
B. Description schématique	2
C. Combustibles	3 à 8
D. Corps comburants	9 et 10
E. Combustion	11 à 14
F. Rendement de la combustion	15 et 16
G. Transmission de la chaleur	17 et 18
H. Vaporisation	19 et 20
I. Vapeur saturée	21 à 25
J. Vapeur surchauffée	26 à 29

Livret hlt

8. I.

Sommaire.

Page 2.

2^e PARTIE : FOYER ET BOITE A FEU — CORPS CYLINDRIQUE — BOITE A FUMEE.

A. Le foyer et la boîte à feu.

	N ^{os} des articles
Constitution	31 à 39
Consolidation du foyer et de la boîte à feu	40 à 48
Grilles	49 à 51
Tubes bouilleurs	52
Voûte	53 et 54
Cendrier	55
Robinet de vidange	56
Porte de foyer	57 à 59

B. Le corps cylindrique.

Constitution	60 et 61
Tôle tubulaire de boîte à fumée	62
Faisceau tubulaire	63 à 67
Le dôme	68

C. La boîte à fumée.

Constitution	69 à 72
--------------------	---------

3^e PARTIE : MODERATEUR — TUYAUX DE LIVRANCE — SURCHAUFFEUR — APPAREILS D'ALIMENTATION — INTRODUCTION DE L'EAU DANS LA CHAUDIERE.

A. Le modérateur.

Généralités 73

Modérateurs à soupapes 74 à 79

B. Les tuyaux de livrance 80

C. Le surchauffeur.

Constitution 81 à 86

Avantages de la surchauffe 87

Inconvénients de la surchauffe 88

D. Les appareils d'alimentation.

Généralités 89 à 91

Injecteurs à vapeur vive 92 à 100

Injecteurs à vapeur d'échappement ... 101 à 106

Alimentation par pompes et réchauffeur 107 à 112

E. Introduction de l'eau dans la chaudière 113 à 116

Livret hlt

8. I.

Sommaire.

Page 4.

	Nos des articles
4^e PARTIE : DISPOSITIF D'ÉCHAPPEMENT — ORGANES ACCESSOIRES DE LA BOÎTE À FUMÉE — APPAREILS DE SÛRETÉ DE LA CHAUDIÈRE — ACCESSOIRES DE LA CHAUDIÈRE — FIXATION DE LA CHAUDIÈRE.	
A. Dispositif d'échappement.	
Généralités	117 à 121
Echappement fixe	122 à 127
B. Organes accessoires de la boîte à fumée.	
Souffleur	128
Pare-étincelles ou grille à flammèches	129
Arroseur	130
Etouffoir	131
C. Appareils de sûreté de la chaudière.	
Généralités	132
Indicateurs de niveau d'eau	133 à 138
Bouchons fusibles	139 à 141
Manomètre	142 et 143
Soupapes de sûreté	144 à 146
D. Accessoires de la chaudière.	
Sifflet	147
Prises de vapeur	148
Enveloppe	149
Ecrans parafumées	150
Dispositifs de purge	151
E. Fixation de la chaudière	152

**5^e PARTIE : TRAITEMENT DES EAUX
D'ALIMENTATION.**

	Nos des articles
A. Généralités	153 à 155
B. Entartrement	156 à 161
C. Corrosion des pièces en contact avec l'eau	162
D. Primage de la chaudière	163 et 164
E. Traitement des eaux d'alimentation ...	165 et 166
F. Lavage de la chaudière	167 à 170
G. Epuration externe de l'eau d'alimenta- tion	171 à 173
H. Traitement interne de l'eau d'alimenta- tion	174 à 177

Chapitre I. — La chaudière et appareils connexes.

1^{re} PARTIE.

GENERALITES.

A. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT.

- 1 Lorsqu'on remplit à moitié d'eau, un tube obturé par un bouchon et si on expose ce tube à la chaleur d'une flamme, on verra, après quelques instants, le bouchon expulsé avec violence par la vapeur formée dans le tube (fig. 1).

La chaleur dégagée par la flamme se communique à l'eau qui se transforme en vapeur, capable, par augmentation de volume, de produire le travail nécessaire à l'expulsion du bouchon. En résumé, la chaleur contenue dans la flamme s'est transformée en travail, en utilisant comme intermédiaire, la vapeur d'eau.

B. DESCRIPTION SCHEMATIQUE.

- 2 La locomotive à vapeur comporte trois parties essentielles :
 - a) la chaudière;
 - b) le moteur, constitué par le mécanisme et les cylindres;

Livret hlt

8. I.

Page 2.

- e) le châssis, monté sur roues et qui supporte la chaudière et le moteur.

La chaudière contient une certaine quantité d'eau. Dans le foyer de cette chaudière, brûle le combustible; la chaleur dégagée par sa combustion vaporise l'eau contenue dans la chaudière et la transforme en vapeur. Celle-ci est introduite dans les cylindres où elle agit sur les pistons. Par l'intermédiaire d'un mécanisme approprié, le mouvement alternatif des pistons est transformé en un mouvement de rotation des roues (fig. 2).

C. COMBUSTIBLES.

- 3 Un combustible est un corps qui, au contact de l'oxygène (un des éléments de l'air) est susceptible de brûler en dégageant une certaine quantité de chaleur.

- 4 Le combustible le plus utilisé sur les locomotives est la houille. Elle se compose en majeure partie de carbone et contient également, en quantités variables, des gaz appelés matières volatiles et parmi lesquels on trouve l'hydrogène et des hydrocarbures (combinaison d'hydrogène et de carbone). Elle contient également une certaine proportion de matières stériles qui, après combustion, forment les cendres.

- 5 Les combustibles utilisés pour les locomotives peuvent se classer en trois catégories :

- le menu;
- le criblé;
- les briquettes.

Ils sont choisis après examen des points suivants :

- teneur en matières volatiles et pouvoir cokéfiant;
- granulation des charbons;
- teneur et nature des cendres.

- 6 Le menu est obtenu par le mélange de composants séparés, dans des centrales de mélange.

La répartition granulométrique et la teneur en matières volatiles des divers composants sont les suivantes :

Qualité	Composants	Pourcentages	Teneurs en matières volatiles
Gras	0/10	17	} plus de 18 %
	10/20	24	
	20/30	11	
	30/70	8	
		60 %	
3/4 gras et	0/10	6,3 %	de 16 à 18 %
1/2 gras	0/10	33,7 %	de 12,5 à 16 %

Les pourcentages des divers composants sont susceptibles d'être modifiés selon les circonstances.

La teneur maximum en cendres ne dépasse guère 8 % et la teneur en eau 8 %.

Les meilleurs charbons pour locomotives sont ceux dont la teneur en matières volatiles est comprise entre 20 et 24 % car ils ont le meilleur rendement calorifique.

7 Le criblé est composé uniquement de charbon en morceaux de plus ou moins grandes dimensions. Il doit être peu friable et doit permettre les opérations de déchargement et de rechargement sans donner trop de menu. Teneur en cendres — environ 5,5 % — humidité : environ 3 % — teneur en matières volatiles : environ 30 %.

8 Les briquettes sont des agglomérés de charbon et de brai obtenus par compression. Le charbon utilisé dans la fabrication — du poussier et des fines — doit être du 1/2 gras. La proportion de brai entrant dans la composition des briquettes ne peut dépasser 10 %.

Teneur en cendres : environ 10 % — teneur en matières volatiles : environ 17 % — humidité : environ 3 %.

Livret hlt

8. I.

Page 4.

D. CORPS COMBURANTS.

- 9 Pour pouvoir brûler, les corps combustibles doivent être mis en contact avec des corps comburants; le corps comburant par excellence est l'oxygène qui est l'un des principaux constituants de l'air atmosphérique.
- 10 La combustion est donc la combinaison d'un corps combustible et d'un corps comburant. Elle est accompagnée d'un dégagement de chaleur.

E. COMBUSTION.

- 11 La houille contient des corps combustibles : le carbone, l'hydrogène et des hydrocarbures. Ceux-ci, par combinaison avec l'oxygène de l'air brûlent en produisant (fig. 3) :
- le carbone, de l'anhydride carbonique;
 - l'hydrogène, de la vapeur d'eau;
 - les hydrocarbures, de l'anhydride carbonique et de la vapeur d'eau.
- 12 Pour pouvoir obtenir une combustion complète, il faut théoriquement 8 m³ d'air pour brûler 1 kg de combustible.
- 13 Si une partie de carbone ou des gaz restent imbrûlés ou imparfaitement brûlés, la combustion est dite incomplète. Cette forme de combustion est à éviter parce qu'elle entraîne des pertes de calories : elle peut résulter d'un manque d'oxygène, par exemple. Aussi, pour l'éviter, on est obligé de fournir un excès d'air variant entre 40 et 80 % de la quantité strictement nécessaire. En pratique, il faut au moins 12 m³ d'air pour brûler 1 kg de charbon. Outre l'oxygène, l'air atmosphérique contient une importante proportion d'azote qui n'est ni combustible, ni comburant : on le retrouve dans les gaz qui se dégagent du foyer.
- 14 Une combustion est dite complète si tous les gaz, obtenus après combustion, sont incombustibles. Si une partie du carbone reste imbrûlée c'est que les éléments combustibles n'ont pas pu brûler complètement par manque d'oxygène. Si, par contre, on introduit trop d'air dans le foyer,

le charbon brûlera complètement mais l'excès d'air passera dans le foyer pour s'y échauffer et cette quantité de chaleur ne sera pas transmise à l'eau de la chaudière.

F. RENDEMENT DE LA COMBUSTION.

15 En réalité, une partie seulement de la chaleur fournie par la combustion est effectivement utilisée dans le but poursuivi, le reste se perd, soit à la suite de combustion incomplète, soit sous forme de chaleur rayonnée.

16 On appelle rendement de la combustion, le rapport entre le nombre de calories utilisées dans le but poursuivi et le nombre de calories contenues dans le combustible.

Si, par exemple, on utilise du charbon fournissant 7500 cal/kg et la perte de calories de 2500, le rendement

$$\text{de la combustion vaut } \frac{7500 - 2500}{7500} = \frac{5000}{7500} = 66 \%$$

(La calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter d'un degré la température d'un kg d'eau).

G. TRANSMISSION DE LA CHALEUR.

17 La chaleur peut se transmettre de trois façons :

- a) Par conduction (une barre métallique en communication avec une source de chaleur s'échauffera progressivement sur toute sa longueur). La conductibilité thermique est très variable suivant la nature des corps;
- b) par convection (des particules liquides ou gazeuses échauffées s'élèvent et cèdent leur place au voisinage de la source de chaleur à des particules plus froides qui s'échauffent à leur tour);
- c) par rayonnement (la chaleur passe directement du corps chaud au corps froid, sans modifier la température de l'atmosphère traversée par les rayons chauffants).

Livret hlt

8. I.

Page 6.

- 18 Dans le cas d'un foyer de locomotive, les gaz chauds échauffent les parois par convection; la chaleur se transmet à travers les parois par conduction; les parois chauffent l'eau par convection; le feu rayonne vers les parois une grande quantité de chaleur.

H. VAPORISATION.

- 19 La vaporisation est le passage de l'état liquide à l'état gazeux (vapeur dans le cas qui nous occupe). Ainsi, pour porter à 100° la température d'un kilogramme d'eau pris à 0°, il faudra 100 calories. A ce moment, l'eau étant à la pression atmosphérique commence à bouillir et se transforme en vapeur.
- 20 La vaporisation exige un apport total de chaleur comprenant la chaleur d'échauffement (pour porter le liquide à sa température de vaporisation) et la chaleur de vaporisation (chaleur nécessaire pour effectuer la transformation du liquide en vapeur).

I. VAPEUR SATURÉE.

- 21 Si, au lieu de chauffer le kg d'eau à l'air libre, on le chauffe dans un vase clos, la pression dans celui-ci s'élève avec la température. La vapeur ainsi obtenue, en présence d'eau, s'appelle vapeur saturée.
- 22 La vapeur d'eau, lorsqu'elle est sous pression, a tendance à se détendre pour se mettre à la même pression que l'atmosphère ambiante, c'est ce qu'on appelle le pouvoir expansif de la vapeur.
- 23 Pour les locomotives à vapeur saturée, quelle que soit l'activité du feu dans le foyer et si on place un manomètre et un thermomètre permettant de lire la pression et la température de la vapeur, on constate que plus que la température s'élève, plus la pression s'élève également.

Pression effective en kg/cm² **Température en degrés C**

0	100
1	119,6
2	132,8
3	142,8
4	151
5	157,9
6	164
7	169,5
8	174,4
9	178,9
10	183,1
11	186,9
12	190,6
13	194
14	197,2
15	200,3
16	203,2

24 Pour chaque pression de la vapeur correspond une température bien déterminée; à toute chute de température correspond une chute de pression.

25 En continuant à chauffer, la dernière particule d'eau se vaporise et, à ce moment, la vapeur est dite saturée sèche.

J. VAPEUR SURCHAUFFÉE.

26 Enfin, en continuant à chauffer la vapeur seule, sans eau, on augmentera la température de la vapeur. Cette température sera plus élevée que celle qui correspond à la pression de la vapeur saturée. On obtient ainsi de la vapeur surchauffée.

Livret hlt

8. I.

Page 8.

- 27 La pression de la vapeur surchauffée n'est pas liée à la température par une relation fixe. Ainsi, de la vapeur surchauffée à la pression de 14 kg/cm^2 peut atteindre une température de 350° .
- 28 La vapeur est moins bonne conductrice de la chaleur que l'eau et sa conductibilité thermique diminue quand la surchauffe augmente. Elle peut donc se refroidir jusqu'à sa température de saturation sans se condenser.
- 29 La vapeur exige une bonne étanchéité du récipient qui la contient; elle est d'autant plus fluide que son degré de surchauffe augmente.
-

QUESTIONS.

1. Quel est le principe de fonctionnement d'une chaudière ?
2. Comment est constituée une locomotive à vapeur ?
3. Qu'est-ce qu'un corps combustible ?
4. Quel est le combustible le plus utilisé sur les locomotives ? Comment est-il constitué ?
5. Quelles sont les catégories de combustibles utilisés sur les locomotives ?
6. Que savez-vous de la composition et de la teneur en matières volatiles du charbon menu ?
7. Quelles sont les qualités essentielles du criblé ?
8. Comment sont constituées les briquettes ?
9. Qu'est-ce qu'un corps comburant ?
10. Qu'est-ce que la combustion ?
11. Quels sont les principaux constituants de la houille ?
12. Quelle quantité théorique d'air faut-il pour brûler 1 kg de combustible ?
13. Combien faut-il réellement d'air pour brûler 1 kg de combustible ?
14. Qu'est-ce qu'une combustion incomplète ?
15. Toute la chaleur fournie par le combustible est-elle utilisée dans le but poursuivi ?
16. Qu'appelle-t-on rendement de la combustion ?
17. Quels sont les modes de transmission de la chaleur ?
18. Comment la chaleur se transmet-elle à la chaudière ?
19. Qu'est-ce que la vaporisation ?
20. Comment se décompose l'apport total de chaleur nécessaire pour vaporiser un liquide ?
21. Qu'est-ce que la vapeur saturée ?
22. Qu'appelle-t-on pouvoir expansif de la vapeur ?
- 23 et 24. Y a-t-il une relation entre la température et la pression de la vapeur saturée ?
25. Qu'appelle-t-on vapeur saturée sèche ?
26. Comment obtient-on de la vapeur surchauffée ?
27. Y a-t-il une relation entre la température et la pression de la vapeur surchauffée ?
28. Que savez-vous de la conductibilité thermique de la vapeur surchauffée ?
29. Que savez-vous de la fluidité de la vapeur surchauffée ?

2^e PARTIE.**FOYER ET BOITE A FEU — CORPS CYLINDRIQUE
— BOITE A FUMEE.**

- 30** C'est à l'intérieur de la chaudière que l'énergie calorifique contenue dans le combustible est transférée, par la combustion, à l'eau, qui à son tour, est transformée en vapeur. La vapeur ainsi formée constitue l'élément moteur dans les cylindres de la locomotive.

La chaudière comporte trois parties essentielles :
— le foyer et la boîte à feu ;
— le corps cylindrique ;
— la boîte à fumée.

A. LE FOYER ET LA BOITE A FEU.**Constitution.**

- 31** Le foyer est une boîte en tôle épaisse de forme plus ou moins parallélépipédique. La base est constituée par la grille A sur laquelle brûle le combustible (fig. 4). Les parois comportent une tôle arrière B, dans laquelle est percée l'ouverture de la porte de foyer, deux parois latérales C, une tôle tubulaire D dans laquelle sont percés un certain nombre d'alvéoles où se placent les tubes. A sa partie supérieure, la boîte parallélépipédique est fermée par une tôle E, appelée ciel de foyer.
- 32** Les parois de foyer sont en tôle de cuivre rouge ou d'acier. Les tôles en cuivre rouge sont généralement assemblées par rivets tandis que les tôles de foyer en acier le sont par soudure.
- 33** La comparaison entre l'acier et le cuivre peut se résumer approximativement comme suit :
- a) L'acier offre une résistance mécanique supérieure à celle du cuivre : la résistance à la traction est de 40 kg/mm² pour l'acier et de 25 kg/mm² pour le cuivre, à la température ordinaire.

Livret hlt

8. I.

Page 12.

Par contre, à la température de 350°, la résistance de l'acier n'est guère différente tandis que celle du cuivre n'est plus que de 7,5 kg/mm². Les tôles en cuivre doivent être plus épaisses que les tôles en acier.

- b) Le poids spécifique du cuivre est d'environ 8,92 tandis que celle de l'acier est de 7,8 : un foyer en cuivre sera donc plus lourd qu'un foyer en acier de mêmes dimensions.
 - c) Les tôles en cuivre se travaillent plus facilement que les tôles en acier.
 - d) Le cuivre est meilleur conducteur de la chaleur que l'acier mais cet avantage est en partie réduit par l'épaisseur plus forte de la paroi;
 - e) Les foyers en cuivre résistent mieux à l'action du feu et les incrustations y adhèrent moins qu'aux foyers en acier.
 - f) Le prix du cuivre est plus élevé que celui de l'acier mais sa valeur mitraille est plus importante.
- 34 Le foyer est placé à l'intérieur d'une autre boîte approximativement semblable, appelée boîte à feu. Elle comporte la tôle arrière I (fig. 4), le ciel M, la tôle selle N et les parois latérales K. La tôle arrière est percée par l'ouverture de la porte. Les tôles de la boîte à feu sont en acier et assemblées entre elles par rivures à simple ou double rangée de rivets.
- 35 La base du foyer et celle de la boîte à feu sont réunies de façon étanche par un rectangle aux coins arrondis en acier forgé, appelé cadre de foyer. Le cadre est assemblé aux tôles du foyer et de la boîte à feu par rivures à simple ou à double rangée de rivets en quinconce.
- 36 La chaudière est remplie de telle façon que le ciel du foyer soit recouvert d'au moins 10 mm. d'eau. On appelle « plan d'eau », la surface de la nappe d'eau qui s'étend au-dessus du ciel de foyer. Les épaisseurs d'eau comprises entre les parois verticales du foyer et de la boîte à feu s'appellent « lames d'eau »; elle atteignent, en général 60 à 100 mm.

- 37 Selon la puissance de la locomotive et la nature du charbon utilisé, on rencontre les foyers plats, les foyers semi-profonds, les foyers profonds, les foyers plongeants et les foyers débordants. Les foyers semi-profonds sont les plus utilisés (fig. 5) : la hauteur du seuil de la porte au-dessus de la grille est d'environ 40 cm. La fig. 6 représente un foyer plongeant et rentrant, la fig. 7 un foyer débordant, la fig. 8 un foyer plongeant et droit.
- 38 Au point de vue ciel de foyer, on distingue les foyers à ciel plat (fig. 9) et les foyers à ciel bombé (fig. 10). Au point de vue ciel de boîte à feu, on distingue les ciels plats (fig. 9) et les ciels cylindriques dans le prolongement du corps cylindrique (fig. 10) et les ciels de boîte à feu cylindriques d'un diamètre plus grand que celui du corps cylindrique (fig. 11).
- 39 La pression qui règne à l'intérieur de la chaudière tend à écarter, l'une de l'autre, les parois du foyer et de la boîte à feu. Pour une chaudière timbrée à 18 kg/cm², chaque mètre carré de paroi supporte un effort de 180 000 kg. Il est donc nécessaire de prévoir un dispositif de renforcement constitué par des entretoises, des tirants et des raidisseurs.

Consolidation du foyer et de la boîte à feu.

- 40 Les parois verticales du foyer et de la boîte à feu sont réunies entre elles par des entretoises (fig. 12). Celles-ci sont fabriquées en cuivre ou en acier. Elles supportent un effort de traction dû à la pression régnant à l'intérieur des lames d'eau et un effort de flexion dû à la dilatation des tôles par suite des variations de température. Il existe des entretoises rigides et des entretoises articulées.
- 41 Les entretoises rigides sont représentées aux figures 13, 14, 15 et 16; elles sont filetées aux extrémités pour permettre le vissage dans les tôles tandis que la partie située entre les deux parties filetées est amincie pour augmenter la flexibilité et lisse pour réduire l'adhérence des incrustations. Afin de déceler au plus tôt les bris, les entretoises sont forcées aux extrémités ou sur toute leur longueur.

Livret hlt

8. I.

Page 14.

- 42 Les entretoises articulées (fig. 17) sont assemblées à la tôle de foyer comme les entretoises ordinaires ; du côté boîte à feu, elles se terminent par une tête sphérique qui s'appuie sur la partie sphérique d'une douille vissée dans la boîte à feu. Cette douille est fermée de façon étanche par un couvercle vissé ou soudé. Elles peuvent ainsi pivoter autour de la tête sphérique.
- 43 Les entretoises sont placées à des distances variant entre 80 et 110 mm. Placées à 100 mm de distance dans une chaudière timbrée à 18 kg/cm², elles supporteraient chacune un effort de 1800 kg.
- 44 Des tirants transversaux, des tirants longitudinaux et des raidisseurs (fig. 18, 19 et 20) renforcent la partie supérieure de la boîte à feu. Des agrafes réunissent la tôle tubulaire du foyer au corps cylindrique (fig. 21).
- 45 Les tirants de ciel réunissent les ciels de foyer et de boîte à feu : ils comprennent les tirants simples, les tirants de dilatation ou tirants articulés.
- 46 Les tirants de ciel simples (fig. 22) sont des barres rondes en acier, filetées aux deux extrémités tandis que le corps du tirant est lisse. Du côté foyer, le tirant, vissé dans la tôle, est pourvu d'un écrou qui prend appui sur celle-ci et qui déborde l'extrémité du tirant d'environ 3 mm. On rencontre également des tirants rivés ou soudés. Du côté boîte à feu, l'assemblage dépend essentiellement de la forme de la boîte à feu (fig. 23 et 24).
- 47 Sous l'action du feu, la tôle tubulaire du foyer se dilate fortement (fig. 25) : aussi, remplace-t-on à l'avant du ciel de foyer, la première ou les deux premières rangées de tirants ordinaires par des tirants de dilatation (fig. 26) ou par des tirants articulés (fig. 27).
- 48 Le combustible est enfourné par une ouverture pratiquée dans les parois arrières de la boîte à feu et du foyer. Les tôles de foyer et de boîte à feu doivent être réunies de façon étanche autour de cette ouverture; elles sont rassemblées par un cadre (fig. 28) ou sur les locomotives avec foyers en acier elles sont embouties et soudées l'une à l'autre (fig. 29).

Grilles.

49 Le charbon est brûlé sur une grille, souvent inclinée vers l'avant. Les caractéristiques essentielles d'une grille sont l'épaisseur et l'écartement des barreaux. De ces deux facteurs, dépendent le calibre du charbon que l'on peut brûler et la section de passage de l'air. Les grilles utilisées sur notre réseau sont de deux types : les grilles en paquets et les grilles à secousses.

50 La grille en paquets (fig. 30) est constituée de paquets de grilles comportant un certain nombre de barreaux en acier d'une épaisseur d'environ 8 mm et écartés l'un de l'autre de 8 à 10 mm. Ces paquets sont maintenus par des fers transversaux attachés, soit au foyer, soit au cendrier. Généralement, on place une section de grille mobile, appelée jette-feu, qui peut se déplacer sous l'action d'un levier placé dans l'abri et qui facilite grandement le nettoyage de la grille (fig. 31).

51 Les grilles à secousses comportent un certain nombre d'éléments en fonte, pourvus de dents placées de part et d'autre d'un pivot central et disposés en quinconce (fig. 32).

Les éléments s'imbriquent les uns dans les autres; en outre, le pivot central se termine par deux tourillons se posant dans les encoches des sommiers longitudinaux qui les supportent, un levier de commande situé dans l'abri agissant par l'intermédiaire d'un mécanisme fait pivoter légèrement ces grilles autour de leur axe, ce qui permet de raviver le feu en cours de route. Il est important de toujours ramener les éléments des grilles à secousses dans une position horizontale pour éviter la fusion des dents.

Tubes bouilleurs.

52 Les foyers des locomotives modernes de route sont traversés longitudinalement par 3 ou 4 tubes bouilleurs en acier (fig. 33). Leur diamètre intérieur est de l'ordre de 65 à 70 mm et leur épaisseur d'environ 4,5 mm. Ils sont remplis d'eau, participent activement à la vaporisation en raison de leur position inclinée et facilitent la circulation de l'eau dans la chaudière dès l'allumage.

Livret hlt

8. I.

Page 16.

Voûte.

- 53 Les foyers d'un grand nombre de locomotives sont munis d'une voûte constituée de briques réfractaires et placée au-dessus de la grille; elle débute à proximité de la tôle tubulaire, immédiatement sous le faisceau tubulaire et se prolonge plus ou moins vers l'arrière, tout en se relevant vers le ciel du foyer (fig. 33). Elle prend appui sur des pitons fixés sur les parois latérales du foyer ou sur les tubes bouilleurs.
- 54 La voûte favorise la combustion, elle maintient une température élevée dans le foyer lorsqu'elle a été rendue incandescente, elle améliore le mélange de l'air et des gaz de combustion. Elle sert de volant de chaleur et empêche le refroidissement trop brusque de la tôle tubulaire en la protégeant des rentrées d'air froid lors de l'ouverture de la porte et lors du retrait des feux. Elle protège la tôle tubulaire et l'extrémité des tubes de l'action directe du feu et contribue à réduire l'encrassement des tubes.

Cendrier.

- 55 Le cendrier est constitué d'une caisse fermée, en tôle ou en acier moulé et destinée à recueillir les cendres et les résidus de la combustion (fig. 34). Il affecte des formes diverses et parfois compliquées. Il est attaché au cadre du foyer et doit être parfaitement étanche de façon à ne pas laisser échapper de cendrées sur la voie. Le cendrier est muni de clapets de vidange étanches et de clapets d'air qui permettent d'assurer l'accès de celui-ci sous toute la surface de la grille. Il est muni d'un tuyau d'arrosage pour éviter que les cendrées incandescentes ne le brûlent ou le déforment.

Robinet de vidange.

- 56 A un endroit judicieusement choisi pour chaque type de locomotive, se trouve placé un robinet de vidange qui permet d'évacuer, en cas de nécessité en pression, les boues et dépôts qui s'accumulent dans la partie inférieure des lames d'eau du foyer.

Porte de foyer.

- 57 Sur les locomotives de construction ancienne, la porte de foyer est constituée par un ou deux battants s'ouvrant vers l'extérieur.
- 58 Sur les locomotives de construction plus récente, la porte P est basculante autour d'un axe horizontal O et est protégée contre le feu par une contre-porte T. La porte manœuvrable au moyen d'un levier L s'ouvre vers l'intérieur et se referme d'elle même sous la pression d'une fuite de vapeur importante dans le foyer (fig. 35).
- 59 Certaines locomotives sont pourvues de portes d'origine américaine, type Franklia. La porte Franklin se compose de deux demi-portes pivotant autour d'un pivot O (fig. 36) et actionnées, soit par un servo-moteur à air comprimé S commandé au pied par une pédale A, soit par un levier à main L. L'avantage de cette porte est que, lors des chargements, elle ne reste ouverte que le temps strictement nécessaire, ce qui est important pour les foyers en acier.

B. LE CORPS CYLINDRIQUE.**Constitution.**

- 60 Le corps cylindrique est, comme son appellation l'indique, un cylindre dont les dimensions dépendent de la puissance de la chaudière. Il est constitué par deux ou trois viroles en acier. La virole extrême d'arrière s'assemble à la tôle selle et la virole extrême d'avant à la tôle tubulaire de boîte à fumée. Les viroles peuvent être toutes du même diamètre mais le plus souvent, elles offrent des diamètres différents (fig. 37, 38, 39 et 40).
- 61 Le corps cylindrique enrobe le faisceau tubulaire qui est noyé dans la masse d'eau (fig. 41). Chaque virole est constituée d'une tôle d'acier enroulée suivant une circonférence dans le sens du laminage, sens suivant lequel les tôles présentent le maximum de résistance. Généralement, les deux lèvres de la virole sont assemblées par une rivure longitudinale à couvre-joint. Si les viroles ont le même

Livret hlt

8. I.

Page 18.

diamètre, elles sont assemblées entre elles au moyen de couvre-joints. Si elles n'ont pas le même diamètre, elles s'emboîtent l'une dans l'autre et on les assemble par une rivure à simple recouvrement et à une ou deux rangées de rivets (fig. 42).

Tôle tubulaire de boîte à fumée.

- 62 La tôle tubulaire de boîte à fumée est constituée d'une tôle ronde en acier percée d'alvéoles destinées à recevoir les tubes (fig. 43). Ses bords sont rabattus pour permettre son assemblage au corps cylindrique et la boîte à fumée. Cet assemblage peut être réalisé de 2 façons et est représenté aux fig. 44 et 45.

Faisceau tubulaire.

- 63 Le faisceau tubulaire est formé de tubes s'étendant du foyer jusqu'à la boîte à fumée. Le placement de tubes a surtout pour buts essentiels d'entretoiser les tôles tubulaires du foyer et de la boîte à fumée, de diviser la masse des gaz chauds provenant de la combustion, d'augmenter la surface de contact des gaz brûlés avec l'eau et de céder à celle-ci le plus grand nombre de calories.
- 64 Les locomotives à vapeur saturée ne comportent que des « petits tubes » ou « tubes à fumée » tandis que les locomotives à vapeur surchauffée comportent, en outre, un certain nombre de tubes de plus grand diamètre, appelés « gros tubes » ou « tubes à surchauffe ». Le nombre et la longueur des tubes dépendent de la puissance de la chaudière.
- 65 Les tôles tubulaires subissent des efforts importants de poussée de la part des tubes. En effet, les tubes sont plus chauds que le corps cylindrique puisqu'ils sont situés entre les gaz chauds (température 1100 à 1300°) et l'eau chaude (température 210° pour une chaudière timbrée à 18 kg/cm²) tandis que le corps cylindrique est situé entre l'eau chaude et l'air. En outre, la température des tubes est directement influencée par l'allure de la combustion.

- 66** Les tubes à fumée sont fabriqués en acier sans soudure; leur diamètre extérieur varie entre 45 et 55 mm, leur épaisseur est d'environ 2,5 mm. Dans la disposition la plus courante, ils sont placés de telle sorte que les axes des 3 tubes voisins forment sur la tôle tubulaire les sommets d'un triangle équilatéral (fig. 46). La fixation des tubes aux tôles tubulaires doit être étanche et robuste pour éviter les fuites d'eau et pour résister à la pression de la chaudière. L'assemblage s'effectue par mandrinage et rivetage (fig. 47 et 48); il est parfois complété par soudure (fig. 49, 50, 51).
- 67** Les tubes à surchauffe sont fabriqués en acier sans soudure; ils ont un diamètre extérieur d'environ 135 mm et une épaisseur de 4 à 5 mm. Ils sont assemblés aux tôles tubulaires de la même façon que les tubes à fumée.

Le dôme.

- 68** Le dôme se compose généralement d'une virole en acier rivée sur le corps cylindrique et surmontée d'une calotte aplatie ou hémisphérique démontable (fig. 52 et 53).

Il a pour objet de surélever la prise de vapeur et d'obtenir celle-ci la plus sèche possible. Il se place habituellement vers le milieu de la chaudière car, au voisinage du foyer, la vaporisation est tumultueuse tandis que vers l'avant du corps cylindrique, l'eau est souvent projetée contre la tôle tubulaire, lors des freinages.

C. LA BOITE A FUMEE.

Constitution.

- 69** La boîte à fumée prolonge le corps cylindrique; elle reçoit les gaz sortant des tubes et les évacue par la cheminée. Elle est constituée d'une virole en acier fermée à l'avant par une porte et à son sommet par une cheminée (fig. 54). Elle renferme un certain nombre d'organes : les tuyaux de livraison B, le dispositif d'échappement E, le collecteur A, le souffleur S, le garde-flammèches H et sur

Livret hlt

8. I.

Page 20.

certains types de locomotives : un étouffoir, un arroseur D, un dispositif d'évacuation du fraisil, un réchauffeur de l'eau d'alimentation. Les dimensions de la boîte à fumée varient avec le type de locomotive. C'est dans la boîte à fumée que se dépose le fraisil.

70 La virole de la boîte à fumée doit être robuste car c'est par son intermédiaire que la chaudière est fixée au bloc cylindre et au châssis. Elle doit permettre des assemblages étanches, sinon l'air extérieur qui y pénètre contrarie le tirage et enflamme le charbon imparfaitement brûlé par les gaz chauds; ce feu déforme la tôle.

71 La porte de boîte à fumée (fig. 55) doit permettre le placement et le retrait des tubes. Elle pivote autour d'une charnière verticale et s'ouvre de l'intérieur vers l'extérieur. Elle comporte généralement une tôle bombée T et garnie intérieurement d'une tôle de protection P, appelée contre-porte.

L'étanchéité de la porte est assurée par un bourrelet en amiante B prenant appui sur le bord de l'encadrement de la boîte à fumée. La fermeture de la porte est assurée par un verrou central comportant une tige R terminée par une tête plate commandée par un levier L et bloquée par un volant E. On place, en outre, sur la périphérie de la porte, un certain nombre de verrous constitués par un cliquet M bloqué au marteau sur un secteur en plan incliné S rivé à la porte.

72 La cheminée est constituée d'une ou de deux pièces de forme cylindrique ou tronconique et sert à l'évacuation des gaz brûlés (fig. 56). Elle ne doit jamais dépasser le gabarit du matériel roulant; elle peut être pourvue d'une visière V, d'une enveloppe en tôle E et d'un chapiteau de garniture C. Elle se prolonge à l'intérieur de la boîte à fumée.

QUESTIONS.

30. Quelles sont les parties essentielles de la chaudière ?
31. Comment est constitué un foyer de locomotive ?
32. Comment sont constituées les parois de foyer ?
33. Comparez les parois de foyer en cuivre et en acier.
34. Comment est constituée une boîte à feu ?
35. Comment le cadre est-il attaché aux parois du foyer et de la boîte à feu ?
36. Qu'appelle-t-on plan d'eau et lames d'eau ?
37. Qu'appelle-t-on foyer plat, foyer semi-profond, foyer profond, foyer plongeant, foyer débordant ?
38. Quelles sont les formes les plus courantes des ciels de foyer et de boîte à feu ?
39. Pourquoi doit-on entretoiser les tôles du foyer et de la boîte à feu ?
40. Comment peut-on entretoiser les parois verticales du foyer et de la boîte à feu ?
41. Décrivez une entretoise rigide.
42. Décrivez une entretoise articulée.
43. A quelle distance les entretoises sont-elles placées l'une par rapport à l'autre ?
44. Pourquoi doit-on prévoir la présence de tirants transversaux, longitudinaux et de raidisseurs ?
45. Quelle est la fonction des tirants de ciel ?
46. Décrivez un tirant de ciel simple.
47. Pourquoi doit-on prévoir des tirants de dilatation et des tirants articulés ?
48. Quel est l'aspect d'une porte de foyer ?
49. Quels types de grilles connaissez-vous ? Quelles sont les caractéristiques essentielles d'une grille ?
50. Décrivez une grille en paquets.
51. Décrivez une grille à secousses.
52. Comment sont constitués les tubes bouilleurs ?
53. Comment est constituée la voûte d'une locomotive ?

Livret hlt

8. I.

Page 22.

54. Quelles sont les fonctions de la voûte ?
 55. Comment est constitué un cendrier ?
 56. Pourquoi doit-on placer un robinet de vidange ?
 57. Comment sont constituées les portes de foyer de construction ancienne ?
 58. Comment sont constituées les portes de foyer basculant autour d'un axe horizontal ?
 59. Décrivez la porte de foyer, type Franklin.
 60. Comment est constitué le corps cylindrique d'une chaudière ?
 61. Comment sont placées les viroles du corps cylindrique ?
 62. Décrivez la tôle tubulaire de boîte à fumée.
 63. Quelle est l'utilité du faisceau tubulaire ?
 64. Combien d'espèces de tubes connaissez-vous ?
 65. A quelles températures sont soumis la tôle tubulaire de foyer et les tubes à fumée ?
 66. Décrivez un tube à fumée.
 67. Décrivez un tube à surchauffe.
 68. Quel est le but du dôme et comment est-il constitué ?
 69. Comment est constituée une boîte à fumée ?
 70. Que savez-vous de la virole de boîte à fumée ?
 71. Décrivez la porte de boîte à fumée.
 72. Décrivez la cheminée de locomotive.
-

3^e PARTIE.**MODERATEUR — TUYAUX DE LIVRANCE —
SURCHAUFFEUR — APPAREILS D'ALIMENTATION
— INTRODUCTION DE L'EAU DANS LA CHAUDIERE.****A. LE MODERATEUR.****Généralités.**

- 73 Le modérateur est un dispositif permettant d'ouvrir, de graduer et de fermer la prise de vapeur. Il est situé dans le dôme pour les raisons exposées à la 2^e partie, art. 68. La tête du modérateur est reliée par un double coude en fonte A (fig. 57), appelé col de cygne, au tuyau Crampton B. Ce dernier, fabriqué en acier, se prolonge à l'intérieur de la chaudière vers l'avant et est assemblé contre la tôle tubulaire au collecteur ou à une culotte dont chacun des orifices latéraux s'assemble à un tuyau de livrance. Il existe plusieurs types de modérateurs mais les plus utilisés sont les modérateurs à soupapes.

Modérateurs à soupapes.

- 74 Les modérateurs à soupapes sont placés sur toutes les locomotives modernes; les soupapes sont toujours à double siège ou munies d'une soupape pilote pour rendre la manœuvre plus aisée.
- 75 La soupape à double siège est représentée à la fig. 58. Elle est commandée par une bielle B solidaire d'un excentrique E. Celui-ci est calé sur une tringle T qui se prolonge jusque dans l'abri de la locomotive et qui porte à son extrémité une portée carrée sur laquelle se fixe le levier de manœuvre. La tringle est pourvue d'un épaulement P qui l'empêche de glisser vers l'arrière (fig. 59).
- 76 Le modérateur avec soupape pilote comporte une soupape principale S à simple siège (fig. 60) mais elle est munie à sa base d'un piston délimitant avec le fond du col

Livret hlt

8. I.

Page 24.

de cygne, une chambre A. A modérateur fermé, cette chambre est isolée de la chaudière par une petite soupape P solidaire de la tige de commande T. Lorsqu'on ouvre le modérateur, la tige T coulisse dans la soupape S, soulève la petite soupape P et permet à la vapeur de pénétrer dans la chambre A, ce qui permet d'équilibrer la soupape S. L'écrou B buttant contre la soupape S la soulève.

77 Un autre type de modérateur à soupapes est représenté à la fig. 61. Au moment de l'ouverture du modérateur, la petite soupape P se soulève, permettant ainsi à la vapeur de pénétrer dans la chambre A et d'équilibrer la soupape principale S qui est alors soulevée par l'écrou B.

Les petits conduits D assurent la vidange de la chambre A au moment de la fermeture du modérateur.

78 Le modérateur Schmidt et Wagner utilisé sur les locomotives d'origine allemande est représenté à la fig. 62.

La tige de commande T porte une petite soupape P surmontée d'un pointeau R dont le corps cylindrique est complété par un cône aigu. Sur le siège de cette petite soupape s'appuie la soupape principale S. La soupape S comporte un siège A, un siège B, un piston D et un guide cylindrique C pourvu de découpes; elle peut coulisser sur la tige T et définit autour de celle-ci une chambre E pourvue d'un orifice O. Le piston D peut coulisser dans un cylindre H; la tige T traverse le fond de ce cylindre par un orifice qui ménage un jeu J relativement important (sur le modèle courant, la différence entre le diamètre de la tige et celui de l'orifice est de 2,4 mm).

Lorsque ce modérateur est fermé, la soupape S est levée et son siège A fait joint contre le col de cygne tandis que son siège B s'appuie sur la petite soupape P. La face inférieure du piston D est soumise à la pression de la chaudière tandis que les 2/3 seulement de la surface supérieure de ce piston sont soumis à la pression de la vapeur pénétrant par les conduits M.

Si on ouvre le modérateur, deux cas peuvent se produire suivant le degré d'ouverture. Si l'ouverture est faible, la tige T descend peu et entraîne la soupape P d'une longueur

telle que la partie cylindrique du pointeau R reste engagée dans la soupape S. Dans ce cas, l'orifice annulaire F existant entre le pointeau R et la soupape S n'est que la moitié de l'orifice J et la vapeur pénétrant par J maintient dans le cylindre H une pression suffisante pour que le piston D ne descende pas : la soupape S reste donc collée sur son siège A et la vapeur passe uniquement par l'orifice O et le jeu annulaire F. Si l'ouverture est plus importante, la tige T descend plus bas, entraînant la soupape P, de telle sorte que la partie conique du pointeau s'engage dans la soupape S. L'espace annulaire F devient alors tel que la vapeur pénétrant par J ne parvient plus à maintenir une pression suffisante dans le cylindre H : la soupape S descend, permettant le passage direct de la vapeur des conduits M dans le col de cygne. La soupape S vient s'appuyer contre la soupape P et s'y immobilise. La graduation de l'admission au début de l'ouverture est facilitée par la forme des découpes du guide cylindrique C.

Au moment de la fermeture, la tige T remonte entraînant les soupapes P et S.

Dans ce modérateur, les déplacements de la soupape S répondent à la commande par la tige T, mais sous l'action de la vapeur elle-même; le seul effort à fournir à la tige T est destiné à soulever la petite soupape P.

- 79 Les figures 59, 63, 64 et 65 représentent des dispositifs de commande des modérateurs à soupapes.

B. LES TUYAUX DE LIVRANCE.

- 80 Les tuyaux de livraison sont des tuyaux généralement en acier qui partent soit du collecteur, soit des orifices latéraux de la culotte pour aboutir aux cylindres. Ils sont au nombre de deux et longent les parois latérales de la boîte à fumée afin de dégager le faisceau tubulaire. S'il s'agit d'une locomotive à 2 cylindres, chaque tuyau de livraison aboutit à un cylindre. S'il s'agit d'une locomotive à 4 cylindres égaux, chaque tuyau de livraison aboutit, à sa base, à une nouvelle culotte qui répartit la vapeur entre les 2 cylindres voisins. L'assemblage des tuyaux de livraison aux culottes ou au bloc cylindre s'effectue au

Livret hlt

8. I.

Page 26.

moyen de lentilles intercalaires (fig. 66) tandis que la sortie des tuyaux de livraison à travers la virole de boîte à fumée est réalisée comme l'indique la fig. 67.

C. LE SURCHAUFFEUR.

Constitution.

81 Par l'intermédiaire du modérateur, la vapeur venant du dôme est amenée par le col de cygne et le tuyau Crampton dans une chambre A (fig. 68) située dans la boîte à fumée. De cette chambre A, elle pénètre dans les éléments de surchauffe E; chacun de ces éléments étant placé dans un gros tube est replié sur lui-même de manière que la vapeur y circule 4 fois le long du tube. L'élément surchauffeur est plongé dans les gaz chauds et, de ce fait, la vapeur qui y circule se surchauffe.

La vapeur surchauffée sortant de tous les éléments, débouche dans une seconde chambre B d'où les tuyaux de livraison L situés dans la boîte à fumée l'acheminent vers les cylindres.

La chambre A, dite à vapeur saturée, et la chambre B, dite à vapeur surchauffée, sont réunies en une seule pièce : le collecteur.

82 Les éléments surchauffeurs sont constitués par des tuyaux en acier sans soudure de 30 mm de diamètre intérieur et de 38 mm de diamètre extérieur. Chaque élément est constitué par 4 tronçons droits assemblés par des coudes en acier forgé (fig. 69) appelés culottes et soudés aux tronçons droits. Les deux culottes situées du côté du foyer ne sont pas placées l'une en regard de l'autre pour que la section offerte au passage des gaz dans les tubes ne soit pas brutalement modifiée; la plus voisine du foyer se trouve à environ 30 cm de la tôle tubulaire. Chaque élément s'appuie sur le gros tube par des colliers en tôle (fig. 70) sur lesquels sont fixés deux patins allongés qui permettent aux éléments de se dilater par rapport aux tubes. Les deux extrémités de l'élément aboutissent, l'un à la chambre de vapeur saturée, l'autre à la chambre de vapeur surchauffée, l'étanchéité du joint étant assurée par des joints métalloplastiques (fig. 71), lenticulaires (fig. 72), sphériques (fig. 73) ou biconiques (fig. 74).

- 83** Le collecteur est une pièce de forme compliquée en acier ou en fonte supportée par des cornières d'appui fixées dans la boîte à fumée. Dans les modèles anciens, les deux chambres ferment un caisson unique et sont séparées par des cloisons intérieures. La vapeur saturée arrive dans le collecteur par une tubulure centrale A (fig. 75) pour chacun des éléments surchauffeurs; le collecteur comporte un orifice de départ de la chambre de vapeur saturée et un orifice d'arrivée dans la chambre de vapeur surchauffée; celle-ci sort du collecteur par deux tubulures situées de part et d'autre et aboutissant dans chacun des tuyaux de livraison. L'inconvénient de ce dispositif réside dans le fait que les deux espèces de vapeur ne sont séparées que par des cloisons métalliques et comme la vapeur surchauffée est beaucoup plus chaude (350° à la pression de 14 kg/cm²) que la vapeur saturée (197° à la même pression), la première se refroidit et diminue d'autant l'efficacité du surchauffeur.
- 84** Dans les modèles plus modernes, les deux chambres sont séparées par une cloison double à l'intérieur de laquelle circulent les gaz de la combustion de telle sorte que ceux-ci augmentent encore l'efficacité du surchauffeur (fig. 76).
- 85** Dans les modèles les plus récents, le collecteur à vapeur saturée est complètement indépendant du collecteur à vapeur surchauffée (fig. 77).
- 86** Sur les locomotives modernes, la température de la vapeur surchauffée atteint jusque 450°. Celle-ci ne peut toutefois être réalisée que si la vapeur saturée est bien sèche afin que le collecteur ne fonctionne pas, d'abord, comme sécheur de vapeur.
- 87** **Avantages de la surchauffe.**
- a) Elle augmente le rendement du cylindre puisque sa température est plus élevée que celle de la vapeur saturée.
 - b) Elle réduit les pertes de chaleur par les parois de cylindre parce que la vapeur surchauffée est moins bonne conductrice de la chaleur.

Livret hlt

8. I.

Page 28.

- c) Elle réduit les pertes par laminage et par frottement sur les parois parce qu'elle est plus fluide.
- d) Elle réduit les risques de coups d'eau aux cylindres.

88 Inconvénients de la surchauffe.

- a) La chaudière est plus compliquée.
- b) Pour éviter le refroidissement de la vapeur, on a dû construire des distributeurs cylindriques à admission centrale avec tous leurs accessoires (conduits d'équilibre, reniflards, diaphragmes).
- c) Les bourrages, cercles de pistons et de distributeurs doivent être soigneusement ajustés.
- d) Les huiles de graissage doivent être de qualité supérieure pour résister, sans altération ou formation de dépôts, aux températures élevées.

D. LES APPAREILS D'ALIMENTATION.

Généralités.

89 Le but des appareils d'alimentation est d'introduire, dans la chaudière, de l'eau fraîche destinée à remplacer celle utilisée sous forme de vapeur.

90 Ils peuvent se classer en deux catégories :

- a) les appareils à eau froide;
- b) les appareils à eau chaude. Les premiers introduisent dans la chaudière de l'eau froide ou de l'eau réchauffée par un apport de vapeur vive. Les seconds réchauffent l'eau, en réutilisant, soit la vapeur d'échappement, soit les gaz de combustion dans la boîte à fumée ou à la sortie des tubes. Il est évident que les appareils à eau chaude sont plus intéressants car ils permettent de réaliser des économies importantes de combustible.

91 Les appareils à eau froide comportent surtout les injecteurs à vapeur vive tandis que les appareils à eau chaude sont surtout représentés par les injecteurs à vapeur d'échappement et par les pompes munies de réchauffeurs. La température de l'eau refoulée atteint 60° pour les pre-

miers et 90 à 100° pour les dispositifs avec récupération. Toutes les locomotives sont munies de deux appareils d'alimentation indépendants l'un de l'autre.

Injecteurs à vapeur vive.

92 Un injecteur à vapeur vive comporte, en principe : une tuyère à vapeur S précédée d'une vanne V, un tuyau d'arrivée d'eau T (fig. 78) muni d'une vanne B, un cône convergent M dit cône de mélange, un cône divergent D, une soupape de retenue K et un orifice de trop-plein P.

93 La vapeur vive de la chaudière pénètre dans l'injecteur par la tuyère S, d'où elle s'écoule à grande vitesse (800 m/s pour une chaudière timbrée à 18 kg/cm²) dans le cône M. L'eau du tender est aspirée dans le même cône M par le tuyau T : il en résulte une condensation de la vapeur de sorte qu'il se forme à la sortie du cône un mélange d'eau chaude animé d'une certaine vitesse (60 à 70 m/s pour une chaudière timbrée à 18 kg/cm²). Au fur et à mesure de la condensation de la vapeur, le volume du mélange eau-vapeur diminue : ce qui justifie la forme convergente du cône M. L'eau chaude pénètre alors dans le cône divergent D dont la section va en augmentant : en traversant ce cône, le jet d'eau chaude perd de sa vitesse mais, en revanche, acquiert une pression plus importante. Celle-ci devient supérieure à la pression qui règne à l'intérieur de la chaudière, ce qui permet le soulèvement de la soupape K (dès la fermeture de l'injecteur, cette soupape se referme et évite la vidange de la chaudière). Après avoir soulevé la soupape K, l'eau chaude passe par la vanne A destinée à isoler la chaudière en cas de manque d'étanchéité de la soupape K.

On remarquera que les cônes M et D sont séparés par un intervalle se trouvant à la pression atmosphérique, appelée chambre de trop-plein.

94 Il est évident que pour une pression donnée, il existe une quantité maximum et une quantité minimum d'eau qui peut être refoulée par kg de vapeur. En effet, si on voulait augmenter de plus en plus la quantité d'eau, il arriverait un moment où cette masse d'eau deviendrait trop lourde

Livret hlt

8. I.

Page 30.

à entraîner. Par contre, si la quantité d'eau n'était pas suffisante, toute la vapeur sortant de la tuyère S ne serait pas condensée, elle pénétrerait dans le cône de mélange M et empêcherait l'eau d'y accéder.

95 Le fonctionnement de l'injecteur dépend également de la pression de la vapeur et de la température de l'eau. En effet, plus la pression de la vapeur est élevée, plus il faudra d'eau pour condenser 1 kg de vapeur; il en est de même avec l'élévation de la température.

96 Si l'arrivée d'eau ou de vapeur est trop faible ou trop forte pour condenser toute la vapeur, l'injecteur ne refoulera qu'une partie de la vapeur ou une partie de l'eau selon le cas et l'excédent sera rejeté par le tuyau de trop-plein.

97 Les injecteurs à vapeur vive se divisent en deux catégories :

- les injecteurs aspirants (fig. 79) qui sont généralement situés plus haut que le niveau supérieur de l'eau du tender et qui sont donc vides d'eau à l'arrêt;
- les injecteurs non aspirants ou noyés (fig. 80) qui se placent sous le niveau d'eau le plus bas du tender.

Les injecteurs aspirants sont plus délicats lors de l'amorçage puisqu'ils doivent faire monter l'eau jusqu'à eux. Les injecteurs noyés sont, par contre, plus susceptibles d'être gelés en période hivernale.

98 Un injecteur désamorcé finit par s'échauffer puisque le cône de mélange se remplit de vapeur et le réamorçage devient plus laborieux. Pour remédier à cet inconvénient, les injecteurs modernes sont pourvus d'un dispositif qui leur permet un réamorçage automatique : on dit qu'ils sont restarting. A cet effet, le cône de mélange est pourvu d'ouvertures qui permettent à la vapeur de s'échapper où le cône se soulève si sa pression devient trop élevée.

99 L'injecteur Gresham (fig. 81) est aspirant et restarting; il est placé contre la chaudière et fonctionne debout. Il comporte en un seul bloc : l'injecteur proprement dit, la prise de vapeur, la soupape d'introduction, la vanne d'isolement, le robinet d'arrivée d'eau et le robinet de fermeture du trop-plein.

Le cône de mélange comporte une partie fixe M et une partie mobile appuyée par sa base sur le cône M et maintenu sur celui-ci par son poids. Le cône R mobile est guidé par des ailettes en hélice qui lui impriment, lors de la levée, un léger mouvement de rotation, de façon à répartir l'usure uniformément sur son siège et à nettoyer celui-ci. Lorsque l'injecteur fonctionne normalement, le cône R repose sur le cône fixe M et le jet d'eau chaude traverse les cônes M et R avant de pénétrer dans le divergent D. Par contre, si, pour une cause quelconque, l'injecteur se désamorce, la vapeur débitée par la tuyère S n'est plus condensée dans le cône fixe M et exerce sa pression sur la face inférieure de l'épaule du cône mobile R. Celui-ci se soulève et la vapeur s'échappe directement par le trop-plein et à grand débit. Cet échappement crée un vide dans le tuyau d'aspiration et l'eau du tender est de nouveau aspirée.

L'eau chaude sort alors du divergent D sous le bouchon F d'où elle redescend sous la soupape d'introduction I puis pénètre dans la chaudière par le conduit de refoulement H pourvu de la soupape d'isolement J.

Lorsque l'injecteur Gresham ne fonctionne pas, il faut refermer le robinet B d'arrivée d'eau car toute fuite de vapeur par la soupape de prise de vapeur A ou par la soupape d'introduction I échaufferait le tuyau d'aspiration et le corps de l'injecteur, rendant ainsi tout amorçage impossible. Par contre, si le robinet B d'arrivée d'eau est fermé, la fuite de vapeur est évacuée à l'air libre par les canaux p et d ménagés dans le corps de l'injecteur et dans la carotte du robinet d'aspiration B. Certaines locomotives sont équipées d'un dispositif permettant le refoulement de vapeur dans le tender.

100

L'injecteur Nathan est un injecteur aspirant placé horizontalement. Il comporte une tuyère S, un cône convergent M (fig. 82) une arrivée de vapeur V munie d'une soupape A manœuvrée par le levier L, une arrivée d'eau E pourvue d'une vanne B, un tuyau de trop-plein T, un conduit de refoulement H muni d'une vanne I.

Le tuyau de trop-plein peut être isolé par un clapet C manœuvrable grâce à un volant P. Le cône de mélange

Livret hlt

8. I.

Page 32.

comporte 3 parties de façon à multiplier les points d'aspiration d'eau : l'eau froide venant de E passe normalement par l'espace annulaire entourant la tuyère S mais, lorsque l'aspiration est suffisante, la soupape X se soulève et l'eau passe dans la chambre N d'où elle pénètre dans le cône M par les intervalles qui séparent les 3 parties de ce cône (un robinet W permet d'isoler la soupape X de la chambre N). Cet injecteur est restarting car, lorsqu'il se désamorce, la vapeur en surpression sort par les interstices qui séparent les différentes parties du cône M et par celui qui le sépare du divergent.

Injecteurs à vapeur d'échappement.

- 101 On constate que, dans un injecteur, la pression de l'eau chaude refoulée peut dépasser de beaucoup la pression de la vapeur dans la chaudière. Il en résulte que l'on peut alimenter une chaudière au moyen d'un injecteur en envoyant dans celui-ci de la vapeur à une pression notablement plus faible que celle de la chaudière. C'est ce qui explique que l'on puisse faire fonctionner un injecteur en utilisant la vapeur d'échappement qui sort des cylindres.
- 102 La pression de la vapeur d'échappement est faible : elle oscille normalement entre 0,2 et 0,5 kg/cm² et ce n'est qu'accidentellement qu'elle atteint 0,8 kg/cm². Une aussi faible pression ne permet évidemment pas de vaincre n'importe quel timbre de chaudière. On peut considérer que la vapeur d'échappement est à même de refouler, par ses seuls moyens, dans une chaudière dont le timbre ne dépasse pas 11 kg/cm². Au-delà, la vapeur d'échappement devra être aidée par un apport de vapeur vive que l'on appelle la vapeur supplémentaire.
- 103 Les injecteurs à vapeur d'échappement qui, dans le principe, ne se différencient pas des injecteurs à vapeur vive, offrent les particularités suivantes dues, pour la plupart, au fait qu'il faut tirer le maximum de parti possible de la vapeur :
- 1) ils sont toujours noyés, ce qui leur évite de devoir aspirer l'eau;

- 2) ils doivent être de construction très soignée et offrir plusieurs cônes de mélanges successifs;
- 3) tous les tuyaux d'eau et de vapeur doivent être largement conditionnés et pourvus de coudes à grand rayon afin de faciliter l'écoulement;
- 4) ils doivent pouvoir fonctionner à la vapeur vive afin d'être également utilisables lorsque le modérateur est fermé. La vapeur vive utilisée dans ce but s'appelle : vapeur auxiliaire.

Nous décrirons l'injecteur à vapeur d'échappement Metcalfe qui équipe de nombreuses locomotives de la S.N.C.B.

104 **Injecteur Metcalfe type F** : Dans l'injecteur à vapeur d'échappement Metcalfe type F (fig. 83), la vapeur d'échappement pénètre, par le conduit T, dans la tuyère S. L'eau monte par le conduit E et condense la vapeur dans les 3 cônes de mélange M_1 - M_2 et M_3 . Le refoulement s'effectue par le conduit R muni de la soupape A. L'injecteur est rendu restarting par le fait que le cône M_3 est muni d'un clapet B monté sur charnière et qui peut se soulever lorsque la vapeur s'accumule dans les cônes de mélange. Le réglage de l'eau se réalise en déplaçant la tuyère S au moyen de l'arbre H muni d'un tenon excentré D (fig. 84). La vapeur supplémentaire, destinée à aider en permanence la vapeur d'échappement, sort par la tuyère t, tandis que la vapeur auxiliaire, utilisée lorsque le modérateur est fermé, s'échappe par les orifices O entourant la tuyère t. Lorsqu'on utilise cette vapeur auxiliaire, la pression qu'elle établit dans la chambre N provoque la fermeture du clapet C que isole l'injecteur du conduit d'amenée de vapeur d'échappement. Ce clapet peut être bloqué fermé par l'excentrique I calé sur l'arbre K.

Pour faire fonctionner cet injecteur à la vapeur d'échappement, il faut ouvrir la prise d'eau, libérer le clapet C, ouvrir la vanne de vapeur supplémentaire et régler les arrivées d'eau et de vapeur, Pour passer au fonctionnement à la vapeur vive, il suffit d'ouvrir la vanne de vapeur auxiliaire.

Injecteur Metcalfe type H : L'injecteur Metcalfe type H (fig. 85) rend toutes ces manœuvres automatiques, sauf le réglage. Il suffit d'ouvrir la prise de vapeur vive supplémentaire pour que l'injecteur se mette en marche et passe automatiquement du fonctionnement à la vapeur d'échappement à la vapeur vive, lorsque le machiniste ferme le modérateur. Le type H ne diffère du type F que par les commandes automatiques que nous allons décrire schématiquement et qui sont basées sur la présence de la valve de contrôle automatique W.

La vanne de contrôle automatique W (fig. 86) comporte 3 pistons mobiles P_1 - P_2 et P_3 . Le piston P_1 pose sur le fond d'une chambre a que le conduit f met en communication avec la boîte à vapeur des cylindres moteurs; le piston P_1 n'est pas solidaire de l'équipage constitué par les deux autres pistons P_2 et P_3 , lesquels sont réunis par une tige unique I. Le piston P_2 coulisse dans un prolongement cylindrique de la chambre b, tandis que le piston P_3 ferme, selon sa position, soit l'orifice supérieur, soit l'orifice inférieur de la chambre e. Le diamètre actif du piston P_2 est nettement plus grand que celui du piston P_3 .

1) Lorsque le modérateur est fermé et l'injecteur à l'arrêt (fig. 86), la vanne de vapeur vive F est fermée. L'injecteur ne reçoit donc ni vapeur vive ni vapeur d'échappement. La vanne V d'arrivée d'eau reste fermée.

2) Lorsque le modérateur est fermé et que l'injecteur fonctionne (fig. 87), la vanne F est ouverte. La vapeur vive se dirige vers la tuyère t dont elle débouche sous forme de vapeur supplémentaire, tandis qu'elle soulève le piston P_2 , ouvrant ainsi la vanne V d'arrivée d'eau. En même temps, elle pénètre dans la chambre e et la chambre b. Dès que la vapeur pénètre dans cette chambre b, elle agit sur le piston P_2 ; le diamètre du piston P_2 étant plus grand que celui de P_3 et aucune pression n'agissant sur le piston P_1 , le piston P_2 se soulève, entraînant P_1 et P_3 . De ce fait, P_3 isole la chambre b et met la chambre e en communication avec le canal h aboutissant aux orifices O. Il en résulte que la vapeur vive débouche par les orifices O, sous forme de vapeur auxiliaire. Le piston P_3 reste en

place, permettant au ressort G de maintenir fermé le clapet C_1 d'arrivée de vapeur d'échappement tandis que le clapet C_2 se ferme automatiquement sous l'action de la vapeur.

3) Lorsque le modérateur est ouvert et que l'injecteur est à l'arrêt (fig. 88), la vanne F est fermée. Le piston P_1 , collé sur son siège par la pression régnant dans la boîte à vapeur, maintient les pistons P_2 et P_3 dans leur position basse. Aucune vapeur ne pénètre dans l'injecteur et tous ses organes sont dans la position de la fig. 88.

4) Lorsque le modérateur est ouvert et que l'injecteur est en marche (fig. 89), la vanne F est ouverte et le piston P_1 est collé sur son siège; le piston P_3 , maintenu par P_1 dans sa position basse, isole la chambre e du conduit h et la met en communication avec la chambre b. Sous l'effet de la pression régnant en b, le piston P_5 s'enfonce, provoquant l'ouverture du clapet C_1 d'arrivée de vapeur d'échappement, tandis que le clapet C_2 est refoulé par la vapeur d'échappement elle-même. L'injecteur fonctionne donc à la vapeur d'échappement venant du conduit T et à la vapeur supplémentaire débitée par la tuyère t. Les orifices O, qui sont isolés, ne débitent pas de vapeur auxiliaire.

Cet injecteur est muni d'un trop plein à commande automatique. La chambre D (fig. 86) est pourvue (fig. 90) d'une vanne J maintenue sur son siège par un levier L; ce levier est commandé par un piston P_6 coulissant dans un cylindre O réuni à la chambre de refoulement U (fig. 86). Lorsque l'injecteur fonctionne normalement, la pression régnant dans la chambre de refoulement U soulève le piston P_6 qui ferme la vanne de trop-plein J. Au contraire, si l'injecteur se désamorçe, la surpression qui s'établit dans la chambre D ouvre automatiquement la vanne de trop-plein J.

106

Prélèvement de la vapeur d'échappement : La vapeur d'échappement nécessaire au fonctionnement de l'injecteur est prélevée dans la colonne d'échappement, au moyen d'une ouverture fixe. Elle est amenée à l'injecteur par un tuyau de grand diamètre soigneusement calorifugé. Ce tuyau doit être pourvu d'un séparateur d'huile. En effet,

Livret hlt

8. I.

Page 36.

la vapeur qui sort des cylindres est chargée d'huile qu'il ne faut pas introduire dans l'injecteur ni surtout dans la chaudière; car l'huile est préjudiciable à la conservation de la chaudière et, en outre, elle provoque le primage. La fig. 91 donne un type de séparateur d'huile ou déshuileur. La vapeur traverse l'appareil dans le sens des flèches. Sa trajectoire est contrariée par des chicanes en hélice C qui lui imposent un mouvement de rotation. Au cours de ce mouvement, la vapeur projette vers les parois les particules d'huile qu'elle contient et qui ainsi, viennent s'accumuler dans le fond de l'appareil où un purgeur permet de les évacuer.

Alimentation par pompes et réchauffeur.

- 107 Ces dispositifs d'alimentation contiennent essentiellement une pompe à eau froide qui refoule l'eau froide du tender dans le réchauffeur (appelé aussi : économiseur), un réchauffeur où la vapeur d'échappement réchauffe l'eau et une pompe à eau chaude qui refoule l'eau chaude dans la chaudière.
- 108 Les réchauffeurs utilisés se répartissent en deux catégories : les réchauffeurs par surface et les réchauffeurs par mélange.
- 109 Dans les réchauffeurs par surface, appelés également réchauffeurs par contact, la chaleur contenue dans la vapeur d'échappement est transmise à l'eau à travers une tubulure métallique et la vapeur condensée s'écoule à l'extérieur. Ces réchauffeurs ont l'inconvénient de perdre l'eau chaude constituée par la condensation de la vapeur d'échappement; ils offrent l'avantage, en ne réintroduisant pas la vapeur d'échappement, de ne pas introduire dans la chaudière de l'huile de graissage de cylindre.
- 110 Dans les réchauffeurs par mélange, la vapeur d'eau est incorporée dans l'eau à réchauffer. La récupération est donc plus complète mais il y a des risques d'entraînement d'huile dans la chaudière. Cet inconvénient a été éliminé par la construction de séparateurs d'huile très efficaces. Aussi l'emploi des réchauffeurs par mélange s'est développé.

RECHAUFFEUR ACFL.

111 La fig. 92 donne la vue d'ensemble schématique de l'installation.

La pompe A comporte un cylindre moteur M, un cylindre à eau froide F et un cylindre à eau chaude C. Le cylindre à eau froide aspire l'eau du tender à travers la vanne V, l'accouplement souple W, le vase d'aspiration B et le tuyau d'aspiration T_1 ; il la refoule par le tuyau de refoulement d'eau froide T_2 dans un premier corps cylindrique D appelé chambre de mélange. L'eau pénètre dans la chambre de mélange sous forme de gouttelettes grâce à la crépine E prolongeant le tuyau T_2 .

La vapeur d'échappement prélevée dans la colonne d'échappement pénètre dans le compartiment avant du corps cylindrique D après avoir traversé le tuyau d'amenée T_3 et le régulateur G dont nous expliquerons le rôle plus loin. A cette vapeur vient se joindre la vapeur d'échappement de la pompe à eau et de la pompe à air débouchant respectivement des tuyaux T_4 et T_5 . La vapeur d'échappement traverse alors un déshuileur H et pénètre dans le compartiment arrière C du corps cylindrique, qui constitue la chambre de mélange proprement dite; elle s'y mélange à l'eau froide qu'elle réchauffe. Le compartiment avant du corps cylindrique D est pourvu d'un tuyau de purge T_6 destiné à évacuer les matières retenues par le déshuileur; ce tuyau est équipé d'un dispositif d'évacuation I que nous décrirons plus loin.

Le cylindre D porte une poche inférieure d'où partent un tuyau de vidange T_7 muni d'un robinet et une prise d'eau chaude T_8 aboutissant au thermomètre de contrôle J (l'eau chaude ayant passé au thermomètre retourne à l'aspiration d'eau froide par le tuyau T_9).

Par l'intermédiaire du conduit T_{10} , qui plonge dans la poche inférieure du cylindre D, l'eau chaude passe de ce cylindre dans le cylindre K dit chambre de dégazage. L'eau, en passant, à faible épaisseur, au-dessus du déversoir L, se débarrasse de l'air et des gaz qu'elle contient. Les gaz libérés s'évacuent par l'évent N. L'eau chaude ainsi dégazée est reprise par le cylindre à eau chaude C, par l'inter-

Livret hlt

8. I.

Page 38.

médiaire du tuyau T_{11} , et refoulée dans la chaudière par le tuyau T_{12} et la soupape d'introduction P. Le niveau de l'eau dégazée dans le cylindre K est limité par la hauteur d'un second déversoir Q; l'eau passant au-dessus de ce déversoir est ramenée au vase d'aspiration B par un tuyau de trop plein T_{13} .

La pompe est actionnée par de la vapeur vive prélevée dans la chaudière et amenée par le tuyau T_{14} ; ce tuyau est équipé d'un robinet régulateur spécial R permettant de régler aisément la cadence de la pompe et d'un séparateur d'eau condensée S destiné à protéger le cylindre de la pompe, son alimentation se faisant en vapeur saturée.

Le régulateur G a comme rôle d'arrêter l'arrivée de vapeur d'échappement dès que la température devient trop élevée dans le réchauffeur. Dès que la température augmente dans le réchauffeur, le dégagement de vapeur qui en résulte fait monter la pression dans le corps cylindrique K; cette élévation de pression agit, par le tuyau T_{15} , sur le régulateur qui obture alors le tuyau T_3 et coupe, de ce fait, l'arrivée de vapeur d'échappement dans le réchauffeur jusqu'au moment où la température sera redevenue normale dans celui-ci.

Le dispositif d'évacuation d'huile I est constitué par un clapet I porteur d'un piston 2. Par le tuyau T_{16} , le dessus du piston 2 est mis à la pression qui règne dans le compartiment avant du corps cylindrique D. De cette façon, la hauteur de la colonne d'huile dans le tuyau de purge T_6 ne dépassera jamais une valeur correspondant à la colonne d'huile dont le poids est égal à celui du clapet et de son piston; dès que la hauteur de la colonne d'huile dépasse cette valeur, le clapet se soulève permettant la vidange.

Une prise d'eau chaude T_{17} part du tuyau de refoulement d'eau chaude et, par l'intermédiaire du robinet Y, aboutit au tuyau d'arrosage du charbon.

Il existe une variante de ce dispositif et qui s'appelle : réchauffeur par mélange à flotteur ACFI, type RM intégral. Dans cette variante, il n'y a pas de régulateur G; la circulation de l'eau est régie par un tiroir commandé par un flotteur installé dans la chambre de dégazage; cette

chambre ne contient plus de dispositif de trop-plein; enfin, le cylindre moteur de la pompe est situé entre les cylindres à eau chaude et à eau froide.

Le système ACFI réchauffe l'eau au voisinage de 100°. A une cadence de 30 coups de pompe par minute, il peut débiter de 70 à 210 litres par minute, selon les dimensions des cylindres de la pompe. La bonne façon de s'en servir est de régler l'allure de la pompe, au moyen du robinet régulateur R, de façon à maintenir constant le niveau d'eau dans la chaudière au moyen d'une alimentation constante.

Le dispositif d'alimentation ACFI, tel que nous venons de le décrire, ne peut pas être utilisé lorsque le modérateur est fermé ou lorsque la locomotive est à l'arrêt. En effet, dans ces conditions, il n'y a pas de vapeur d'échappement et l'alimentation de la chaudière se ferait à l'eau froide. La même remarque s'applique d'ailleurs à tous les réchauffeurs à vapeur d'échappement (ACFI, Worthington, etc.) pour autant qu'ils ne soient pas équipés d'un dispositif spécial pour l'utilisation à modérateur fermé.

RECHAUFFEUR WORTHINGTON, TYPE HORIZONTAL.

112 La fig. 93 donne le schéma d'installation de ce dispositif.

La pompe à eau froide P_2 refoule l'eau du tender dans le réchauffeur R, lequel est alimenté en vapeur d'échappement prélevée à la tuyère d'échappement T. L'eau chaude sortant du réchauffeur est reprise par une pompe à eau chaude P_1 laquelle la refoule dans la chaudière par l'intermédiaire de la soupape d'introduction C.

La pompe à eau froide se compose d'une turbine à vapeur actionnant une pompe centrifuge. La vitesse moyenne de cette pompe, quand elle marche à plein débit, est d'environ 3600 t/min. L'admission de vapeur vive à la turbine est réglée par la position d'un flotteur situé dans le réchauffeur. Le débit de la pompe est donc fonction du niveau d'eau chaude dans le réchauffeur.

Livret hlt

8. I.

Page 40.

Le réchauffeur d'eau est installé dans la partie supérieure de la boîte à fumée. La vapeur d'échappement y entre par le conduit E (fig. 94), traverse les clapets D dits clapets de non-retour et pénètre dans la chambre H. L'eau froide arrive par le conduit F et, après avoir enfoncé le clapet G, pénètre dans la chambre H où elle se mélange à la vapeur. L'eau chaude quitte le réchauffeur par l'orifice M. A mesure que le réchauffeur se remplit d'eau, le flotteur à boule K se soulève, ce qui a pour effet de réduire ou de fermer complètement l'arrivée de vapeur vive qui actionne la pompe centrifuge à eau froide; cette régulation se réalise par la valve de contrôle V. Le réchauffeur est muni d'un orifice O_1 de purge d'air vers le haut et d'un orifice O_2 de purge d'air à la voie. A l'orifice O_1 se raccorde un tuyau qui débouche près de l'avant de la cheminée, tandis qu'à l'orifice O_2 se raccorde un tuyau débouchant au-dessus de la voie, à proximité de l'avant du cendrier (fig. 95).

La pompe à eau chaude P_1 (fig. 93) est une pompe alternative à clapets et à double effet. Elle reçoit sa vapeur vive directement de la chaudière et elle est susceptible de refouler de l'eau très chaude. Pour une pression d'environ 1 kg/cm^2 dans le réchauffeur, l'eau est refoulée dans la chaudière à une température d'environ 100° .

Un manomètre branché sur le tuyau de refoulement de la pompe à eau froide permet de contrôler le débit.

Une vanne d'accès facile et située dans la cabine, permet de diriger, par temps froid, une petite quantité de vapeur vive sur la partie de l'appareillage exposée au gel c'est-à-dire sur la crépine d'aspiration de la pompe à eau froide et sur le tuyau de refoulement de celle-ci.

Ce type de réchauffeur ne comporte pas de séparateur d'huile.

La fig. 95 schématise le montage sur la locomotive du dispositif Worthington décrit.

E. INTRODUCTION DE L'EAU DANS LA CHAUDIERE.

- 113** Il s'indique d'introduire l'eau dans la zone la moins chaude de la chaudière afin de réduire le plus possible les brusques refroidissements locaux qui fatiguent les tôles. Aussi refoule-t-on l'eau d'alimentation vers l'avant de la chaudière; on la déverse, soit dans l'eau, soit dans la vapeur.
- Les injecteurs Gresham refoulent l'eau dans un tuyau T intérieur à la chaudière (fig. 96); dans ce tuyau dit tuyau plongeur, l'eau se réchauffe encore avant de pénétrer dans le corps cylindrique proprement dit (sur la fig. 96 figure également un tuyau P aboutissant dans le haut du dôme et qui est le tuyau de prise de vapeur vive destinée à assurer le fonctionnement de l'injecteur).
- 114** En général, les autres appareils refoulent l'eau d'alimentation au moyen d'un tuyau extérieur au corps cylindrique; à l'endroit où le tuyau débouche dans le corps cylindrique, est placée une boîte contenant la soupape d'introduction et une vanne de sûreté manœuvrable à la main. La soupape de retenue évite que la chaudière ne se vide quand l'appareil n'alimente pas; la vanne à main permet d'isoler la chaudière en cas d'avarie ou de non fonctionnement de la soupape de retenue.
- 115** Au moment où elle pénètre dans la chaudière, l'eau, sous l'effet de la température élevée à laquelle elle est portée, se débarrasse d'une partie de ses impuretés qui se déposent sous forme de boues plus ou moins adhérentes (c'est ce qui explique l'entartrement extraordinaire que l'on constate parfois dans les tuyaux plongeurs des injecteurs Gresham). Il est donc utile de faire déboucher l'eau d'alimentation à un emplacement permettant aisément l'expulsion des boues et dépôts lors du lavage. Certaines locomotives sont d'ailleurs munies, sous le point d'introduction d'eau, d'une vanne de purge destinée à l'évacuation des boues.
- 116** Cet appareillage (fig. 96bis) est contenu dans un dôme situé en avant du dôme de prise de vapeur. L'eau d'alimen-

Livret hlt

8. I.

Page 42.

tation provenant de la pompe traverse la boîte à soupape S_1 et se déverse par les trous du tuyau circulaire T; l'eau refoulée par l'injecteur, traverse la boîte à vapeur S_2 et débouche par le bec B. Toute l'eau d'alimentation tombe à travers un paquet de cornières placées pointe en bas et empilées en 4 rangées superposées. De là, l'eau passe dans deux gouttières C qui longent le corps cylindrique et qui la déversent dans le bas de celui-ci. Une vanne de purge se trouve dans le fond du corps cylindrique, sous le dôme d'alimentation. Dans ce dispositif, l'eau d'alimentation s'échauffe dès son apparition dans le dôme. Les chicanes, en compliquant le chemin de l'eau, facilitent la précipitation des impuretés. L'eau finit de s'échauffer dans les gouttières, ce qui fait qu'elle abandonne une bonne partie de ses boues à son débouché dans le corps cylindrique.

QUESTIONS.

73. Comment la vapeur est-elle amenée du modérateur aux tuyaux de livraison ?
74. Quels types de modérateurs équipent actuellement les locomotives ?
75. Décrivez un modérateur avec soupape à double siège.
- 76 et 77. Décrivez un type de modérateur avec soupape pilote.
78. Décrivez le modérateur Schmidt et Wagner.
79. Représentez un dispositif de commande de modérateur à soupape.
80. Comment sont constitués les tuyaux de livraison ?
81. Quel est le circuit de la vapeur surchauffée ?
82. Comment sont constitués les éléments surchauffeurs ?
- 83 - 84 et 85. Décrivez un collecteur.
86. Quelle est la température de la vapeur surchauffée ?
87. Quels sont les avantages de la surchauffe ?
88. Quels sont les inconvénients de la surchauffe ?
98. Quelle est la fonction des appareils d'alimentation ?
90. Comment peuvent se classer les appareils d'alimentation ?
91. Quels types d'appareils d'alimentation connaissez-vous et quelle est la température atteinte par l'eau ?
92. Faites un schéma de principe d'un injecteur à vapeur vive.
93. Décrivez un injecteur à vapeur vive.
94. Existe-t-il une quantité maximum et minimum d'eau refoulée par kg de vapeur ?
- 95 et 96. Quels sont les éléments qui influencent le fonctionnement de l'injecteur ?
97. Comment peut-on classer les injecteurs à vapeur vive ?
98. Qu'est-ce qu'un injecteur restarting ?
99. Décrivez l'injecteur Gresham.
100. Décrivez l'injecteur Nathan.

Livret hlt

8. I.

Page 46.

vapeur est grande, c.-à-d. que le réglage de la combustion est automatique.

120 Cependant, si on désire augmenter la vitesse de la vapeur d'échappement, on doit diminuer la section de passage à la sortie du tuyau d'échappement. Ce faisant, on augmente en même temps la contre-pression sur le piston qui refoule cette vapeur et on en freine les mouvements. Il existe donc une limite dans le rétrécissement du tuyau de décharge pour ne pas perdre du côté moteur ce que l'on gagne du côté de la chaudière et l'automatisme de l'échappement n'est jamais parfaite.

121 Si la section de passage de la sortie du tuyau de décharge peut être modifiée en cours de route, l'échappement est dit variable. Sinon, il est appelé échappement fixe. Tous les échappements utilisés à la Société sont fixes.

Echappement fixe.

122 La pièce principale est constituée par le tuyau de décharge (fig. 97) comportant deux pièces en fonte : la colonne d'échappement A fixée à demeure et la tuyère B constituée d'une pièce conique. Les dimensions de la colonne de décharge et de la tuyère sont variables avec le type de locomotive.

123 Le tuyau de décharge doit occuper une position déterminée d'après les dimensions de la boîte à fumée. En effet, s'il se trouvait en dehors de l'axe longitudinal de la tôle tubulaire, le tirage à travers le faisceau tubulaire serait inégalement réparti. En outre, l'axe de la colonne de décharge doit coïncider avec l'axe de la cheminée et elle doit se trouver à une distance donnée de celle-ci. En effet, si la tuyère est placée trop haut, le jet de vapeur ne balaie pas la cheminée et des rentrées d'air ont lieu par celle-ci dans la boîte à fumée (fig. 98). Par contre, si la tuyère est placée trop bas, des remous se créeront (fig. 99) et le tirage sera fortement contrarié.

Le dispositif d'échappement décrit ci-dessus peut être amélioré, soit par l'introduction de petticoats, soit par dédoublement de la tuyère, soit par modification de la tuyère.

124 Les petticoats (fig. 100) sont des espèces d'entonnoirs, au nombre d'un ou deux, qui s'intercalent entre la tuyère et la cheminée pour créer plusieurs étages d'aspiration et ainsi mieux répartir le tirage sur la surface de la tôle tubulaire. Ils ont une base conique, un corps cylindrique et leur diamètre est intermédiaire entre celui de la tuyère et celui de la cheminée. Le petticoat de plus faible diamètre se place à la partie inférieure.

125 Sur certains types de locomotives, une seule cheminée ne parvient pas à évacuer à l'atmosphère la vapeur et les gaz de combustion formés. On a donc prévu une double cheminée et de ce fait on a dédoublé la tuyère d'échappement (fig. 101).

Ce dispositif offre un double avantage : outre qu'il permet de diviser le jet de vapeur, il augmente également le contact entre la vapeur d'échappement et les gaz de combustion. Dans le même ordre d'idées, certains types de tuyères sont construites à jets multiples (fig. 102).

126 La fig. 103 représente un dispositif d'échappement à une seule tuyère et sans petticoat. La fig. 104 représente un dispositif à 2 tuyères et 2 petticoats et la fig. 105 l'échappement Kylchapp à 2 tuyères munis de petticoat et de tuyère à jet multiple.

127 Un bon dispositif d'échappement doit donc satisfaire à plusieurs conditions :

- a) le tirage doit être uniformément réparti sur toute la surface de la tôle tubulaire;
- b) le tirage ne doit pas arracher le feu, même si l'épaisseur de combustible sur la grille est faible;
- c) la dépression créée dans la boîte à fumée doit entraîner la contre-pression minimum dans les cylindres.

B. ORGANES ACCESSOIRES DE LA BOITE A FUMEE.

Souffleur.

128 Le souffleur est utilisé pour augmenter le tirage. Il comporte un tuyau percé de trous et enroulé autour de la section de sortie de la tuyère d'échappement. Le souff-

Livret hlt

8. I.

Page 50.

du bouchon B3. Le tube est abrité derrière un protecteur (fig. 107), formé de glaces épaisses supportées par une armature métallique et qui empêche toute projection en cas de bris de tube. La face arrière du protecteur est munie d'une tôle d'aluminium portant des stries inclinées à 45° sur l'horizontale. Ces rayures rendent le niveau très apparent parce que, en raison de la réfraction, elles apparaissent horizontales à travers l'eau et inclinées à travers la vapeur.

134 Dans l'indicateur **Nathan** (fig. 108), il n'y a pas de tube en verre. Une glace très épaisse G est serrée par une armature métallique A contre une gaine B; la glace G et la gaine B forment un conduit étanche réuni, par sa base, à l'eau de la chaudière et, par son sommet, à la chambre de vapeur. La lecture du niveau est très facile parce que l'eau apparaît noire tandis que la vapeur apparaît blanche. Ce fait est dû à ce que, du côté intérieur, la glace porte des rayures prismatiques longitudinales P : les facettes de ces rainures renvoient la lumière si elles sont baignées par la vapeur, ce qui fait paraître celle-ci en blanc argenté; au contraire, dans l'eau, les facettes ne renvoient pas la lumière, la glace devient transparente et laisse apercevoir le fond du tube qui est peint en noir. La rupture éventuelle de la glace se résume normalement à une fissure avec perlage d'eau et sans projection.

135 Certaines locomotives de la S.N.C.B. et d'origine allemande portent un indicateur constitué par **3 robinets de jauge** (fig. 109).

136 Le niveau d'eau ne doit jamais descendre plus bas que 100 mm au-dessus du point le plus haut du ciel de foyer (fig. 110). Le règlement impose que ce niveau minimum soit indiqué sur une plaque rivée sur la face arrière de la boîte à feu. Sur certaines chaudières, ce niveau minimum correspond à l'extrémité inférieure de la partie visible du tube; dans ce cas, le niveau d'eau minimum est atteint lorsque l'eau disparaît totalement du tube. La fig. 111 représente un indicateur placé de cette façon tandis que la fig. 112 représente un indicateur placé plus bas; sur les fig. 111 et 112 se trouve représenté en A l'index de niveau minimum.

137 Il est formellement interdit de réalimenter la chaudière lorsque le niveau d'eau est descendu au point de découvrir le ciel de foyer : en effet, le contact de l'eau avec la tôle surchauffée peut provoquer l'explosion du foyer.

138 A modérateur ouvert, les indicateurs de niveau d'eau indiquent un niveau d'eau sensiblement plus élevé que le niveau moyen. En effet, l'ouverture du modérateur tend à faire baisser la pression dans la chaudière; de ce fait, la vaporisation s'active et l'eau se remplit d'innombrables bulles de vapeur qui font monter son niveau. Comme c'est au voisinage des tôles du foyer que la vaporisation est la plus intense, c'est dans les lames d'eau que le niveau monte le plus, ce qui explique l'anomalie constatée.

Bouchons fusibles.

139 Pour les locomotives dont le timbre est inférieur à 13 kg/cm^2 , le bouchon fusible (fig. 113) est constitué d'un bouchon creux en bronze à l'intérieur duquel est coulé un alliage de plomb, d'étain et d'antimoine. Pour augmenter l'adhérence de cet alliage, les parois intérieures du bouchon A sont taraudées et s'évasent à leurs extrémités.

Le bouchon fusible est vissé, par l'intermédiaire d'un filet cône, dans la partie la plus élevée du ciel de foyer. Si le niveau d'eau devient trop bas, le plomb qui n'est plus refroidi par l'eau, atteint une température dépassant sa température de fusion et fond; de ce fait, la vapeur se précipite dans le foyer où elle éteint le feu tout en alertant le personnel.

Lorsqu'il est vissé à fond, le bouchon fusible dépasse la tôle du ciel de foyer de 10 mm; de cette façon, le plomb ne risque pas d'être recouvert par les incrustations se déposant sur la tôle.

140 Pour les locomotives, dont le timbre est supérieur à 13 kg/cm^2 , on a remplacé le bouchon fusible dont question ci-dessus par un bouchon fusible, type Nathan. Celui-ci comporte (fig. 113bis et 113ter) :

— un corps en bronze composé d'une partie inférieure conique filetée et d'une partie supérieure cylindrique;

Livret hlt

8. I.

Page 52.

- un obus en cupro-alliage;
- une garniture d'un alliage de composition spéciale constituant le fusible.

La partie filetée dépasse au moins de 3 mm le ciel du foyer soit côté feu, soit côté eau. Il en résulte que la partie cylindrique contenant l'obus en cupro-alliage ainsi que l'alliage fusible dépassera en son entièreté le ciel du foyer et que le dépassement côté eau du bouchon peut donc atteindre ± 35 mm.

- 141 Bien que le règlement n'exige qu'un plomb fusible, de nombreux foyers en comportent deux ou trois.

En étouffant le feu et en alertant le personnel, les bouchons fusibles évitent la détérioration du ciel de foyer. En effet, lorsque celui-ci n'est plus refroidi par l'eau, il se surchauffe, perd sa résistance et finit par céder sous la pression; cet affaissement de la tôle peut se limiter à un matelassage (fig. 114) ou aller jusqu'à l'explosion. C'est ce qu'on appelle communément le « coup de feu ».

En outre, les bouchons fusibles limitent les risques d'explosion en évitant l'alimentation en eau sur un ciel dépourvu d'eau.

Manomètres.

- 142 Sur les locomotives belges, on rencontre le plus souvent des manomètres du type Bourdon.

Le manomètre **Bourdon** (fig. 115) comporte essentiellement un tube T de section elliptique, recourbé en arc de cercle, dont une extrémité est fermée et dont l'autre aboutit à un tuyau raccordé à la chambre de vapeur de la chaudière (le plus généralement au-dessus de la boîte à feu). Sous l'action de la pression, ce tube manométrique se déforme et tend à se redresser, ce qui déplace l'extrémité libre A. Le mouvement de cette extrémité est transmis par une petite timonerie à l'aiguille indicatrice qui parcourt le cadran. Les indications de cette aiguille seraient faussées si le tube métallique soumis à la pression était, en outre, déformé sous l'action de la température de la vapeur. Pour éviter cet inconvénient, on recourbe en U

ou en cercle le tuyau d'aménée de vapeur. De ce fait, on y accumule de l'eau de condensation qui soustrait le manomètre du contact avec la vapeur vive et de l'action de la chaleur de celle-ci.

- 143 Le manomètre **Schaeffer et Budenberg** (fig. 116) comporte une chambre A dans laquelle pénètre la vapeur vive et qui est limitée par un diaphragme B. Sous la pression de la vapeur, ce diaphragme se déforme; un mécanisme approprié amplifie ces déformations et les transmet à l'aiguille indicatrice.

Le manomètre, quel qu'il soit, doit porter sur le cadran (ou sur une partie fixe du boîtier), un trait rouge en face de la pression du timbre. L'indication du timbre est d'ailleurs frappée sur une plaque en laiton rivée à la chaudière.

Un robinet monté sur le tuyau de prise de pression permet d'isoler le manomètre, soit pour y travailler soit simplement pour vérifier l'indication « zéro ».

L'exactitude des indications du manomètre est vérifiée au moyen d'un manomètre étalon qui s'applique par sa bride, au moyen de serre-joints, sur le collet d'une tubulure à robinet adaptée à la chaudière.

Soupapes de sûreté.

- 144 a) **Principes de réalisation.** Les soupapes de sûreté sont des organes évacuant automatiquement à l'atmosphère la vapeur de la chaudière quand la pression de cette vapeur dépasse celle fixée par le timbre. Ces soupapes sont placées au sommet de la chambre de vapeur.

Sur les machines à vapeur fixes, on utilise des soupapes maintenues sur leur siège par un poids P (fig. 117) dont la valeur dépend du timbre de la chaudière et de la longueur des bras de levier a et b. Cette solution est inadmissible sur les locomotives en raison de l'effet des trépidations sur l'équilibre du poids P.

Sur les locomotives, les soupapes de sûreté sont maintenues sur leur siège par un ressort dont la puissance dépend du timbre. La fig. 118 schématise la réalisation d'une telle soupape. Le montage donné sur ce schéma

Livret hlt

8. I.

Page 54.

n'est cependant pas acceptable tel quel. En effet, supposons que la pression du timbre soit dépassée; la soupape se lève, la vapeur s'échappe et la pression baisse rapidement mais localement, au voisinage de la soupape; celle-ci retombe sur son siège; mais, pendant ce temps, la pression s'uniformise dans la chaudière et la soupape se relève; ce phénomène se répète, à cadence élevée, aussi longtemps que la pression n'a pas suffisamment baissé dans toute la chaudière : la soupape bat, ou bien il s'établit un régime d'écoulement basé sur une baisse de pression locale près de la soupape et celle-ci, bien qu'elle ne batte pas, ne se lève pas suffisamment en fonction de l'excès de pression qui règne dans l'ensemble de la chaudière. C'est pour éviter ces inconvénients que l'on a été amené à perfectionner les soupapes de sûreté. Comme type de soupapes de sûreté perfectionnées utilisées par la S.N.C.B. nous décrirons la soupape Wilson et la soupape Coale.

- 145 **b) Soupape de sûreté Wilson.** La soupape de Sûreté Wilson (fig. 119) comporte un socle A pourvu de deux sièges rapportés B. Les clapets C sont chargés par 2 ressorts D logés dans des boîtiers métalliques E. Les ressorts prennent appui, par l'intermédiaire des vis V, sur un levier L réuni au socle par un montant M sur lequel il est articulé. Le levier L se prolonge jusqu'à la portée du machiniste qui peut ainsi essayer ses soupapes sans toutefois pouvoir les caler simultanément; en effet, s'il abaisse le levier L, il surcharge la soupape arrière mais il libère la soupape avant et vice-versa. Le réglage (*) de la soupape s'effectue en agissant sur les vis V; une fois la soupape réglée, ces vis sont bloquées à hauteur voulue par des bagues H établies à dimension voulue et auxquelles le personnel de la locomotive ne peut jamais toucher. Les clapets C sont guidés par les parois cylindriques des entonnoirs K, lesquels sont

(*) On appelle réglage d'une soupape, le fait de disposer les éléments de celle-ci de façon à ce qu'elle débite pour la pression voulue. Sur les locomotives, ce réglage s'effectue en agissant sur la tension des ressorts.

prolongés par des tuyaux T plongeant dans la chaudière. La levée de la soupape s'effectue donc sous l'effet de la vapeur amenée dans les entonnoirs K par les tuyaux T tandis que la vapeur qui s'échappe est celle située au voisinage des sièges B. La dépression locale créée au voisinage des sièges n'a plus, de cette façon, aucune action sur la levée des clapets.

- 146 e) **Soupape de sûreté Coale.** La soupape de sûreté Coale (fig. 120) qui est la plus répandue à la S.N.C.B., comporte un socle A muni d'un siège conique B incliné à 45° et sur lequel repose, par l'intermédiaire d'un siège également conique et incliné à 45° , le disque C. Ce disque subit l'action d'un ressort R emprisonné entre 2 plateaux D et E, le plateau D s'articulant sur le disque C tandis que le plateau E s'appuie sur la vis de réglage H : cette vis, munie d'un contre-écrou L est maintenue à hauteur par une bague M placée lors du réglage. La vis est supportée par la capote N vissée dans le socle A et munie d'orifice O permettant l'échappement de la vapeur. Dans les soupapes de ce type, c'est la vapeur qui s'échappe qui provoque la levée du disque B; mais celui-ci est pourvu d'un rebord plat P que la vapeur vient frapper en s'échappant, ce qui compense l'influence de la dépression locale. L'action de la vapeur sur le rebord est évidemment d'autant plus active que la section de passage au voisinage de ce rebord est faible. Cette section de passage S est délimitée par la paroi intérieure de la bague I; la paroi intérieure de cette bague étant inclinée, il est aisé de modifier la section de passage en vissant ou en dévissant la bague I. Suivant que l'on visse ou que l'on dévisse la bague I, on accélère ou on retarde la retombée du disque C sur son siège. Ces soupapes doivent retomber sur leur siège lorsque la pression de la chaudière est descendue à $1/4$ en-dessous du timbre. Ce réglage, qui n'affecte pas la sécurité, s'effectue aisément; après quoi, la bague I est calée dans la bonne position par la vis T. Les soupapes Coale actuelles sont pourvues d'un dispositif appelé « silencieux » et destiné à amortir le brut violent provoqué par la vapeur d'échappement; ce dispositif est représenté à la fig. 121.

Livret hlt

8. I.

Page 56.

D. ACCESSOIRES DE LA CHAUDIERE.

Sifflet.

- 147 Le sifflet (fig. 122) est constitué essentiellement par une cloche A en bronze ou en laiton qui vibre ainsi que l'air qu'elle contient, lorsque ses bords sont frappés par la vapeur; celle-ci s'échappe par l'orifice annulaire B lorsque la soupape C est ouverte.

Prises de vapeur.

- 148 Des prises de vapeur secondaires, installées sur le corps de la chaudière, alimentent en vapeur saturée divers accessoires tels que injecteur, pompe, graisseurs, souffleur, etc. Elles sont constituées par une soupape solidaire d'une tige filetée, laquelle est commandée par un volant ou une poignée (fig. 123). Pour prélever de la vapeur la plus sèche possible, il est utile de prolonger la prise de vapeur par un tuyau d'amenée aboutissant dans le dôme. Sur certaines locomotives modernes, une prise de vapeur principale alimente une sorte de collecteur extérieur à la chaudière et qui porte les différentes prises de vapeur nécessaires; c'est ce que l'on appelle une prise de vapeur multiple.

Enveloppe.

- 149 Pour éviter le refroidissement de la chaudière par l'air atmosphérique, on la calorifuge en la revêtant d'une tôle enveloppe étanche et maintenue à une certaine distance des parois du foyer et du corps cylindrique : le matelas d'air emprisonné sous cette tôle, constitue le calorifuge; on lui substitue parfois un isolant thermique tel que l'amiante ou la laine de verre.

Ecrans parafumées.

- 150 Pour améliorer la visibilité dont dispose le machiniste, on installe de chaque côté de la boîte à fumée, une grande tôle à peu près parallèle à la chaudière et appelée écran parafumée. Cet écran provoque le long du corps cylindrique, un courant d'air régulier dirigé de l'avant vers l'arrière et orienté légèrement vers le haut, qui entraîne les fumées et la vapeur par dessus l'abri du machiniste.

Dispositifs de purge.

- 151 Pour permettre de purger la chaudière pendant qu'elle est en pression et même pendant la marche du train, les locomotives modernes sont pourvues d'appareils intitulés vanne d'extraction, vanne de purge, extracteur ou appareil débourbeur. Ces appareils sont généralement placés à proximité du robinet de vidange, mais certaines locomotives en possèdent un second placé au fond du corps cylindrique, au voisinage du point de refoulement de l'eau par les appareils d'alimentation.

Il existe de nombreux types d'appareils d'extraction : les uns (fig. 125) sont à fermeture à soupape tandis que les autres (fig. 126) sont à fermeture par disque oscillant. La soupape ou le disque sont situés du côté chaudière; ils sont maintenus sur leur siège par la pression même de la vapeur et, éventuellement, par un ressort. Le disque oscillant offre l'avantage d'un fonctionnement plus sûr; en effet, la fermeture de la soupape peut être contrariée par un dépôt dur sur le siège tandis que le disque balaie son siège avant de s'y appliquer. Ces appareils sont commandés mécaniquement, à la vapeur ou à l'air comprimé, soit du tablier de la machine, soit de l'abri du machiniste.

E. FIXATION DE LA CHAUDIERE.

- 152 En raison de sa température intérieure, la chaudière se dilate par rapport au châssis et elle ne peut lui être fixée rigidement qu'en un seul point qui est la boîte à fumée; celle-ci est boulonnée sur le bloc cylindre ou sur l'entretoise avant du châssis.

L'autre extrémité de la chaudière pose simplement sur le châssis par l'intermédiaire de patins de glissement fixés sur les parois latérales de la boîte à feu lorsque le foyer est plongeant (fig. 127) et par des sabots fixés au droit des longerons à l'avant et l'arrière du foyer, lorsque celui-ci est débordant (fig. 128). Les patins et les sabots glissent sur des guides assemblés au châssis; ils doivent être soigneusement lubrifiés afin de ne pas contrarier la dilatation du corps cylindrique.

Livret hlt

8. I.

Page 58.

Des appuis supplémentaires sont constitués soit par des supports sur lesquels le corps cylindrique glisse librement (fig. 129) soit par des tôles minces qui maintiennent la chaudière au châssis, mais en raison de leur flexibilité, permettent sa dilatation; de telles tôles peuvent être placées en plein corps (fig. 130) ou derrière le foyer (fig. 131).

La boîte à fumée doit être choisie comme point de fixation rigide en raison de la présence en cet endroit des tuyaux de livrance qui réunissent la chaudière aux cylindres fixés sur le châssis. Si la boîte à fumée n'était pas fixée par rapport au châssis, il serait impossible de maintenir l'étanchéité et d'éviter la dislocation des tuyaux de livrance.

QUESTIONS.

117. Quel est le rôle principal de la vapeur d'échappement ?
118. Comment le jet de vapeur d'échappement réalise-t-il le tirage à travers la couche de combustible ?
119. Pourquoi le réglage de la combustion est-il automatique ?
120. Existe-t-il une limite au rétrécissement du tuyau de décharge ?
121. Qu'appelle-t-on échappement fixe et échappement variable ?
122. Comment est constitué un échappement fixe ?
123. Quelle position doit occuper le tuyau de décharge ?
124. Que savez-vous des petticoats ?
125. Pourquoi a-t-on prévu une double cheminée ?
127. Quelles sont les conditions auxquelles doit satisfaire un bon dispositif d'échappement ?
128. Dites ce que vous savez du souffleur.
129. Dites ce que vous savez de la grille à flammèches.
130. Dites ce que vous savez de l'arroseur.
131. Dites ce que vous savez de l'étouffoir.
132. Quel est le but des appareils de sûreté d'une chaudière ?
133. Décrivez l'indicateur Dewrance.
134. Décrivez l'indicateur Nathan.
135. Les indicateurs Dewrance et Nathan sont-ils les seuls appareils indicateurs de niveau d'eau ?
136. Existe-t-il un niveau minimum d'eau ?

Livret hlt

8. I.

Page 60.

137. Peut-on réalimenter la chaudière lorsque le ciel de foyer est découvert ?
 138. A modérateur ouvert, les indicateurs de niveau d'eau indiquent-ils le niveau réel ?
 139. Décrivez un bouchon fusible d'une chaudière dont le timbre ne dépasse pas 13 kg/cm^2 .
 140. Décrivez un bouchon fusible d'une chaudière dont le timbre dépasse 13 kg/cm^2 .
 141. Existe-t-il plus d'un plomb fusible par chaudière ?
 142. Décrivez le manomètre Bourdon.
 143. Décrivez le manomètre Schaeffer et Budenberg.
 144. Dites ce que vous savez du principe de réalisation des soupapes de sûreté.
 145. Décrivez la soupape de sûreté Wilson.
 146. Décrivez la soupape de sûreté Coale.
 147. Comment est constitué un sifflet ?
 148. Comment est constituée une prise de vapeur ?
 149. Pourquoi a-t-on prévu une enveloppe de chaudière ?
 150. Que savez-vous des écrans parafumées ?
 151. Décrivez un dispositif de purge.
 152. Comment la chaudière est-elle fixée au châssis ?
-

5^e PARTIE.

TRAITEMENT DES EAUX D'ALIMENTATION.

A. GENERALITES.

- 153** Les eaux d'alimentation des chaudières renferment toujours, même lorsqu'elles semblent claires, une certaine quantité de sels et de gaz dissous ainsi que des matières en suspension.
- 154** Un litre d'eau contient, en moyenne, 250 milligrammes de matières solides en solution. Il en résulte que pour une chaudière qui vaporise 10 m³ par heure, il se dépose 2,5 kg de matières solides par heure.
- 155** Or, la présence d'impuretés peut donner lieu aux phénomènes suivants :
- a) Entartrement;
 - b) Corrosion des pièces en contact avec l'eau;
 - c) Primage de la chaudière.

B. ENTARTREMENT.

- 156** Les eaux naturelles d'alimentation des chaudières contiennent, en dissolution, des quantités variables des composés suivants :
- sels de sodium et de potassium;
 - sels de calcium et de magnésium;
 - sels de fer et d'aluminium;
 - silice.
- 157** Certains de ces composés se déposent sur les parois de la chaudière en une couche dure et adhérente, dénommée tartre, et dont la structure et la nature dépendent de la composition des eaux d'alimentation et de l'endroit où il est formé.
- 158** Les parois latérales sont moins sensibles à l'entartrement car elles sont balayées par de violents courants d'eau.

Livret hlt

8. I.

Page 62.

Sur le ciel de foyer, le tartre est, en général, plus dur que celui formé dans la zone d'alimentation et dans les appareils d'alimentation.

- 159 L'entartrement des parois présente de multiples inconvénients; les tartres sont d'autant plus mauvais conducteurs de la chaleur qu'ils sont plus durs et en couche plus épaisse. Leur conductibilité est d'environ 150 fois plus faible que celle du cuivre et 25 fois plus faible que celle de l'acier. Cet entartrement est préjudiciable à la bonne conservation des tôles et impose une consommation supplémentaire de combustible.
- 160 L'entartrement des appareils d'alimentation entraîne une diminution du débit de ces appareils et des difficultés d'amorçage.
- 161 Les foyers en acier s'entartrent généralement plus facilement que les foyers en cuivre.

C. CORROSION DES PIÈCES EN CONTACT AVEC L'EAU.

- 162 En général, les eaux incrustantes ne sont pas corrosives. La corrosion s'exerce surtout aux endroits où des surfaces en acier sont en contact avec l'eau.

D. PRIMAGE DE LA CHAUDIÈRE.

- 163 La vapeur produite est astreinte, avant de parvenir à la surface du plan d'eau, à traverser la masse d'eau contenue dans la chaudière. Lorsqu'elles arrivent en surface, les bulles de vapeur soulèvent localement le niveau d'eau qui, s'il est très élevé, parvient à atteindre le modérateur et est entraînée vers les cylindres.
- 164 D'autre part, lorsque la chaudière contient des matières en suspension ou dissoutes, la rupture des bulles de vapeur est plus difficile : il se forme ainsi une couche de bulles sur laquelle ruisselle de l'eau, laquelle peut être emportée par le courant de vapeur vers le modérateur.

E. TRAITEMENT DES EAUX D'ALIMENTATION.

- 165 De ce qui est dit plus haut, l'alimentation continue en eau brute serait d'un résultat désastreux, à la fois pour la conservation de la chaudière et pour la consommation de combustible.
- 166 Parmi les remèdes envisagés pour remédier à ces inconvénients, nous pouvons classer :
- le lavage de la chaudière;
 - l'épuration externe de l'eau d'alimentation;
 - le traitement interne de l'eau d'alimentation.

F. LAVAGE DE LA CHAUDIERE.

- 167 Le lavage d'une chaudière a pour but de débarrasser celle-ci, dans la mesure du possible, de ses boues et incrustations et de renouveler l'eau de la chaudière.
- 168 Lorsque l'eau de lavage est chaude, l'immobilisation de la chaudière peut être réduite dans de notables proportions et sa conservation en est améliorée.
- 169 Limité à lui-même, le lavage de la chaudière est totalement insuffisant si celle-ci est alimentée en eau brute; on a donc été amené à rechercher des procédés qui permettent d'éviter la formation de tartres et qui combattent, en même temps, la corrosion et le primage.
- 170 Les traitements utilisés dans ce but peuvent se classer en deux catégories :
- l'épuration externe qui consiste à épurer l'eau avant son admission dans la chaudière;
 - le traitement interne qui consiste à traiter l'eau à l'intérieur de la chaudière.

G. EPURATION EXTERNE DE L'EAU D'ALIMENTATION.

- 171 Grâce à un traitement physique, chimique ou électrique approprié, le traitement externe permet d'éliminer ou de transformer les sels incrustants. Cette opération se fait

Livret hlt

8. I.

Page 64.

dans des appareils spéciaux appelés épurateurs et installés à poste fixe.

- 172 Sur notre réseau, le traitement permet d'éliminer chaque jour, environ 10 000 kg de matières incrustantes.
- 173 Ce traitement exige des appareils compliqués et coûteux.

H. TRAITEMENT INTERNE DE L'EAU D'ALIMENTATION.

- 174 Ce procédé consiste à transformer tous les sels incrustants en solides non entartrants éliminables sous forme de boues, à créer et maintenir dans la chaudière un milieu empêchant toute corrosion, à limiter la salinité de l'eau de manière à éviter les primages.
- 175 Comme il est indispensable également de limiter la concentration en boues dans la chaudière à une valeur convenable, des purges de déconcentration doivent être exécutées. En effet, lorsque l'eau dans la chaudière contient une proportion importante de matières en suspension ou de matières dissoutes, la tendance au primage est fortement augmentée.
- 176 Le nombre de purges à effectuer est indiqué par la remise au personnel roulant.
- 177 Les produits utilisés par la S.N.C.B. pour le traitement interne des eaux de chaudière renferment une certaine quantité de substances organiques anti-mousse empêchant le primage, même si la salinité est plus élevée que celle ordinairement admise.

QUESTIONS.

153. Que renferme l'eau d'alimentation des chaudières ?
154. Quelle est la quantité de matières solides que contient un litre d'eau ?
155. Quels phénomènes peuvent résulter de la présence d'impuretés ?
156. Quels sont les composés principaux de l'eau naturelle d'alimentation ?
157. Comment se forme le tartre ?
158. Existe-il des zones sensibles à l'entartrement ?
159. Quels sont les inconvénients de l'entartrement des tôles ?
160. Quels sont les inconvénients de l'entartrement des appareils d'alimentation ?
161. Les foyers en acier s'entartrent-ils plus facilement que les foyers en cuivre ?
162. Les eaux incrustantes sont-elles corrosives ?
Où s'exerce surtout la corrosion ?
163. Pourquoi un niveau élevé de l'eau dans la chaudière peut-il entraîner le primage de la locomotive ?
164. La présence de matières en suspension ou dissoutes peut-elle faciliter le primage de la chaudière ?
165. L'alimentation d'une chaudière en eau brute est-elle normale ?
166. Pour remédier aux inconvénients de l'alimentation d'une chaudière en eau brute, quels sont les moyens utilisés ?

Livret hlt

8. I.

Page 66.

167. Quel est le but du lavage d'une chaudière ?
 168. Le lavage d'une chaudière avec de l'eau chaude améliore-t-il la conservation de la chaudière ?
 169. Peut-on combattre la corrosion, le primage et l'entartrement d'une chaudière par des moyens autres que le lavage ?
 170. Quels sont les moyens utilisés pour améliorer la qualité des eaux d'alimentation ?
 171. Qu'est-ce que le traitement externe des eaux ?
 172. Quelle est la quantité approximative de matières incrustantes éliminées journallement ?
 174. Que savez-vous du traitement interne des eaux d'alimentation ?
 175. Pourquoi doit-on prévoir des purges de déconcentration ?
 176. Comment le personnel roulant est-il tenu au courant du nombre de purges à effectuer ?
 177. Existe-t-il des produits qui empêchent le primage ?
-

FASCICULE 8.

CHAPITRE PREMIER.

**La chaudière et appareils
connexes.**

FIGURES

Septembre 1956.

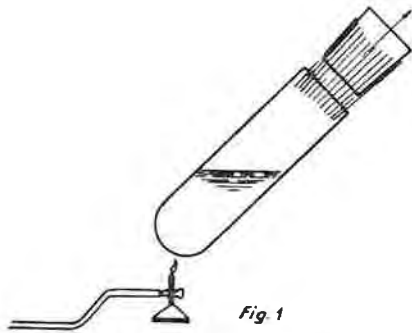


Fig 1

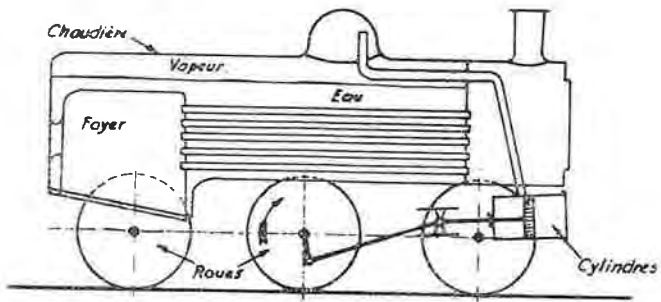


Fig. 2.

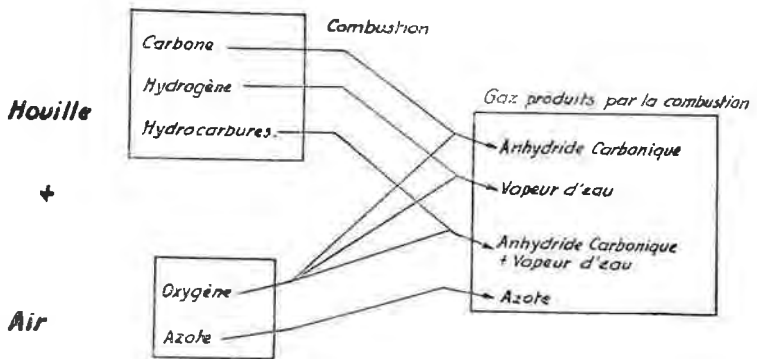


Fig. 3

Livret hlt

8. I.

Page 2.

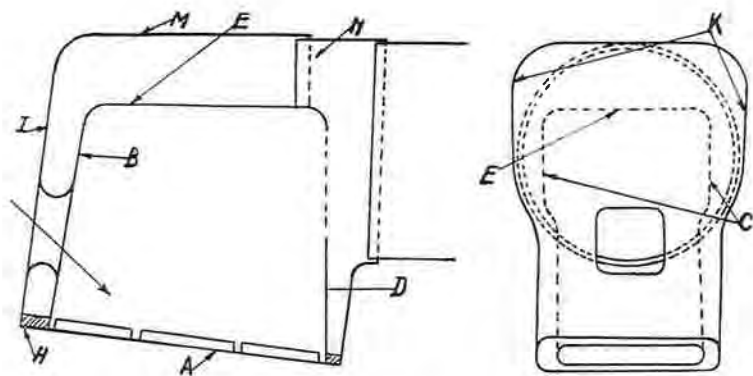


Fig 4.

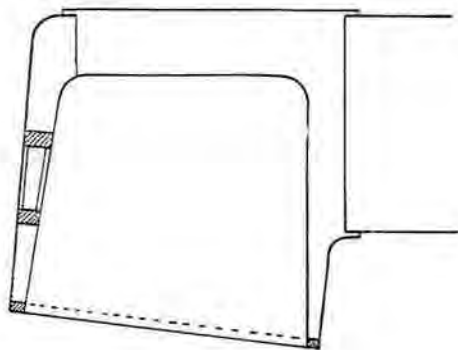
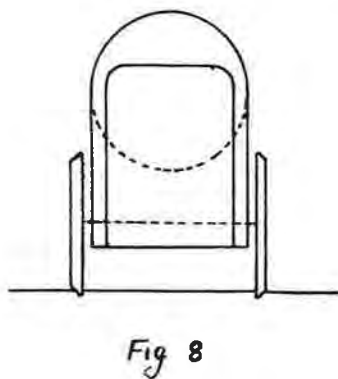
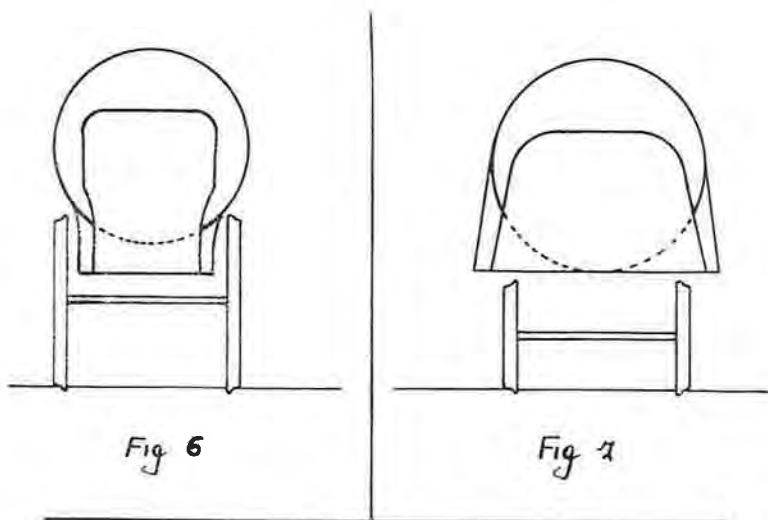


Fig 5.



Livret hlt

8. I.

Page 4.

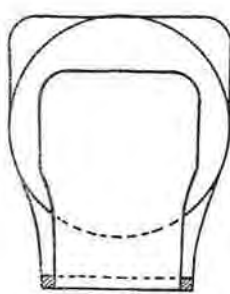


Fig 9.

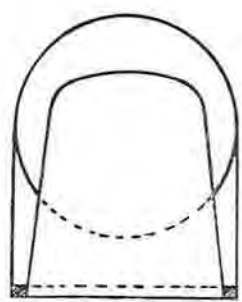


Fig 10

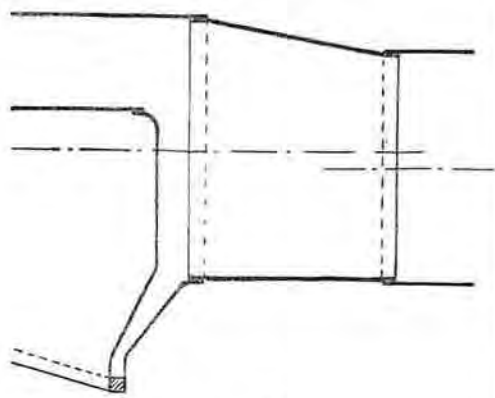
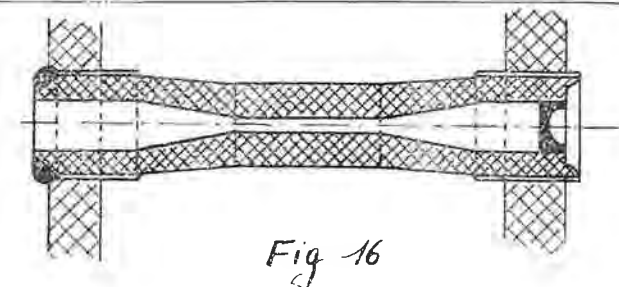
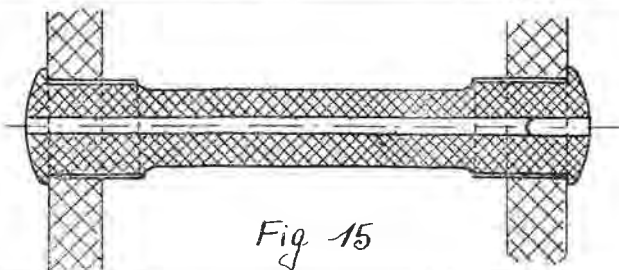
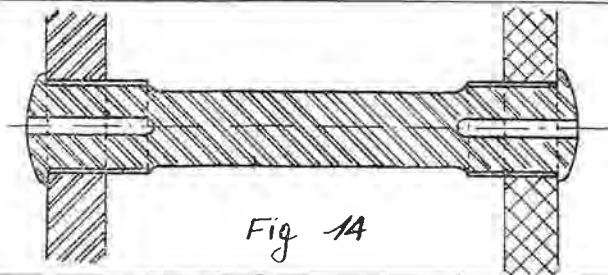
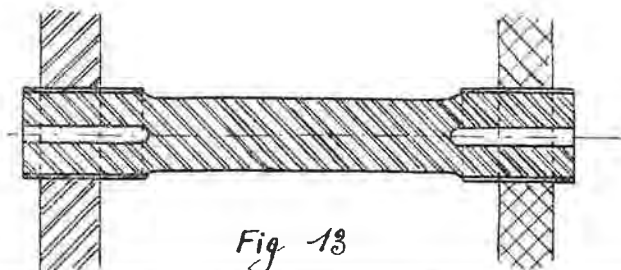


Fig 11



Fig 12



Livret hlt

8. I.

Page 6.

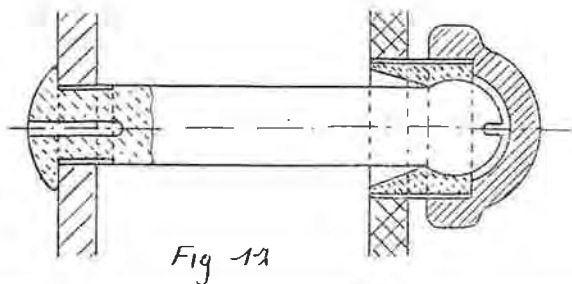


Fig 17

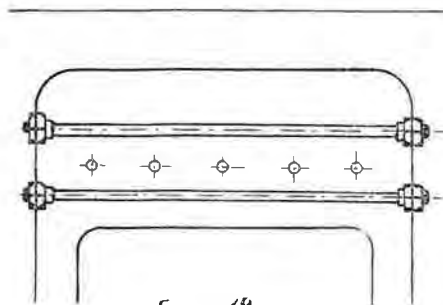


Fig 18

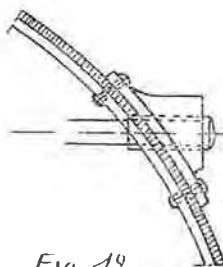


Fig 19

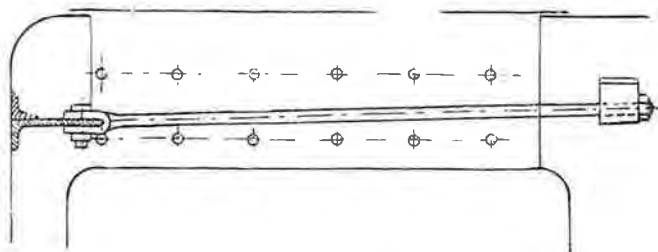


Fig 20

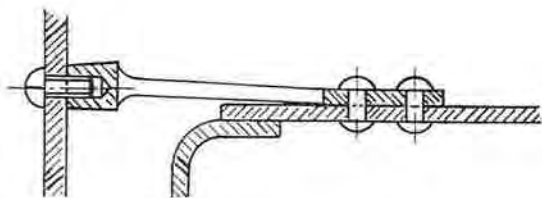


Fig 21.

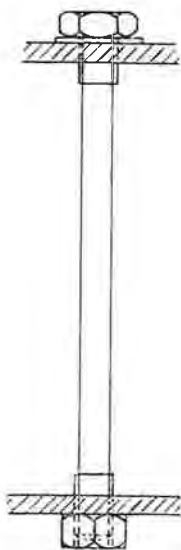


Fig 22

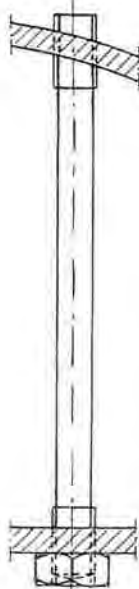


Fig 23

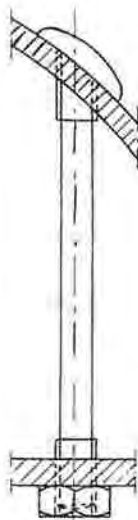


Fig. 24

Livret hlt

8. I.

Page 8.

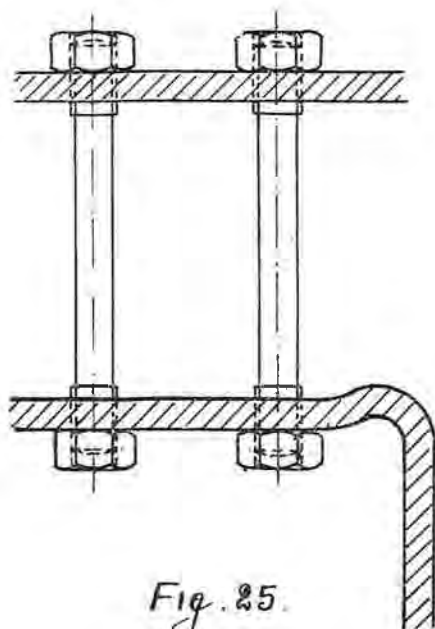


Fig. 25.

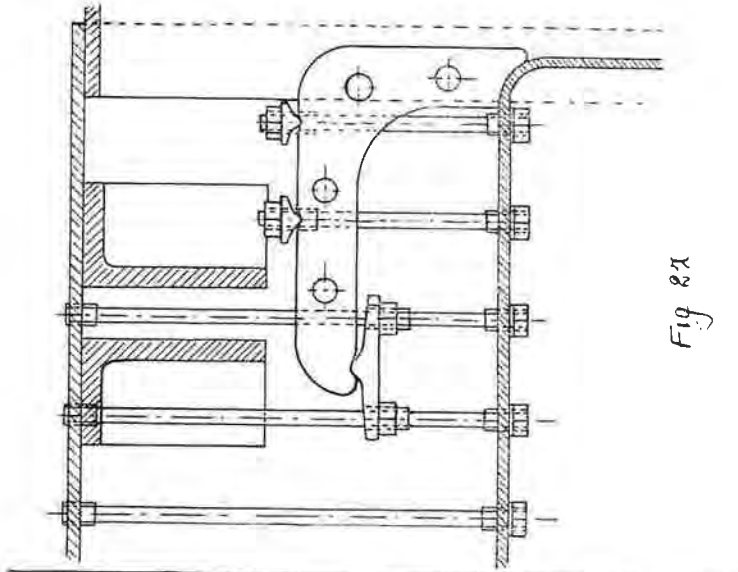


Fig 21

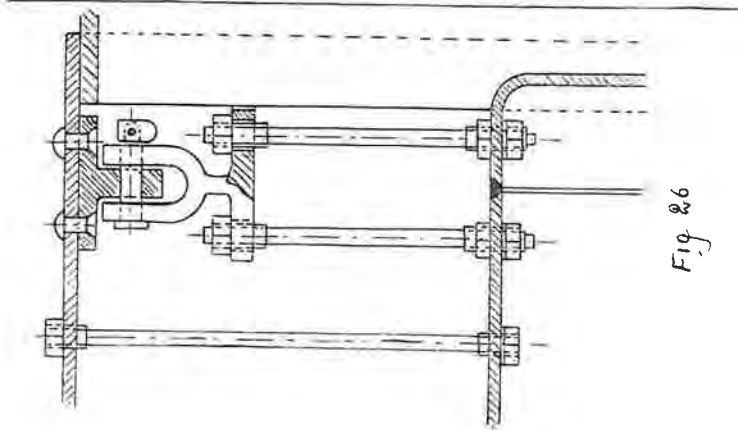


Fig 26

Livret hlt

8. I.

Page 10.

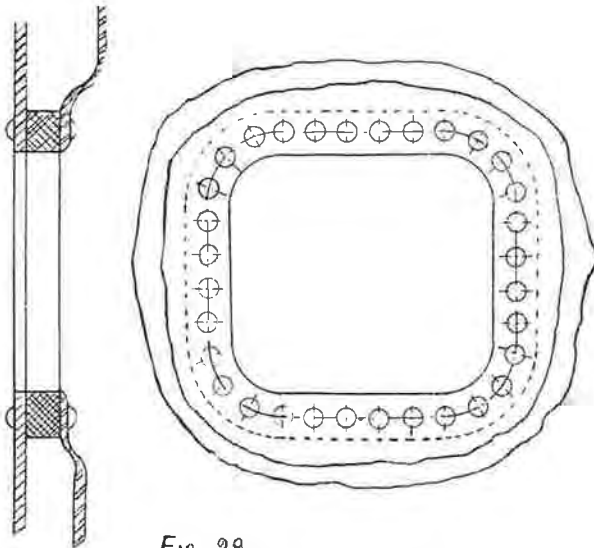


Fig 28

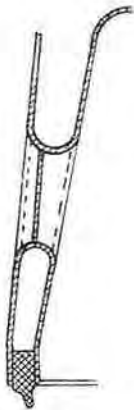


Fig 29

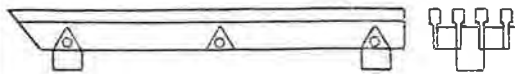


Fig 30

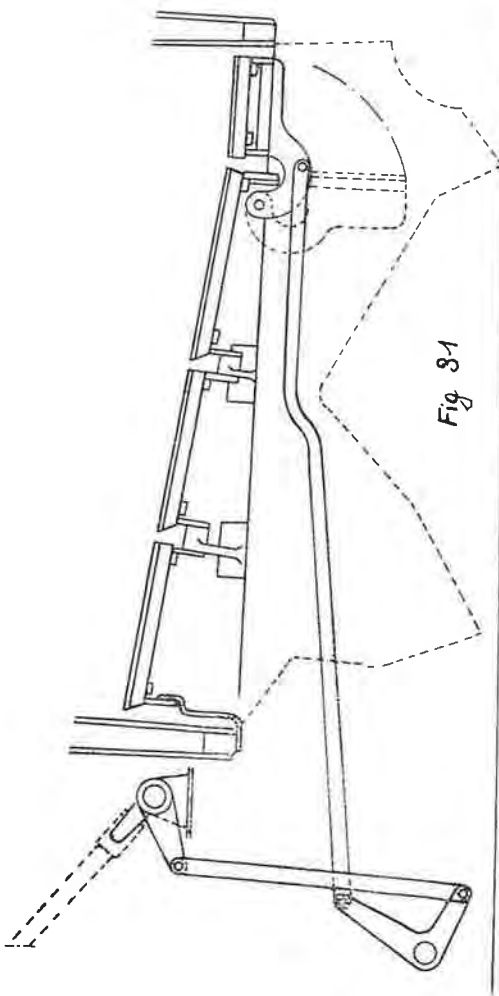


Fig 31

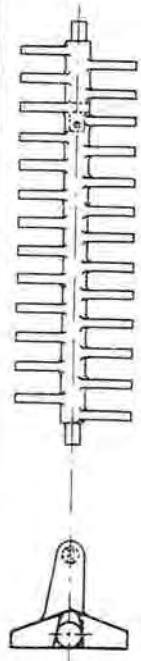


Fig 38

Livret hlt

8. I.

Page 12.

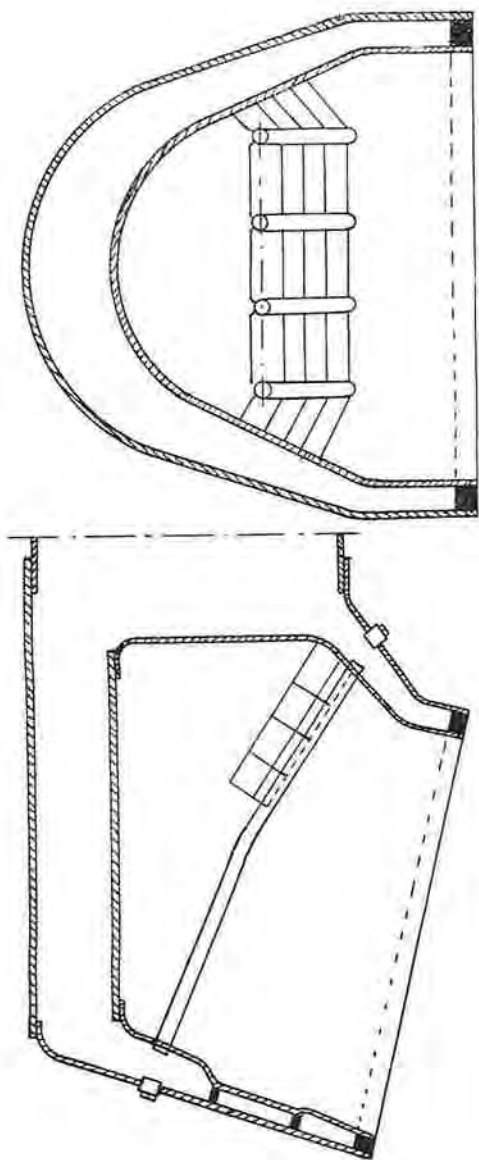


Fig 33

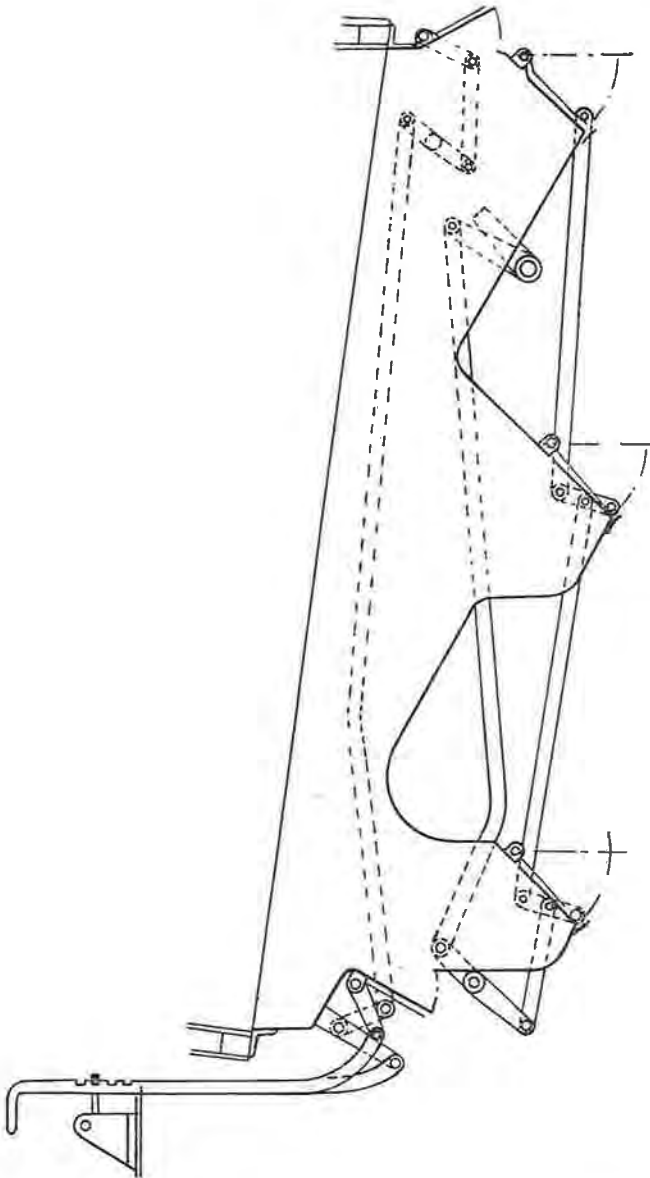


Fig 34

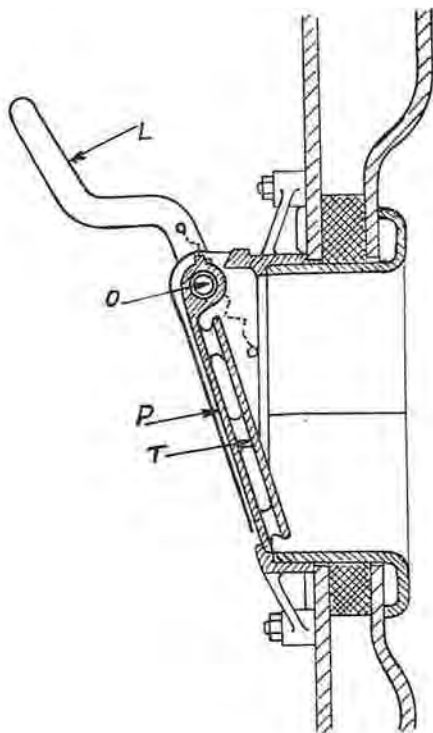
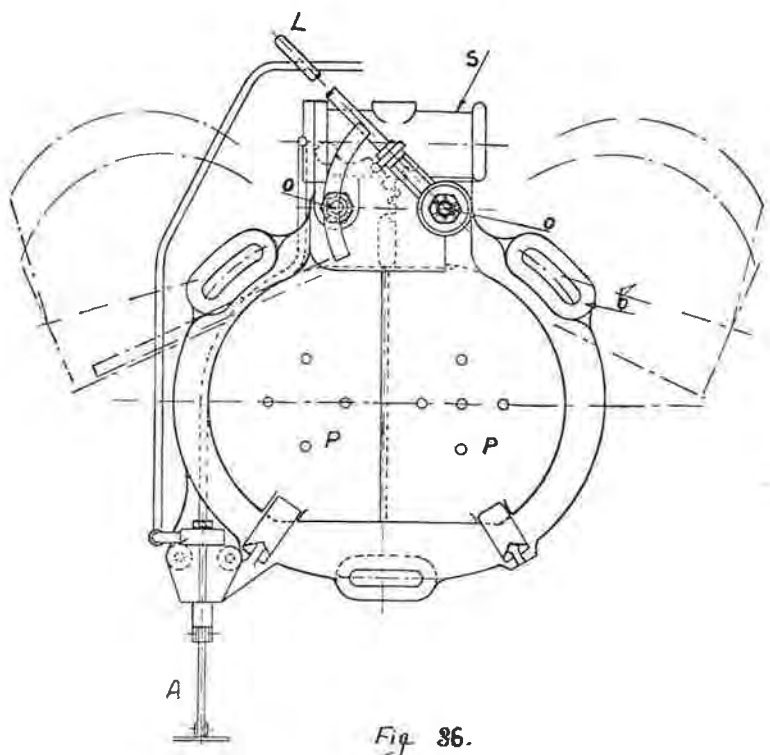


Fig. 35.



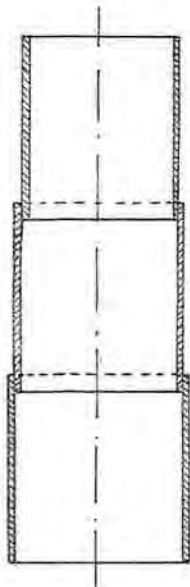


Fig 38

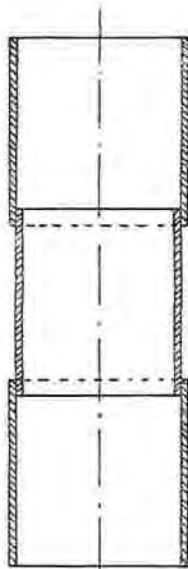


Fig. 40

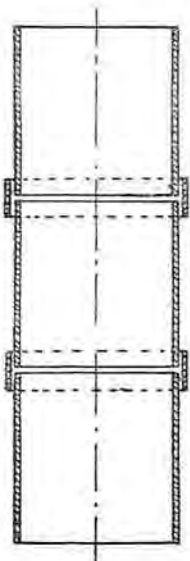


Fig 37

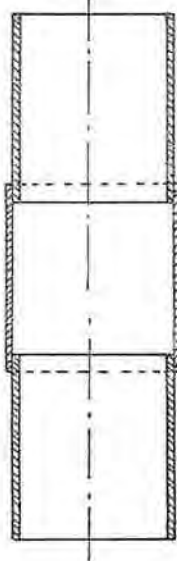


Fig. 39

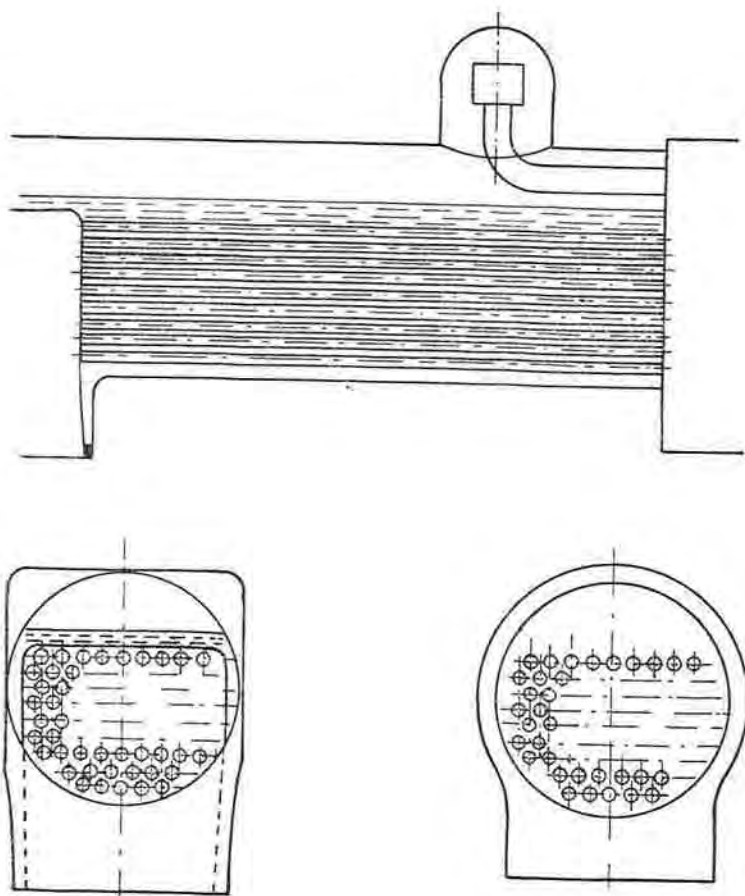


Fig. 41

Livret hlt

8. I.

Page 18.

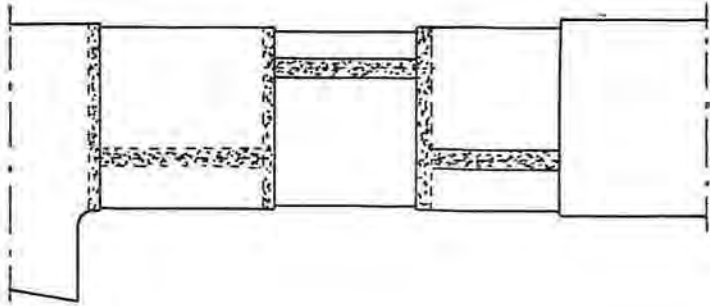


Fig 42

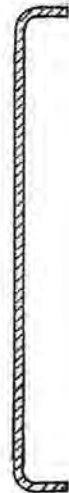
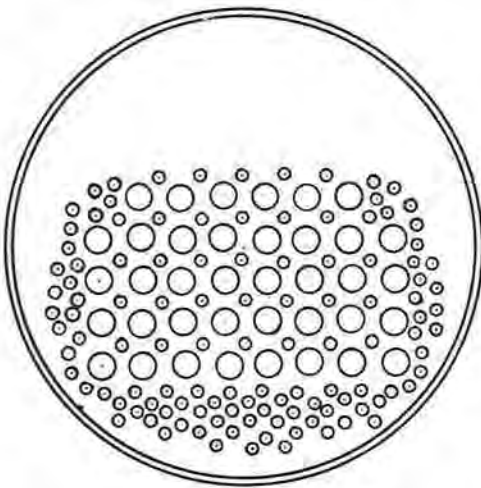
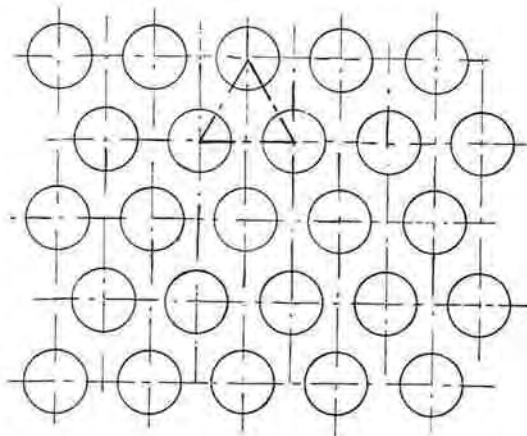
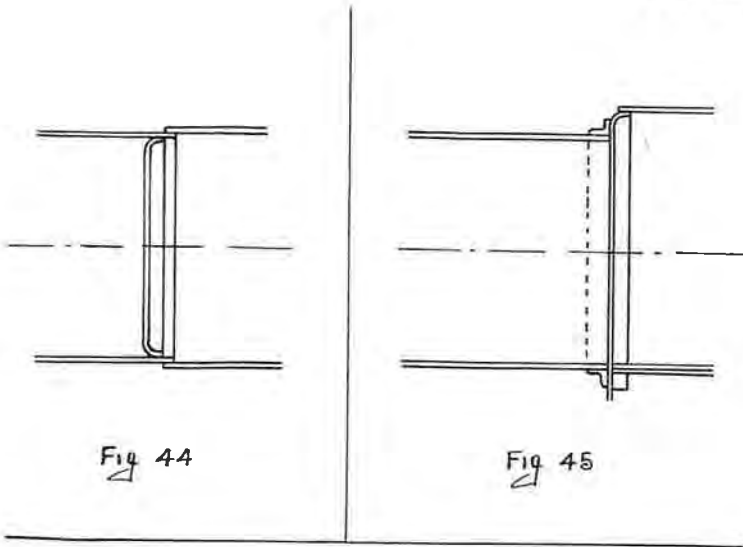
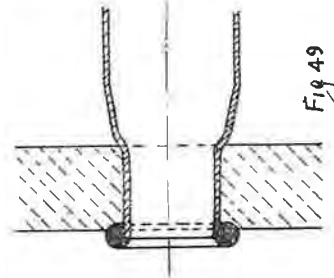
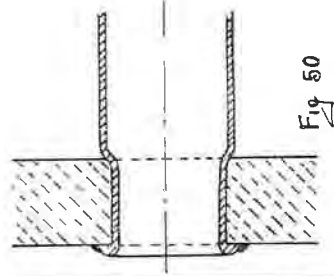
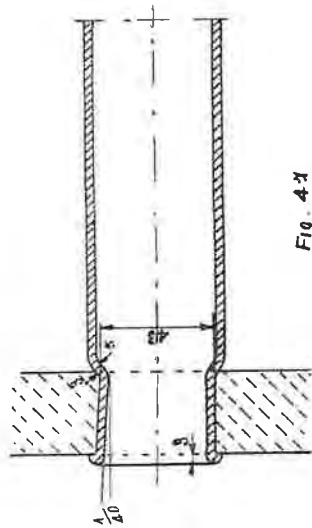
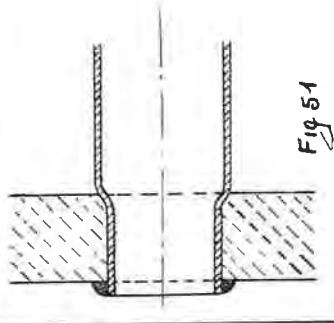
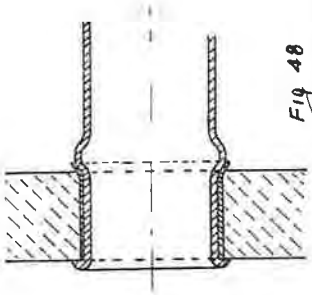


Fig 43

Septembre 1956.





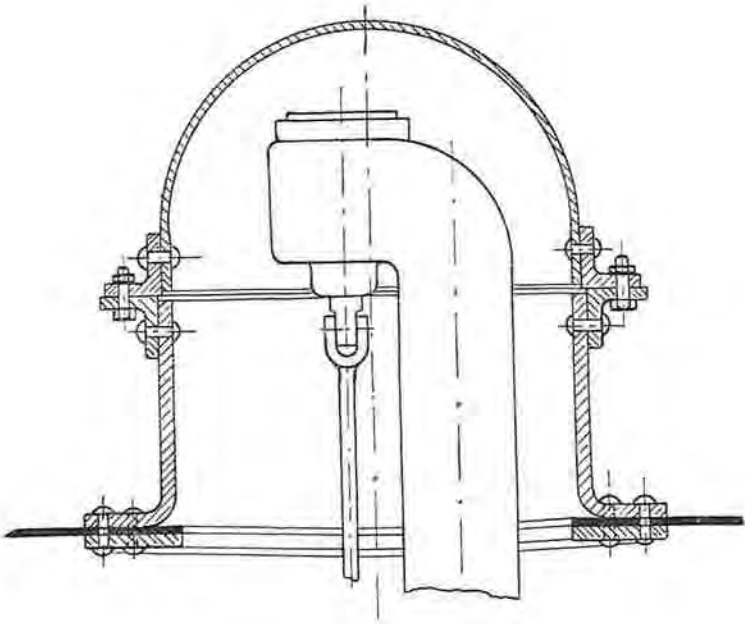


Fig 52

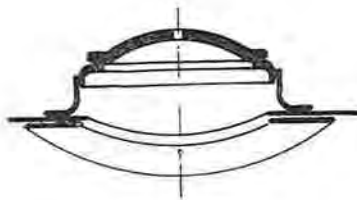


Fig 53

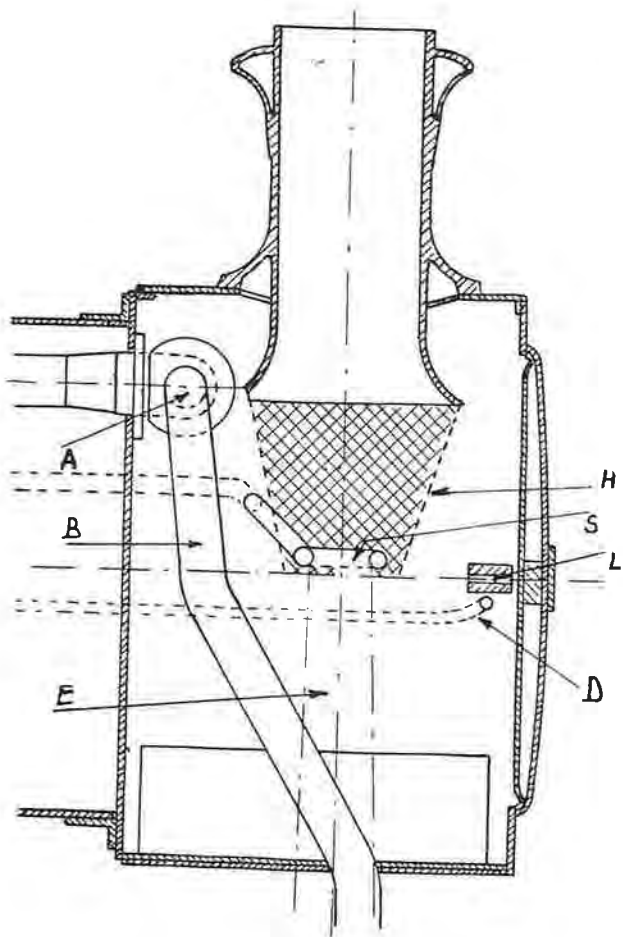


Fig 54.

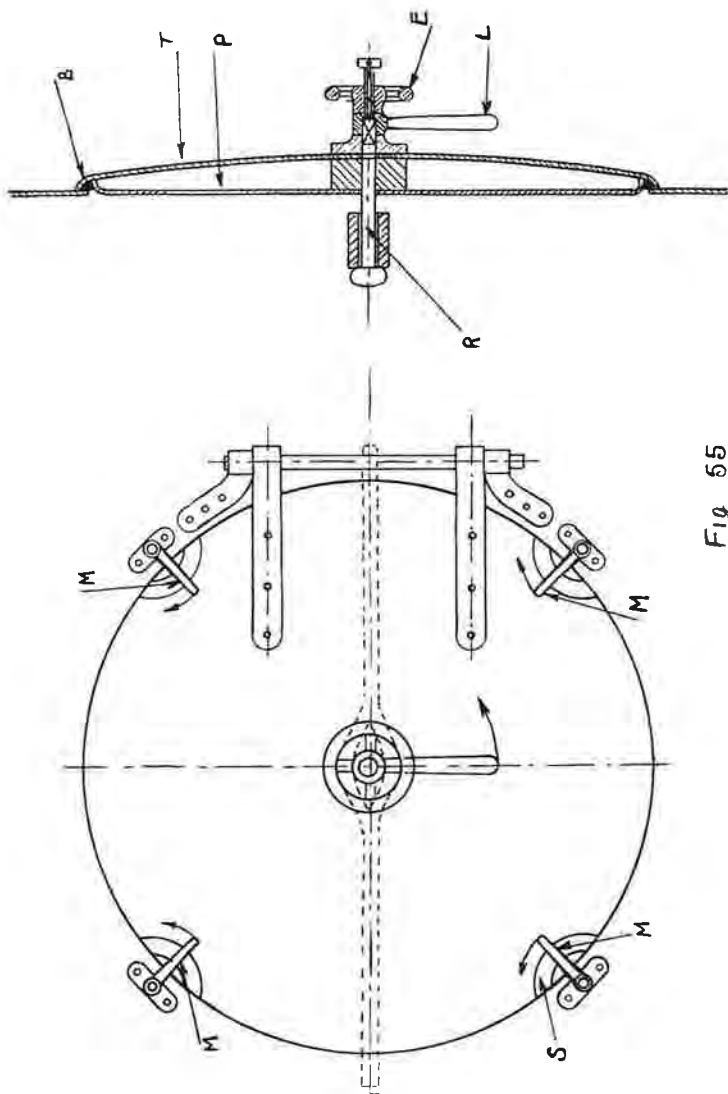


Fig 55

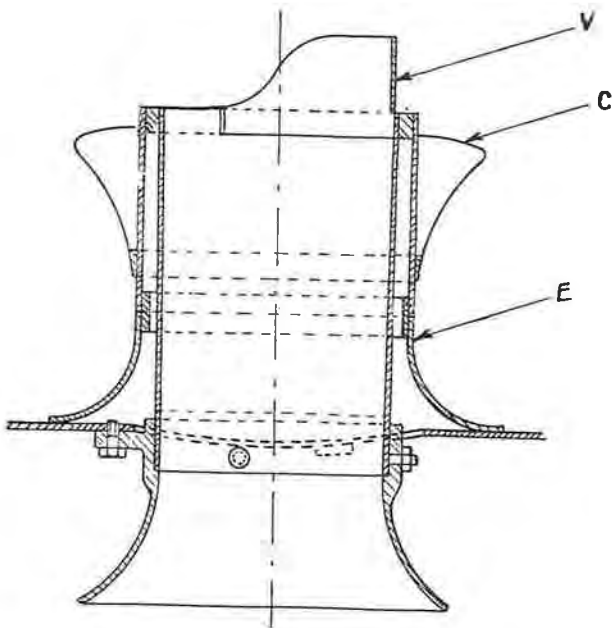


Fig 56

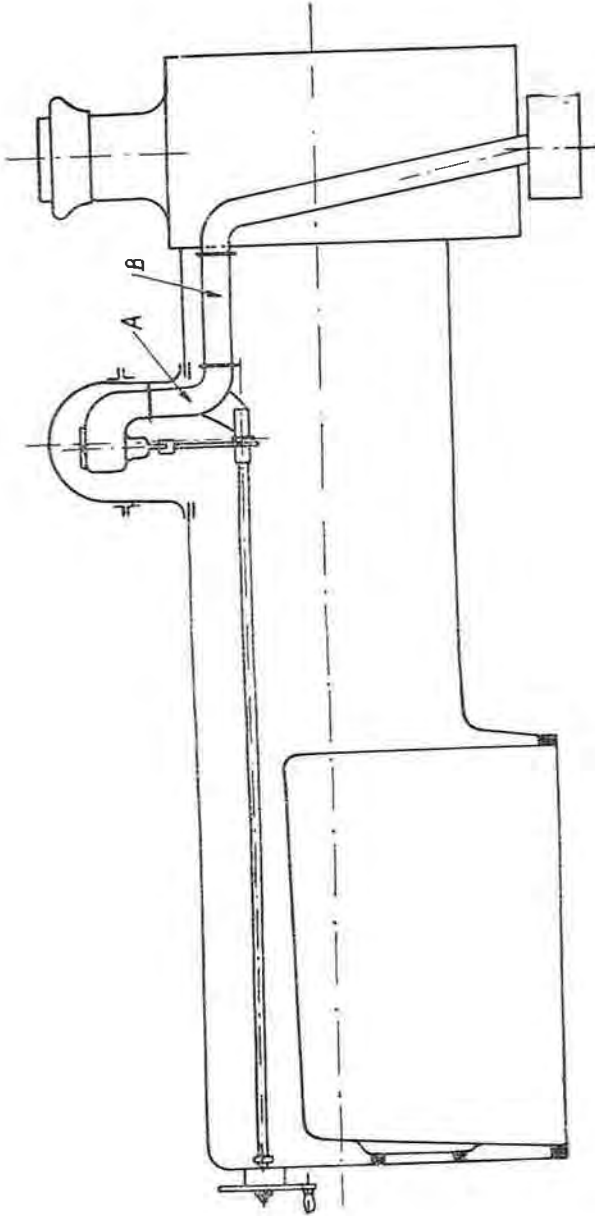


Fig. 57

Livret hlt

8. I.

Page 26.

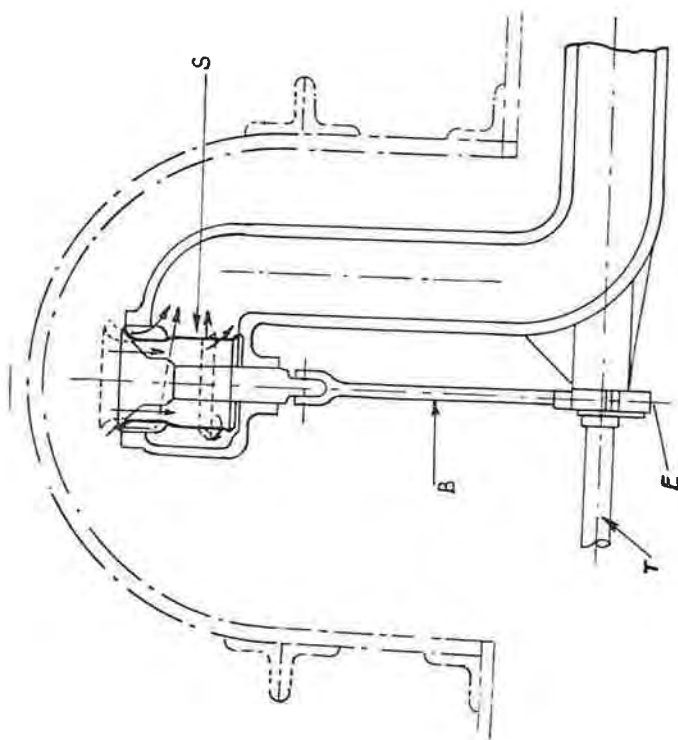
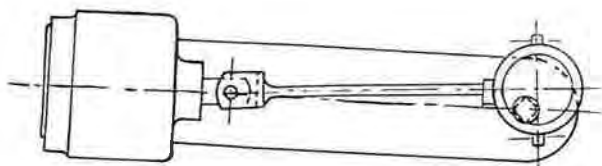


Fig. 58

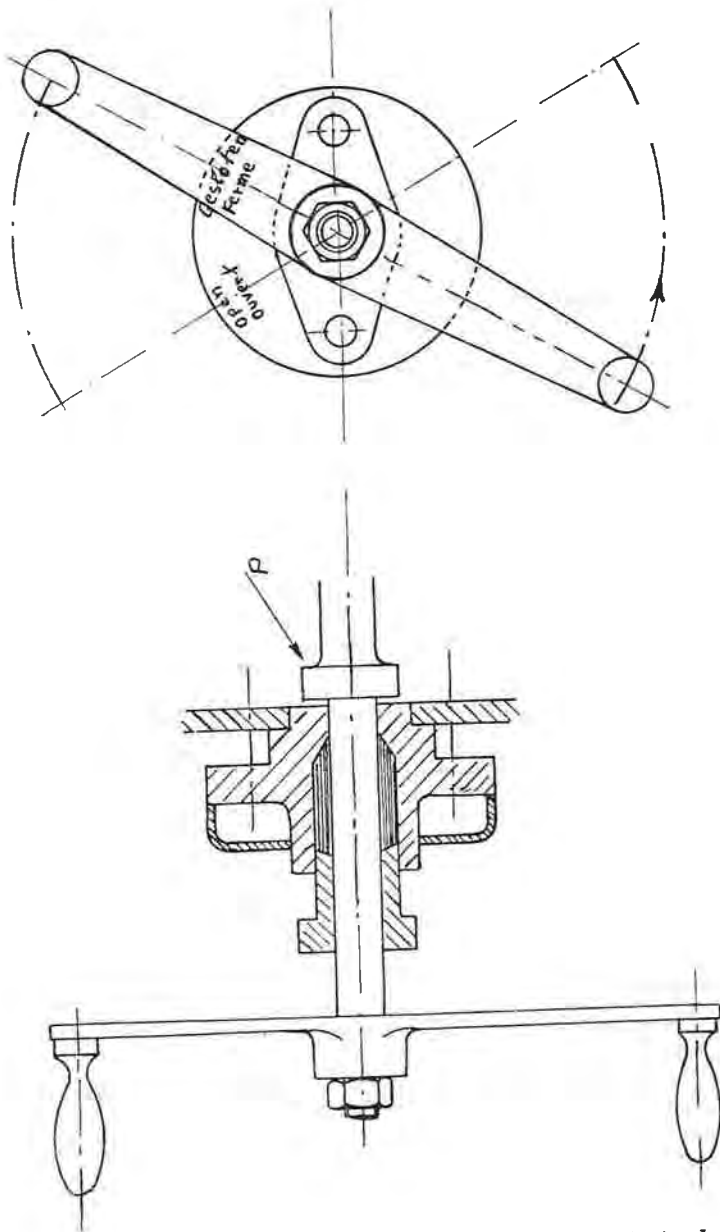


Fig 59

Livret hlt

8. I.

Page 28.

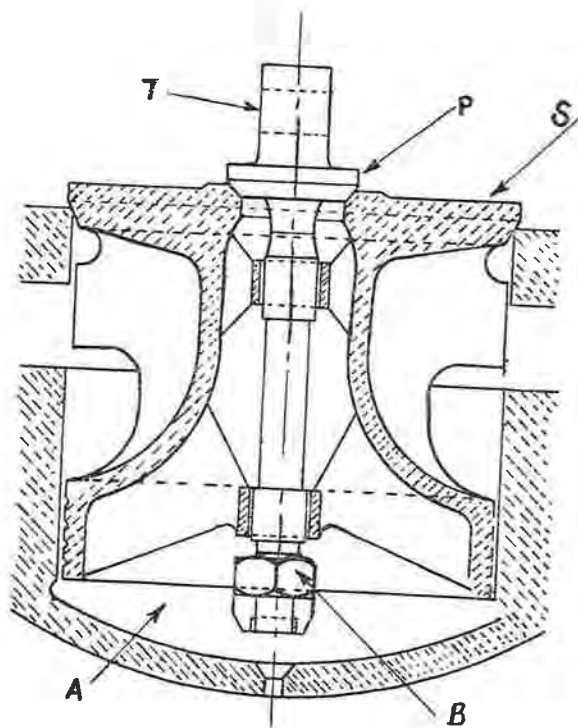


Fig 60

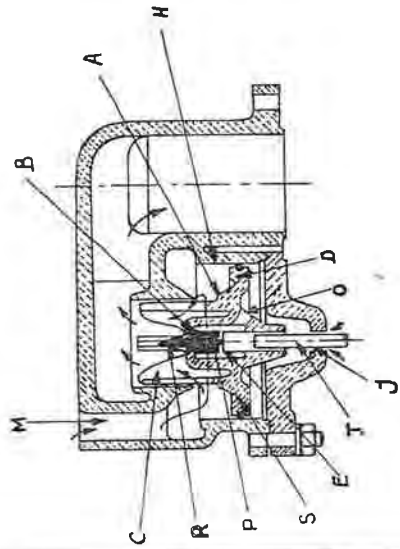


Fig. 62

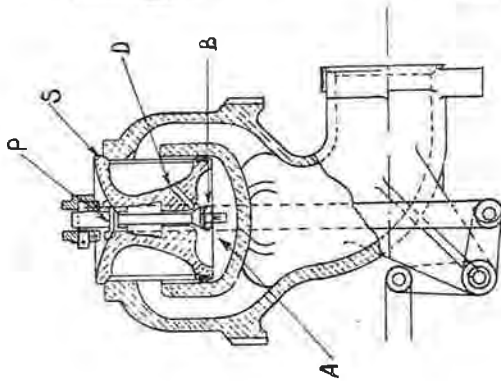
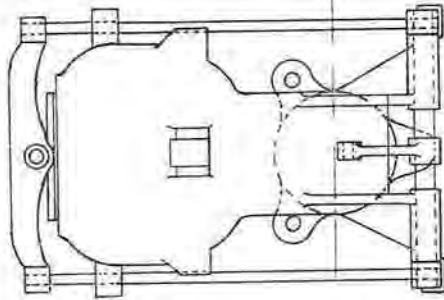


Fig. 61

Livret hlt

8. I.

Page 30.

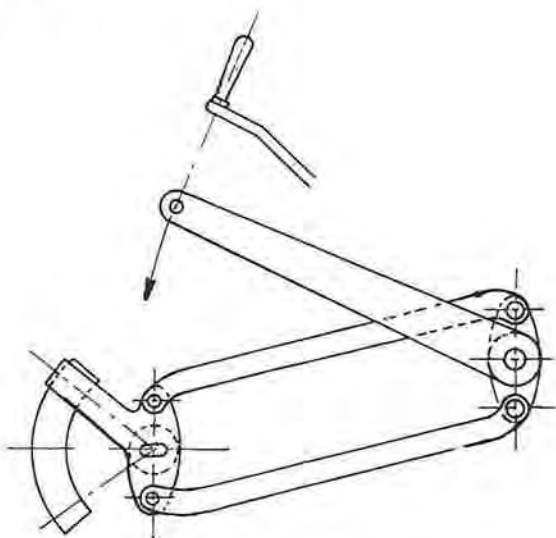


Fig. 64

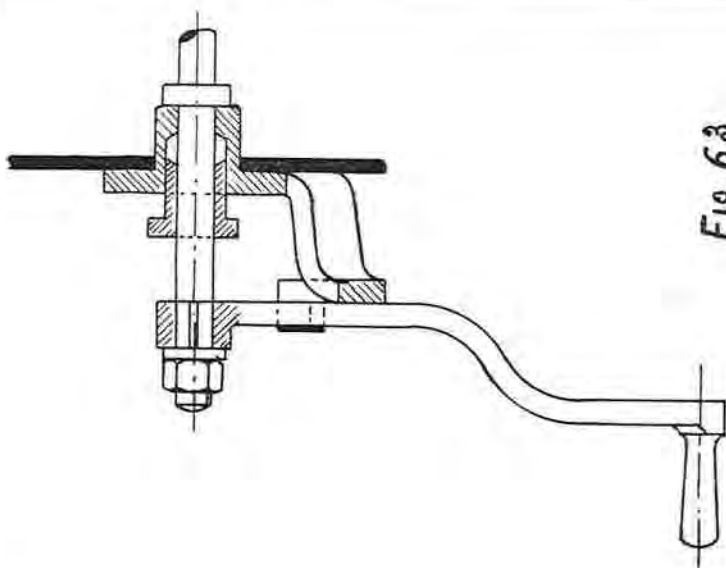


Fig. 63

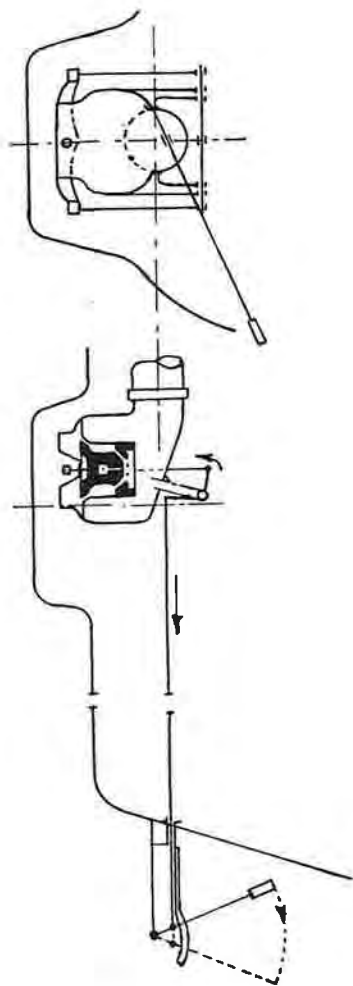


Fig 65.

Livret hlt

8. I.

Page 32.

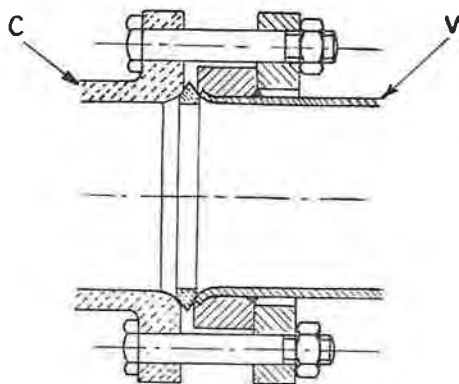


Fig 66

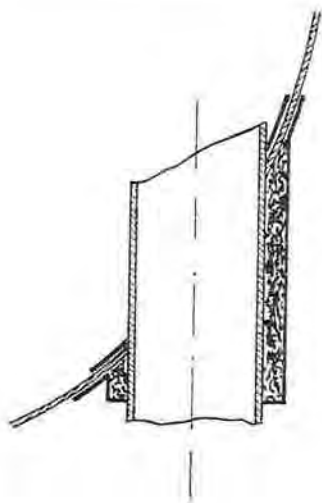


Fig 67

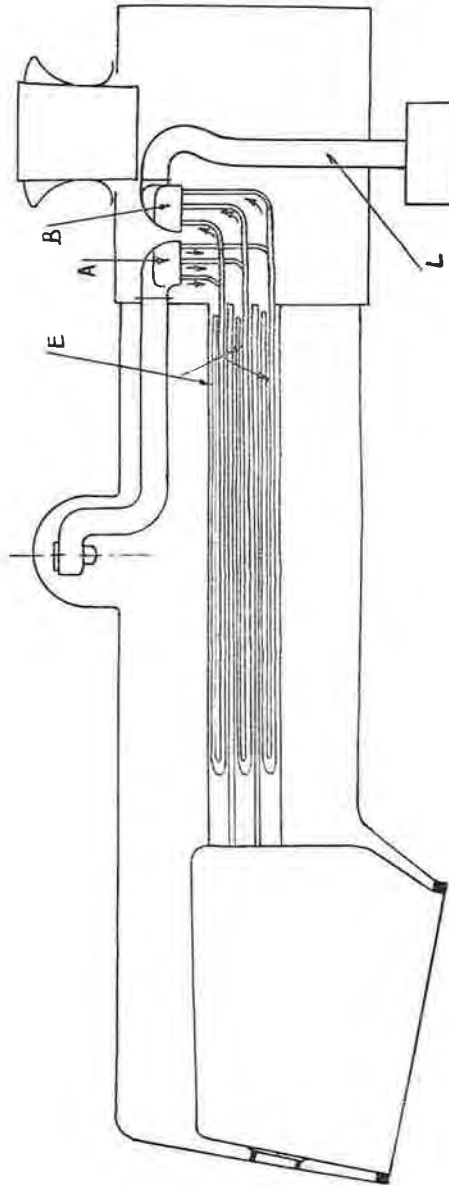


Fig 68

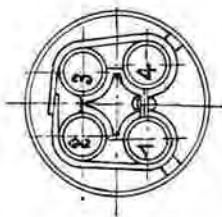


Fig. 40.

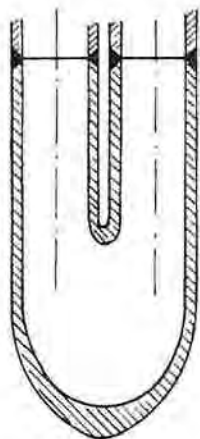
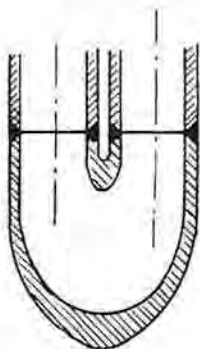


Fig. 69.



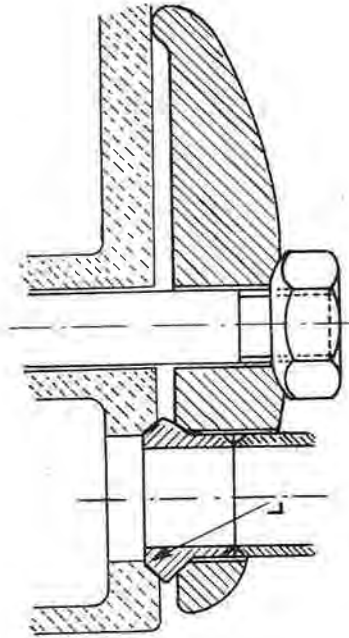


Fig 28

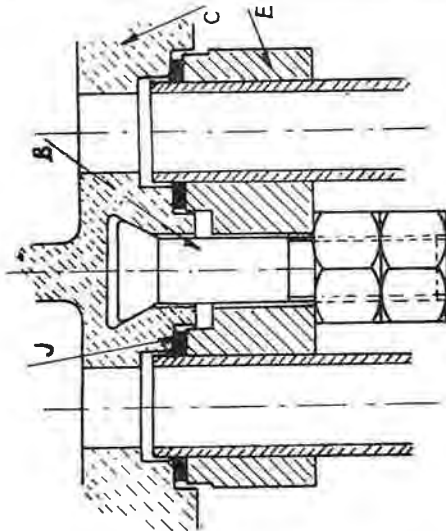


Fig 21

Livret hlt

8. I.

Page 36.

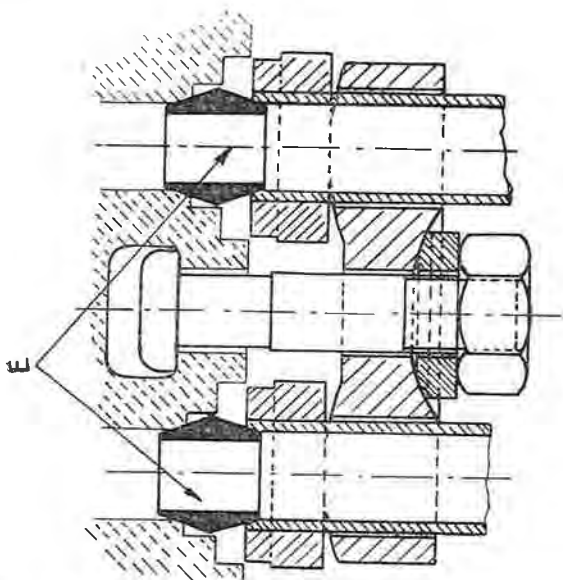


Fig 24

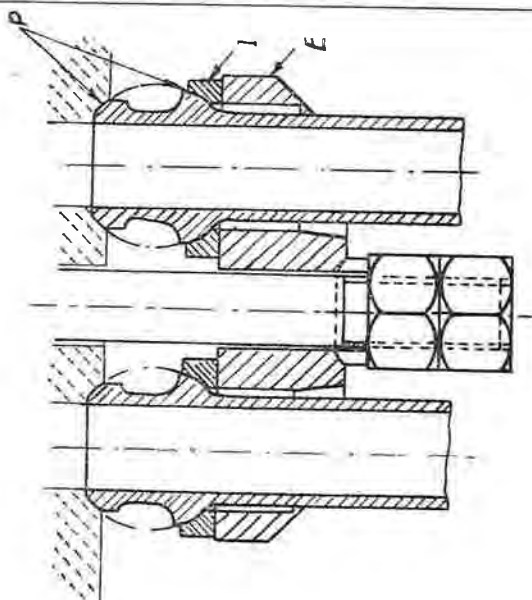


Fig 23

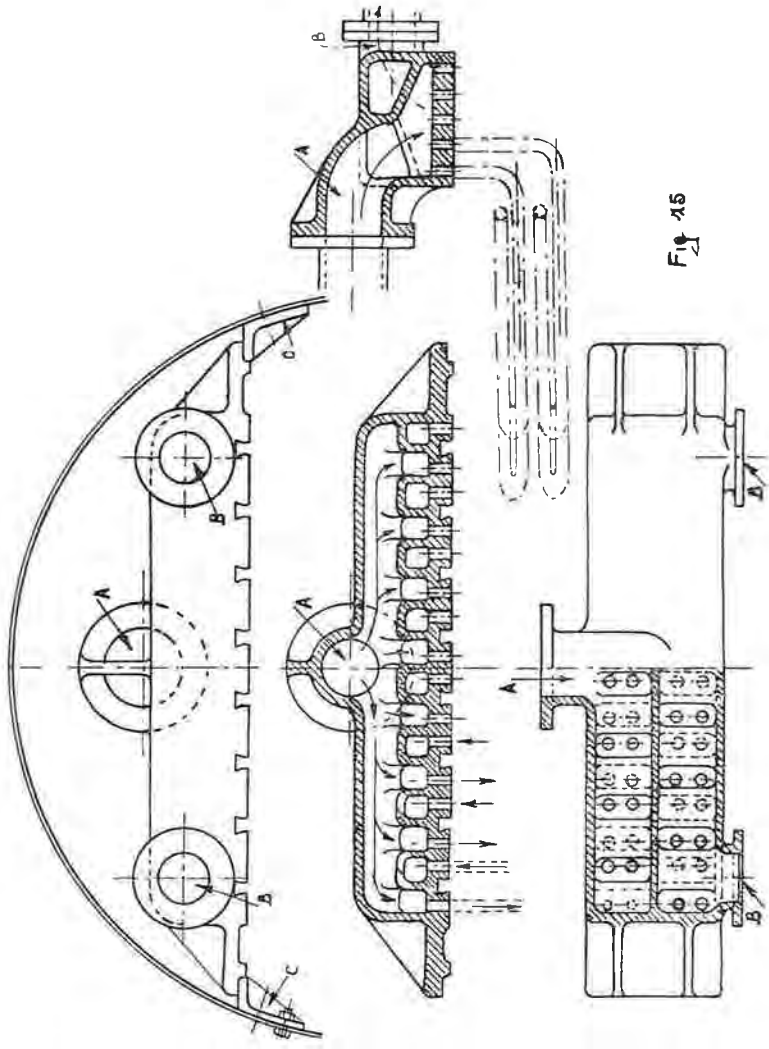
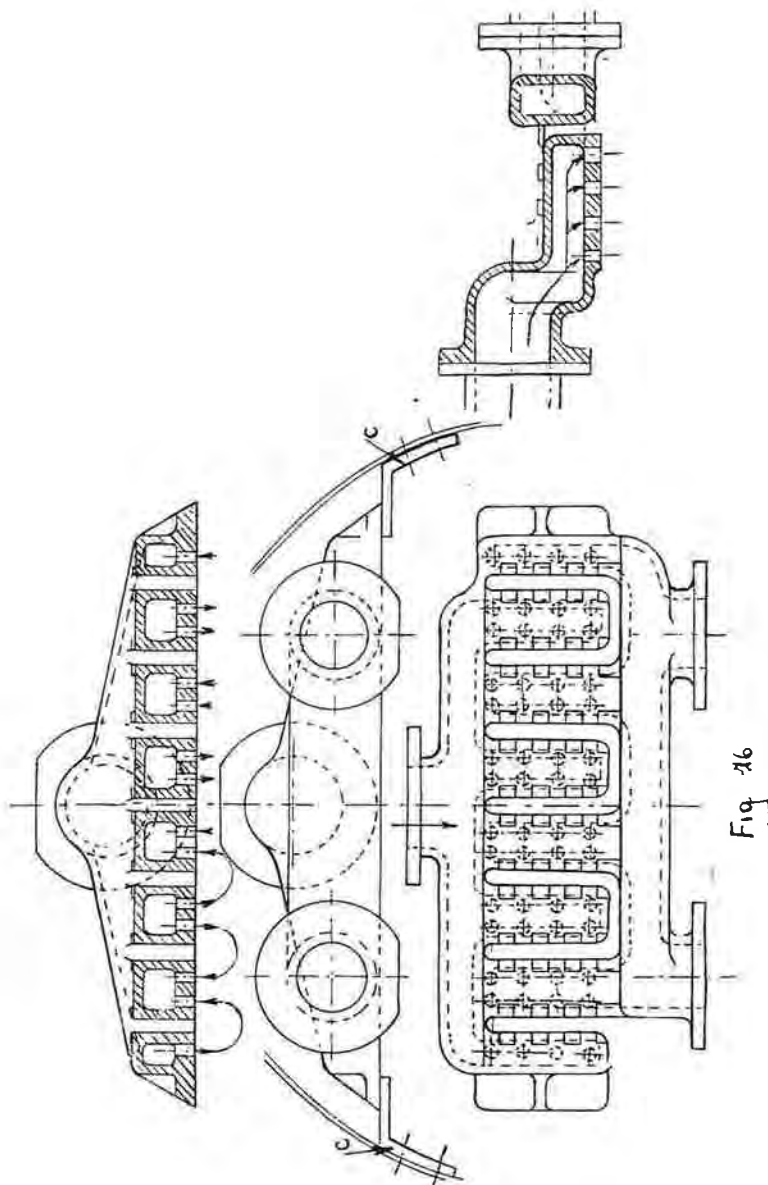


Fig. 15



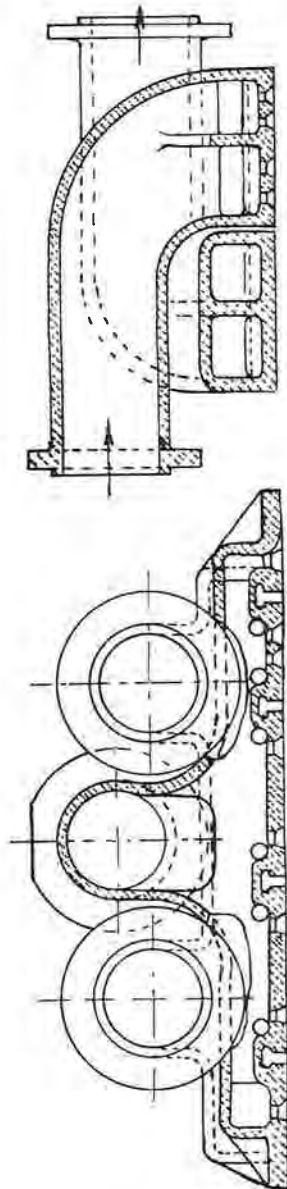
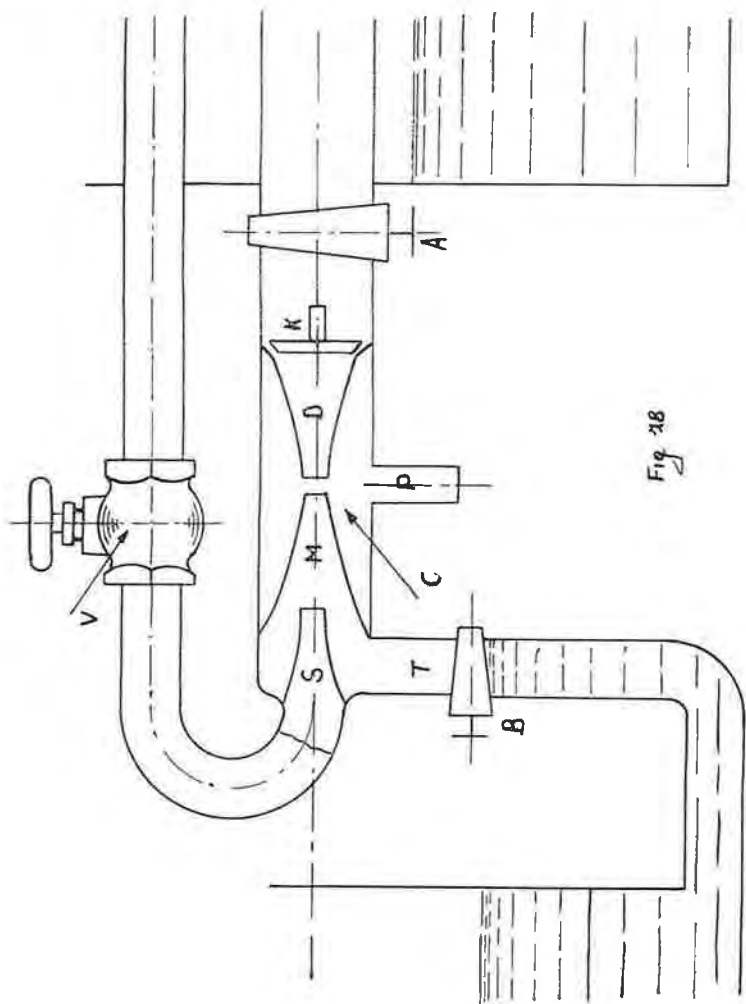


Fig 22.



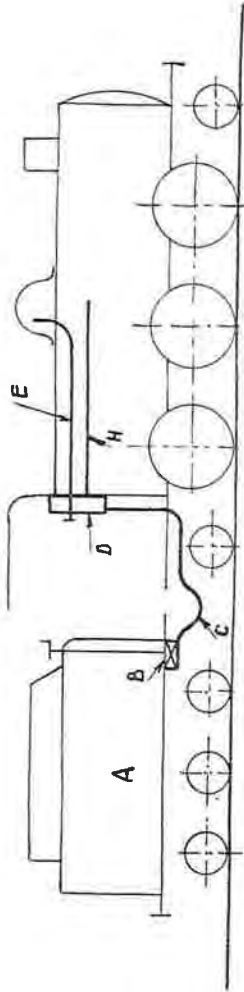


Fig. 19

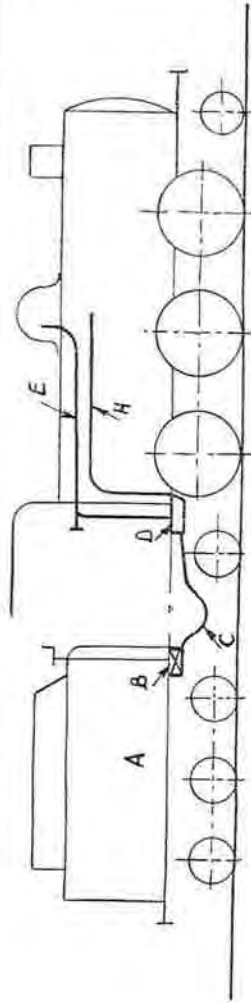
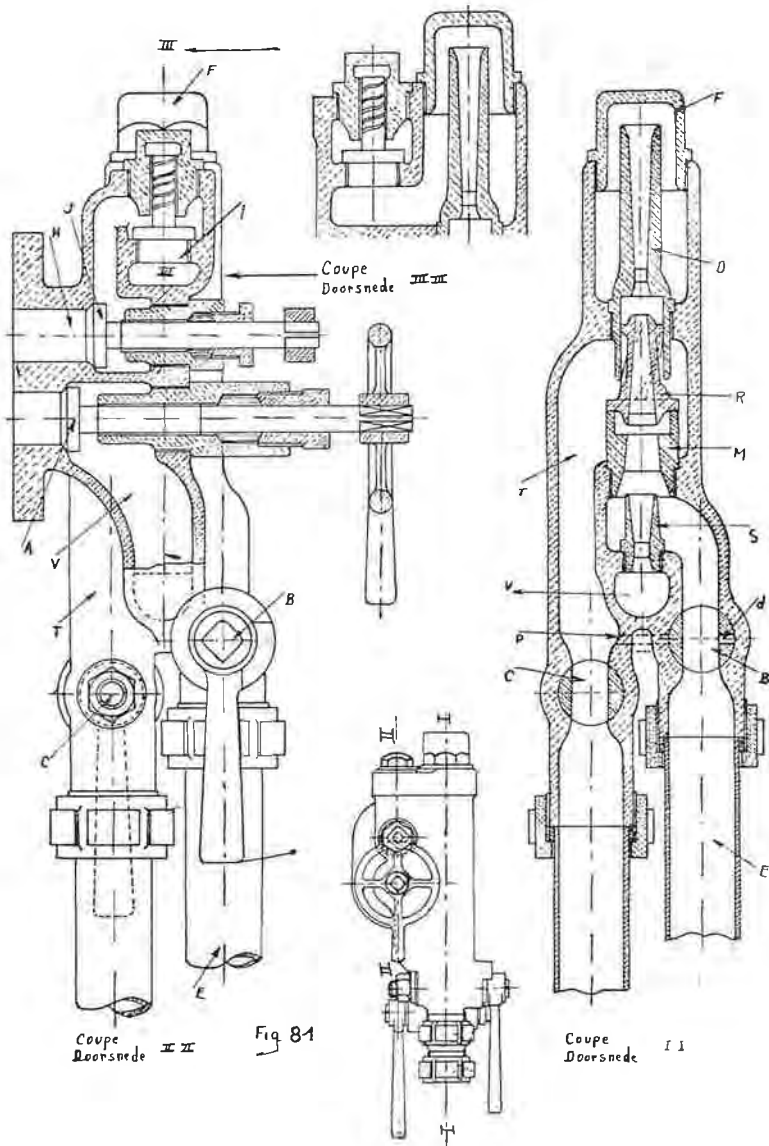


Fig. 80

Livret hlt

8. I.

Page 42.



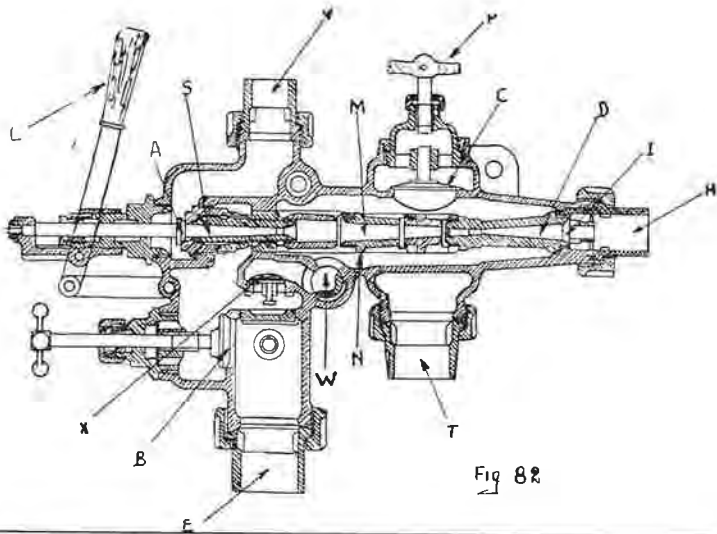


Fig 82

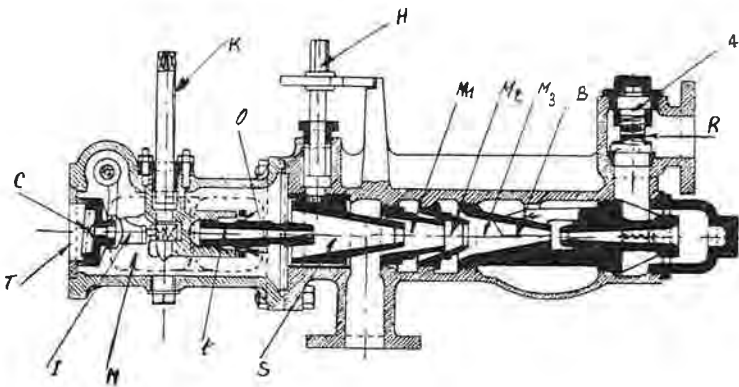


Fig 83

Livret hlt

8. I.

Page 44.

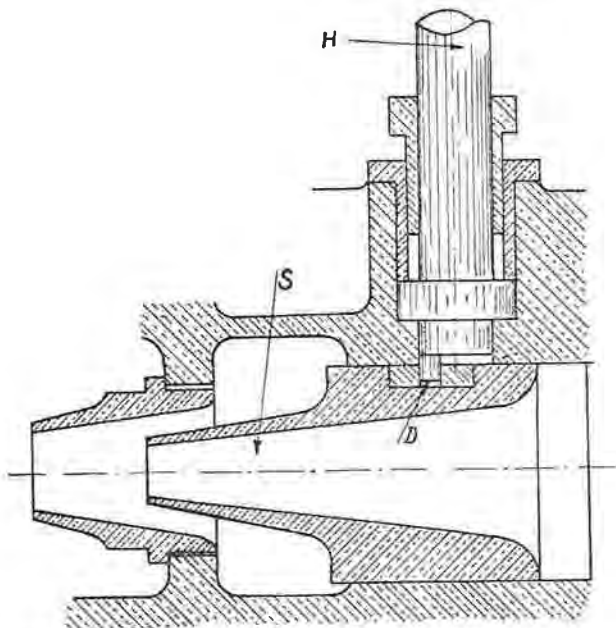


Fig 84

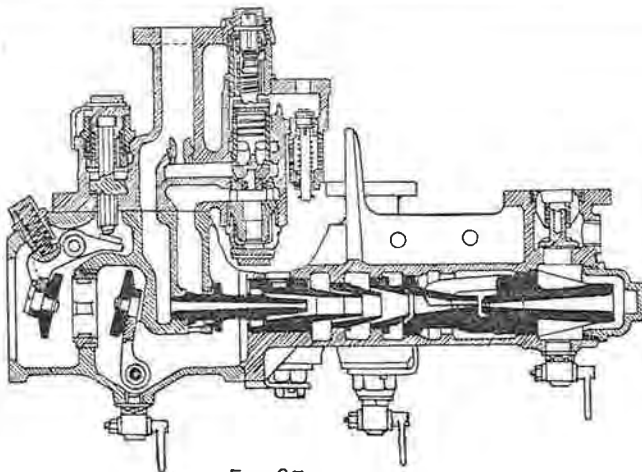


Fig 85

Septembre 1956.

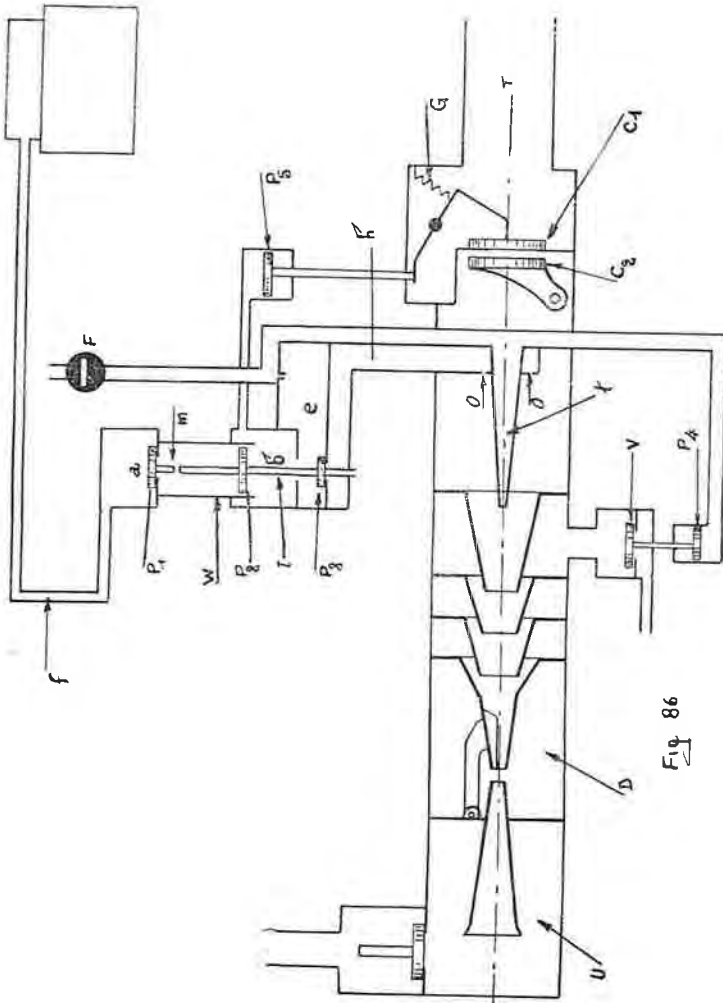


Fig 86

Livret hlt

8. I.

Page 46.

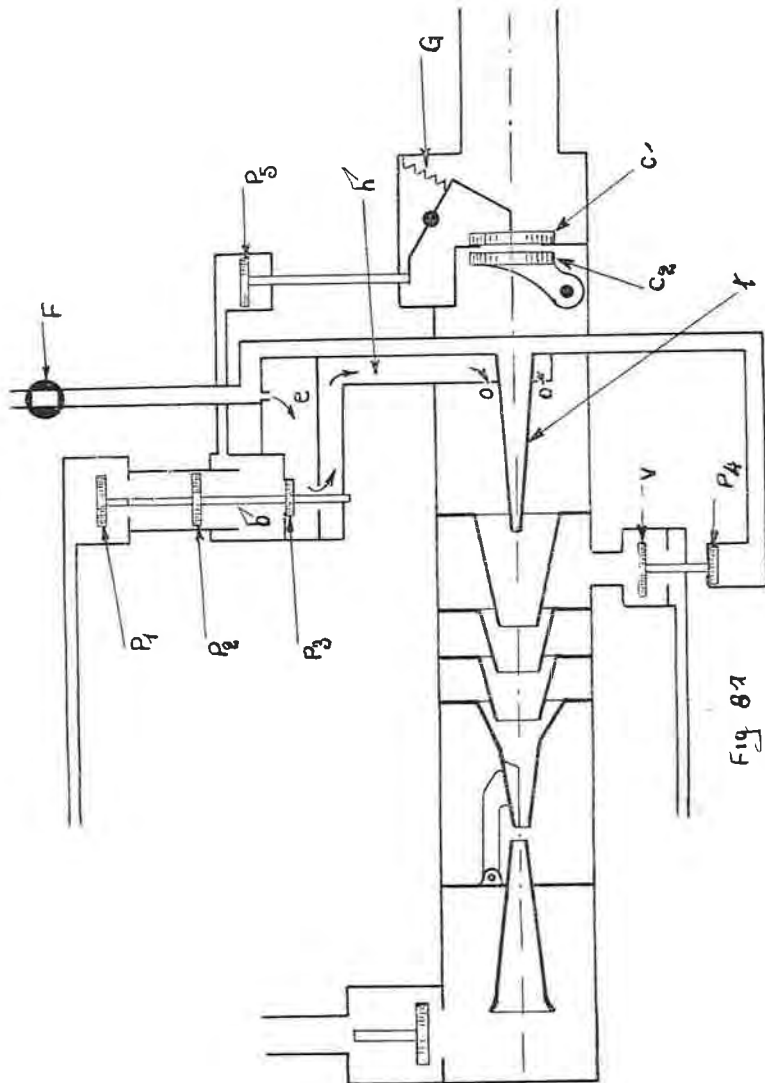


Fig 81

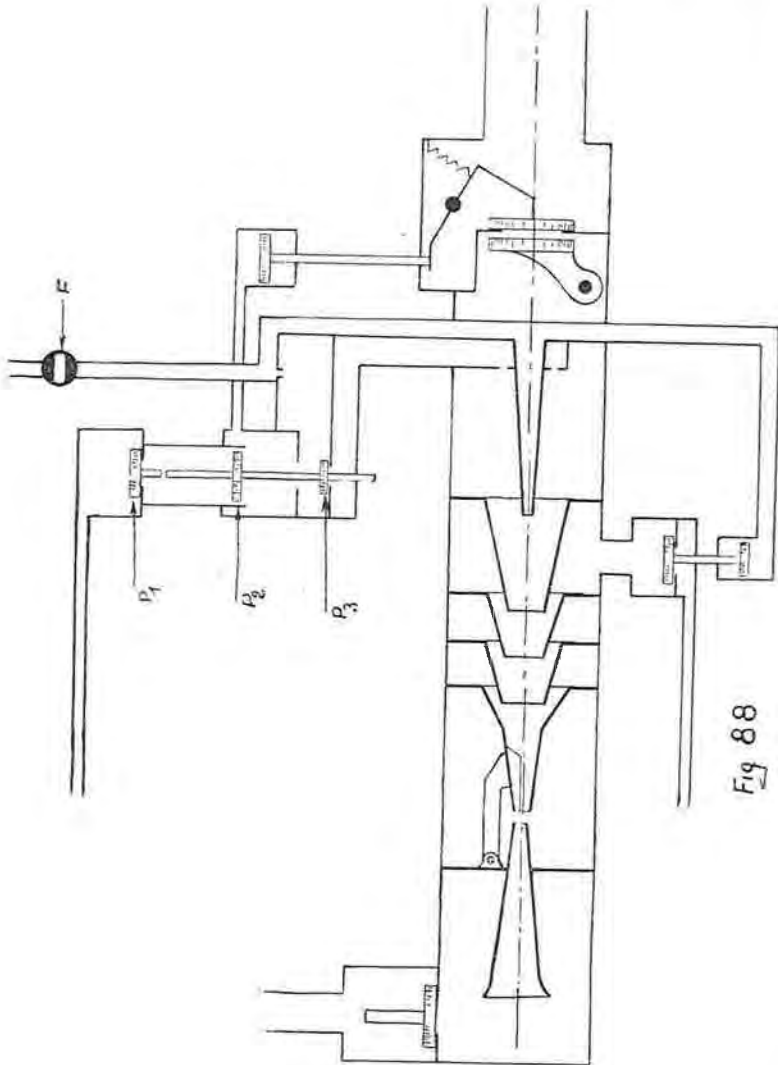


Fig 88

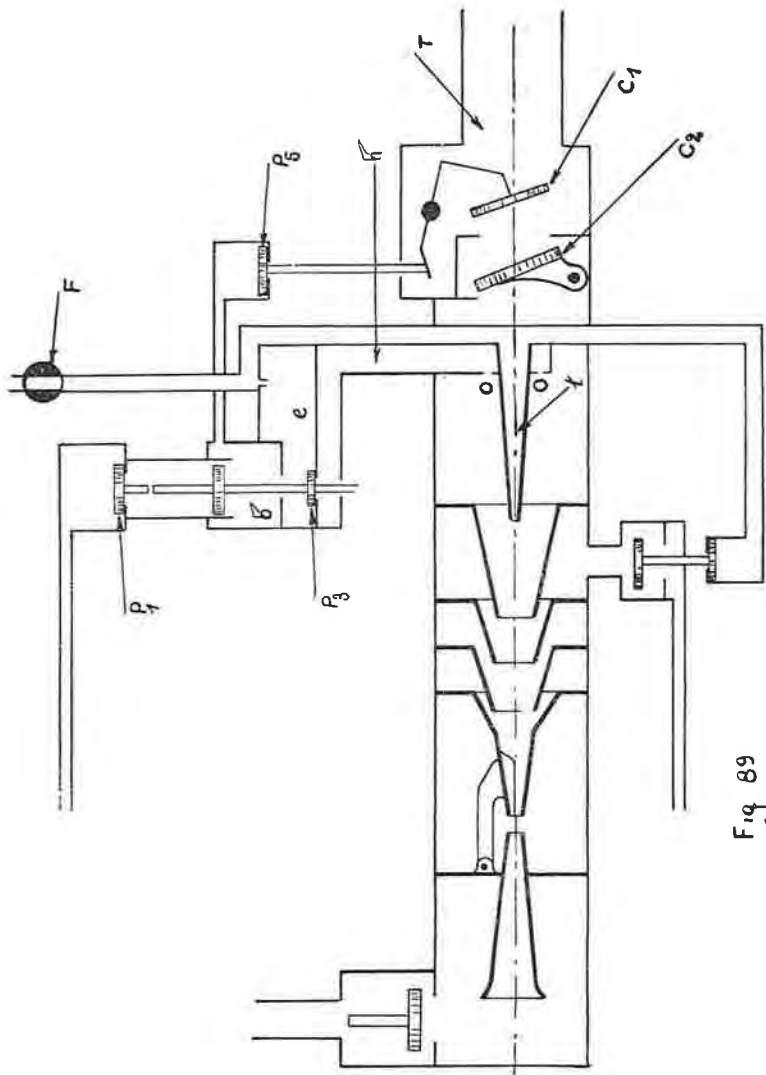


Fig 89

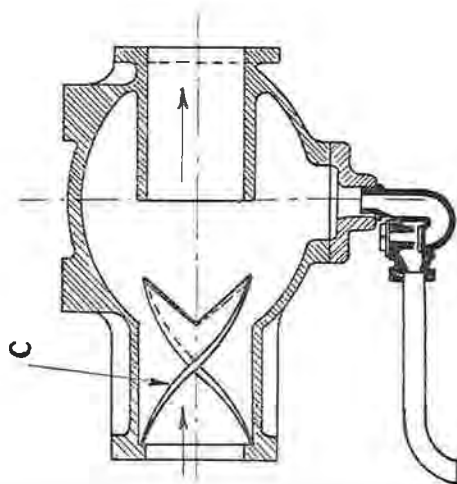


Fig. 91.

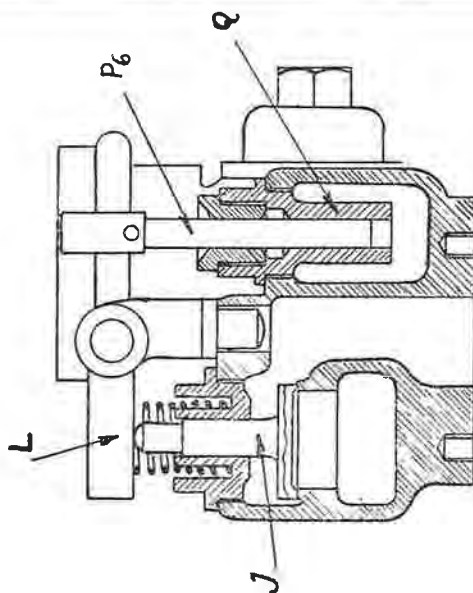


Fig. 90

Livret hlt

8. I.

Page 50.

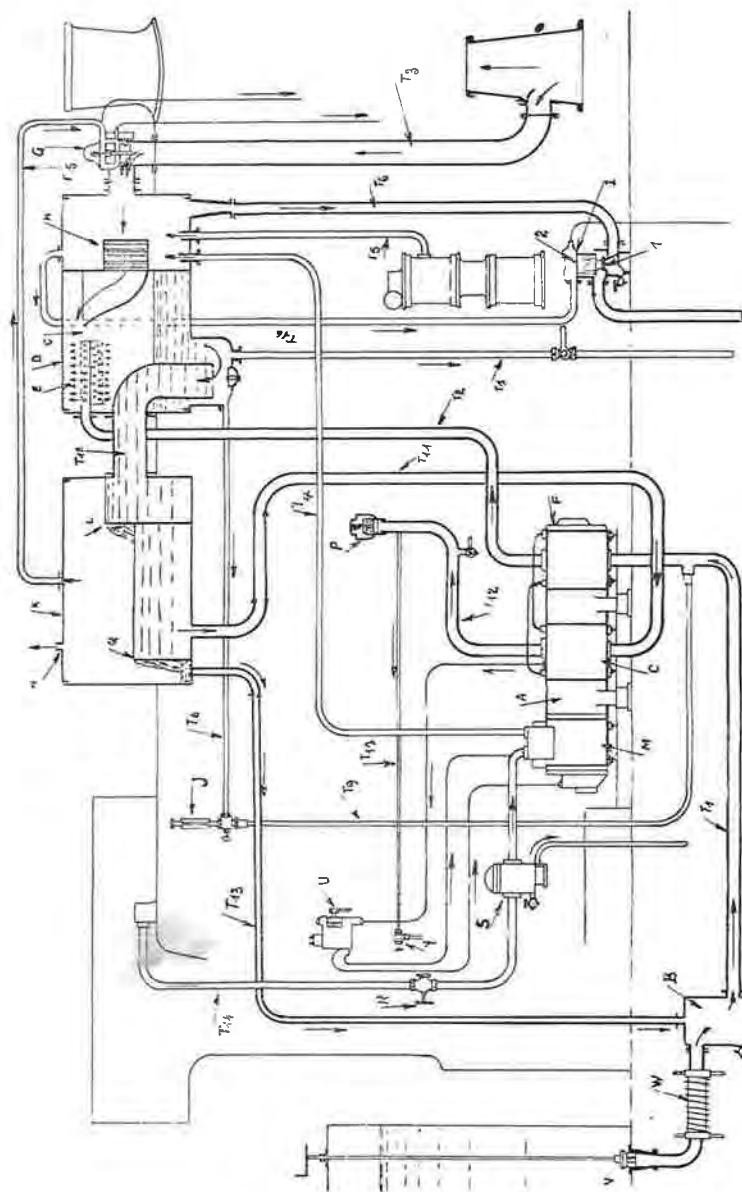


Fig 98

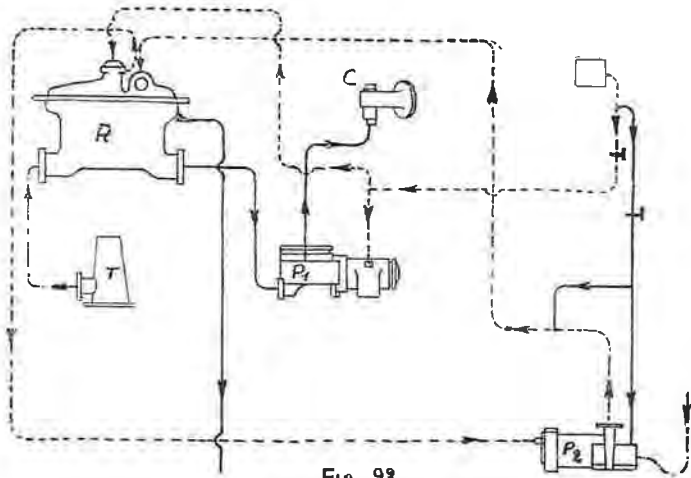


Fig 93

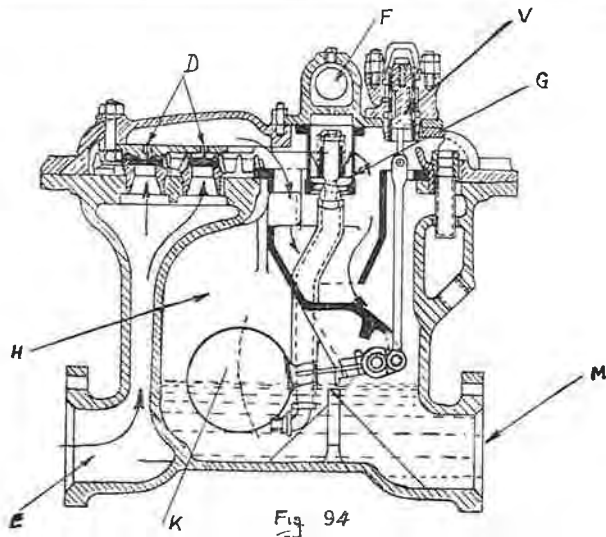


Fig 94

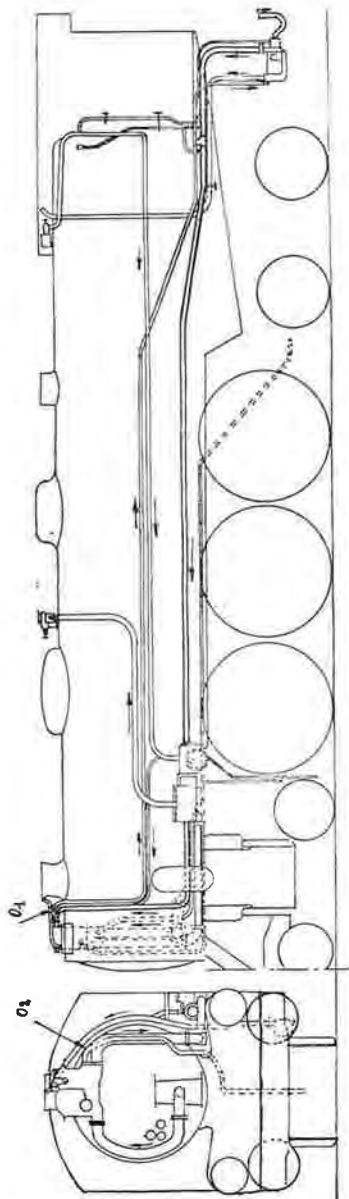


Fig 95

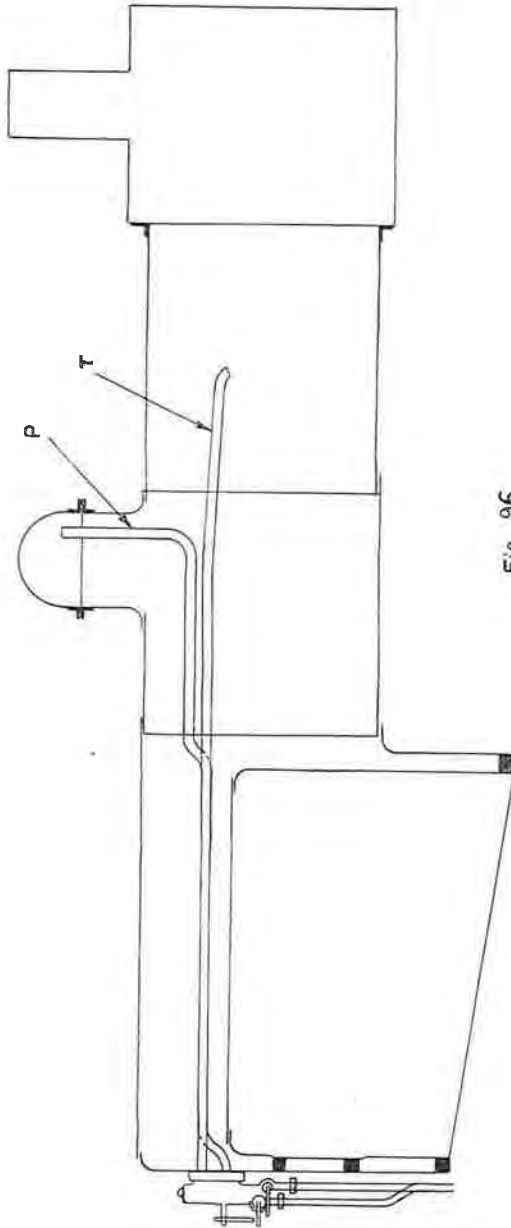


Fig 96

Livret hlt

8. I.

Page 54.

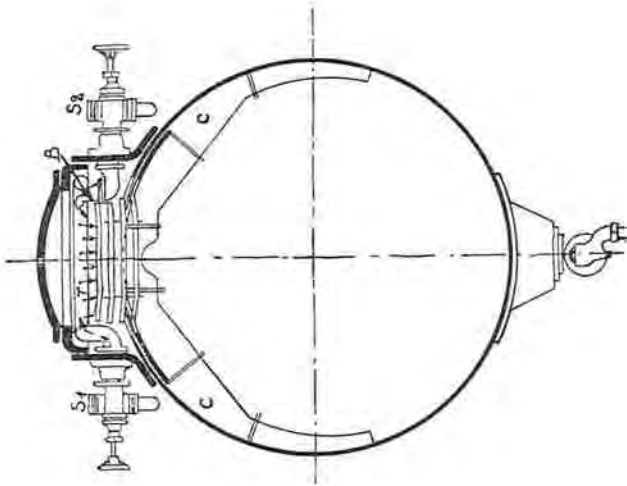
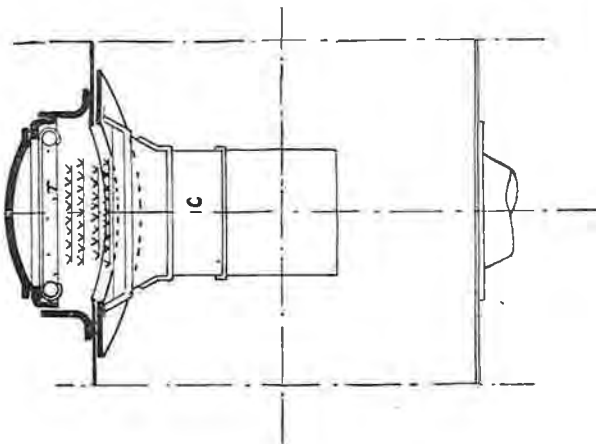


Fig. 96 fu



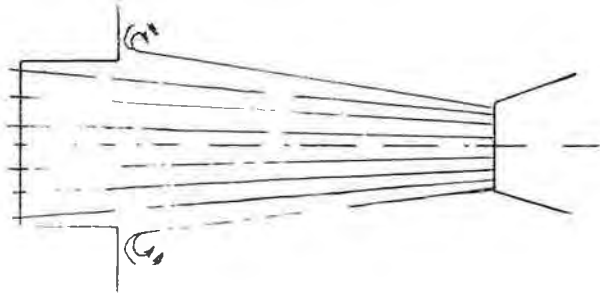


Fig 99

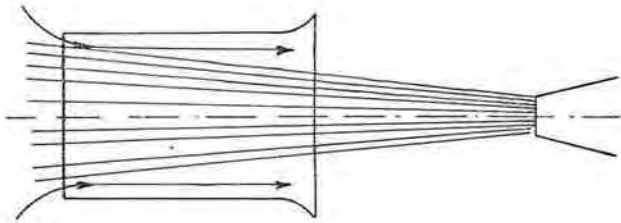


Fig 98

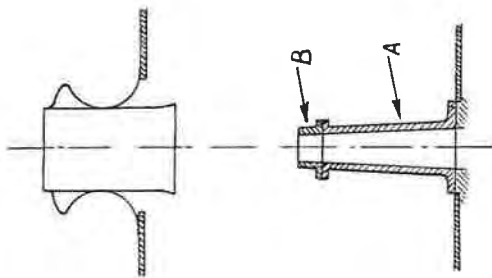


Fig 97

Livret hlt

8. I.

Page 56.

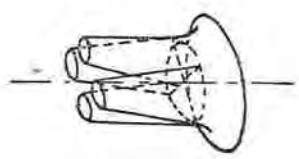


Fig. 108

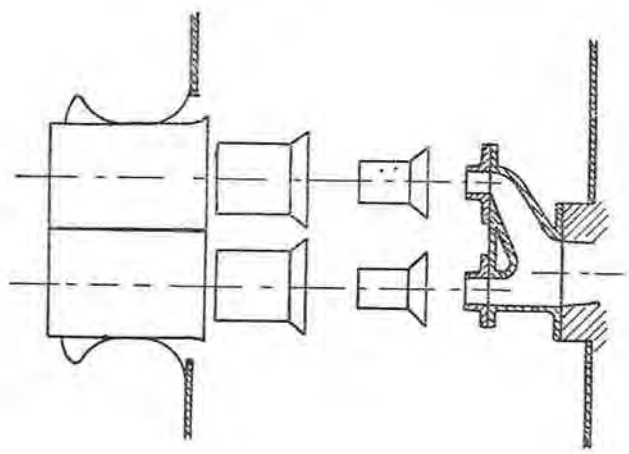


Fig. 101

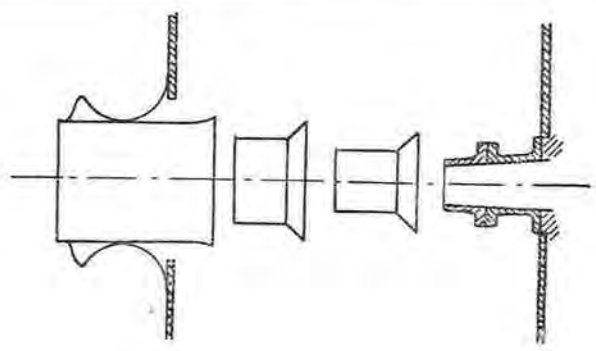


Fig. 100

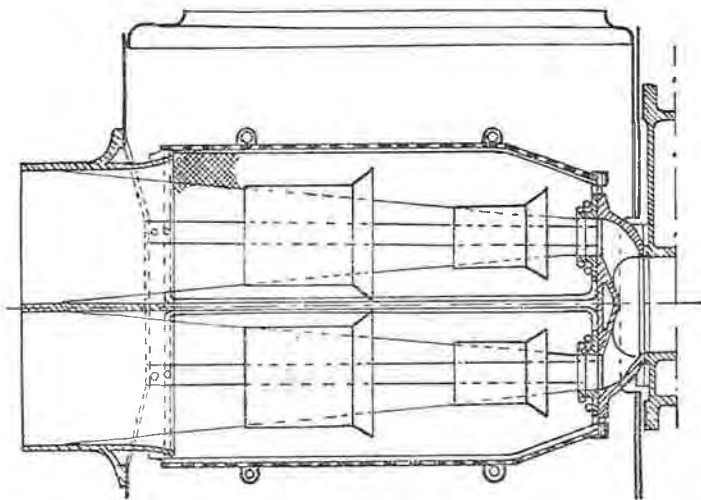


Fig 104

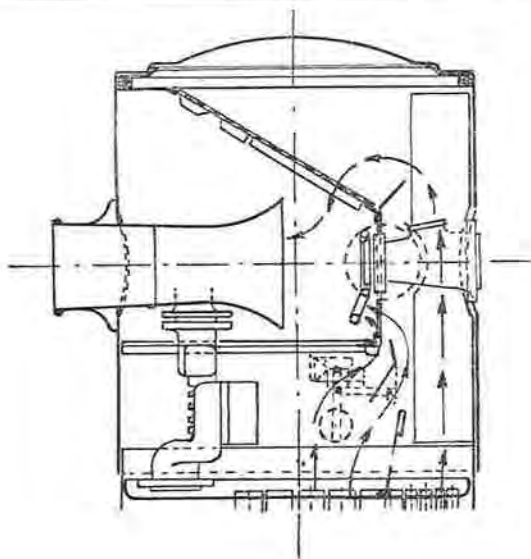


Fig 103

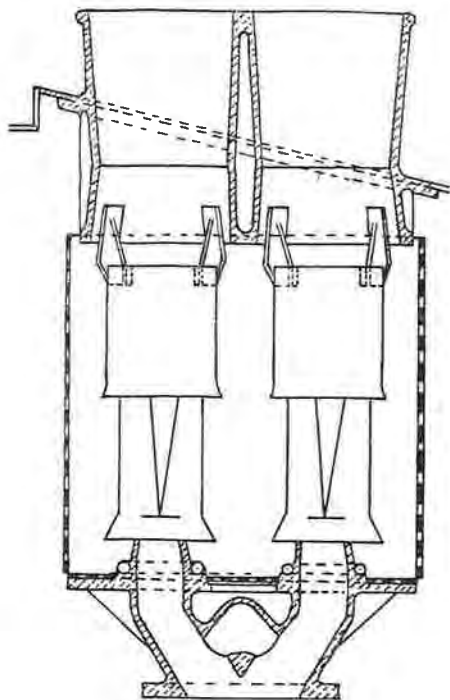


Fig 105.

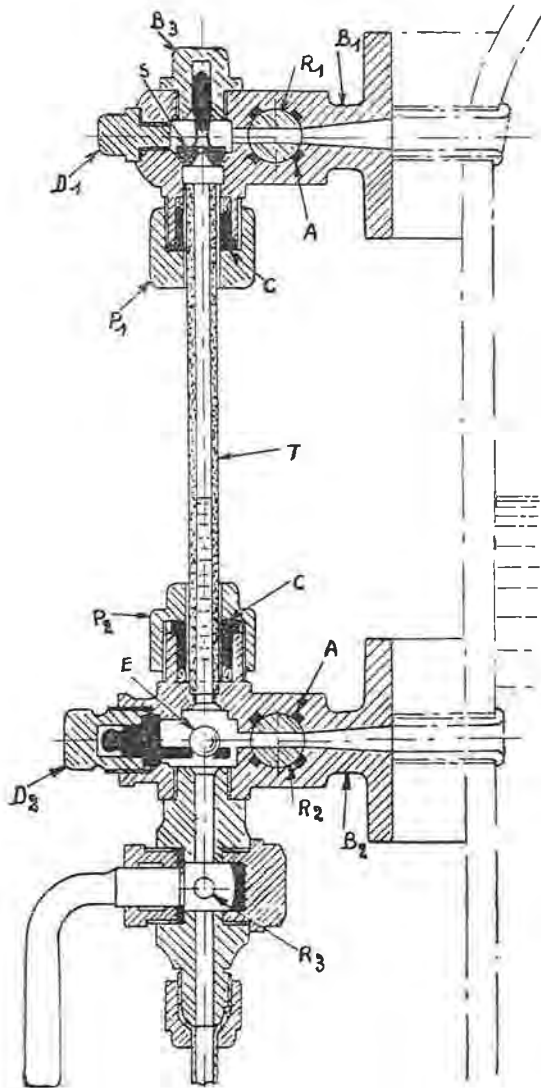


Fig 106

Livret hlt

8. I.

Page 60.

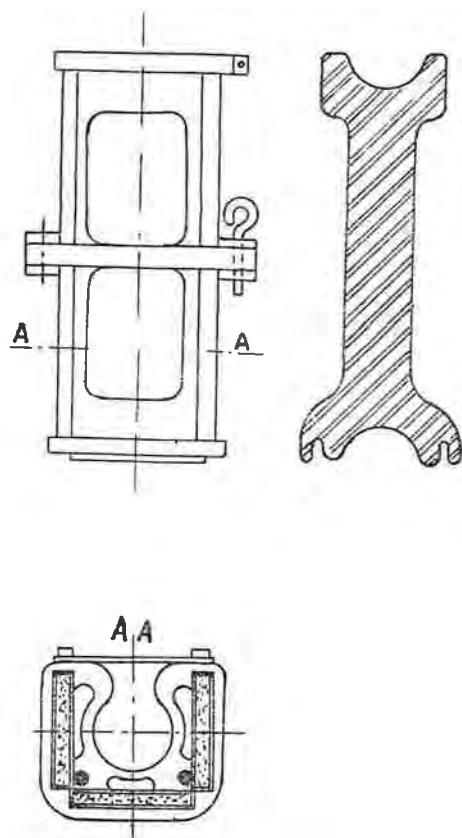


Fig. 107

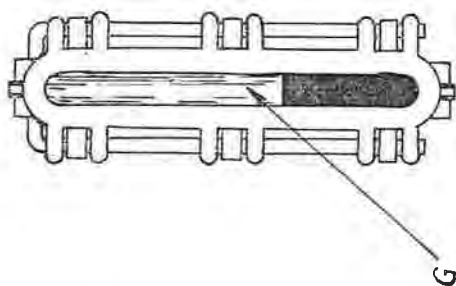
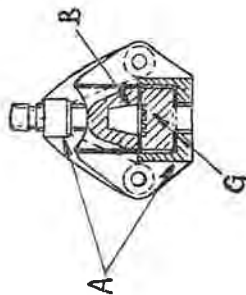
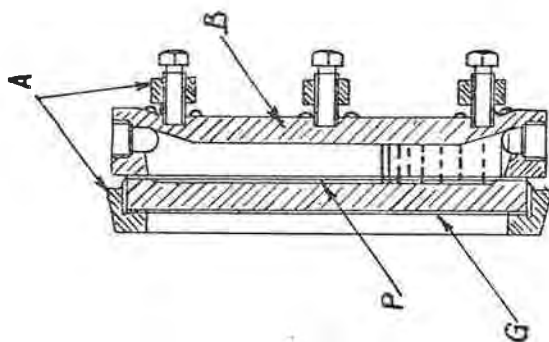


Fig 108.



Livret hlt

8. I.

Page 62.

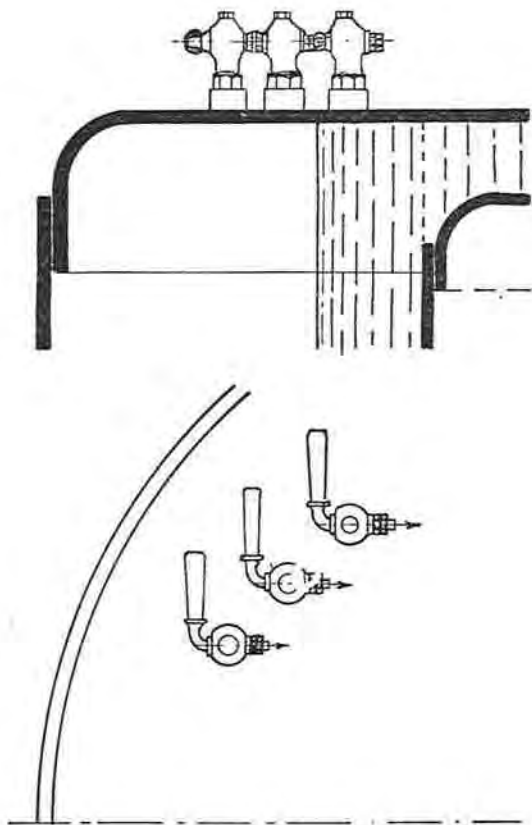


Fig. 109

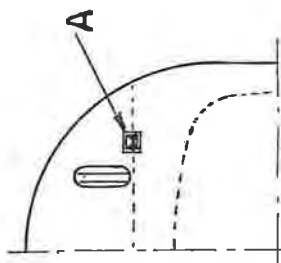


Fig. 111

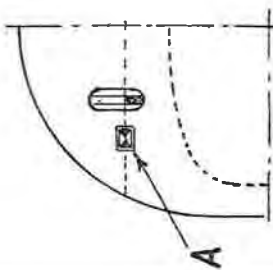


Fig. 112

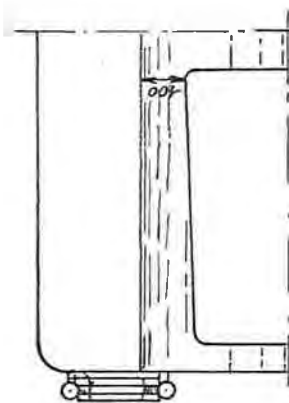


Fig. 110

Livret hlt

8. I.

Page 64.

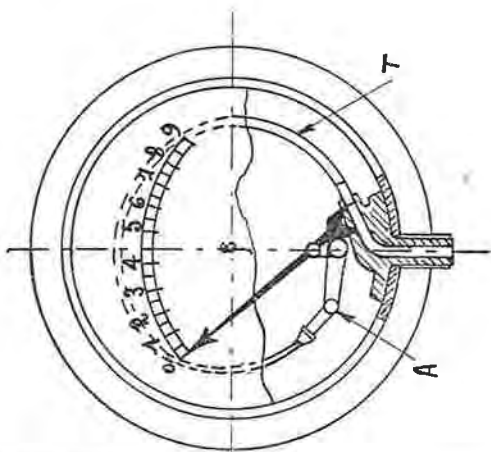


Fig 115

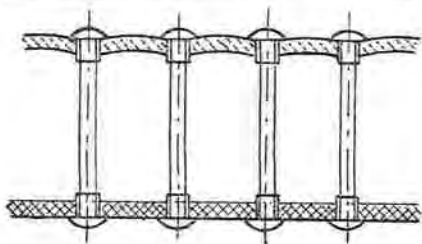


Fig 114

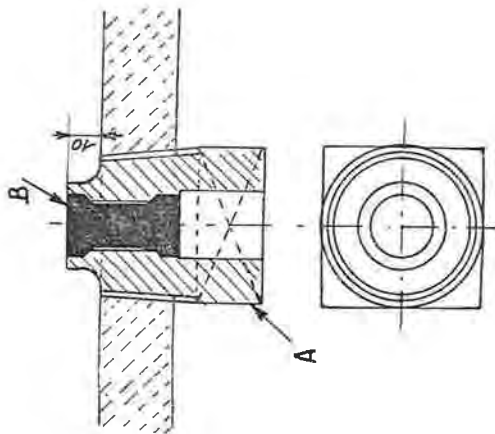
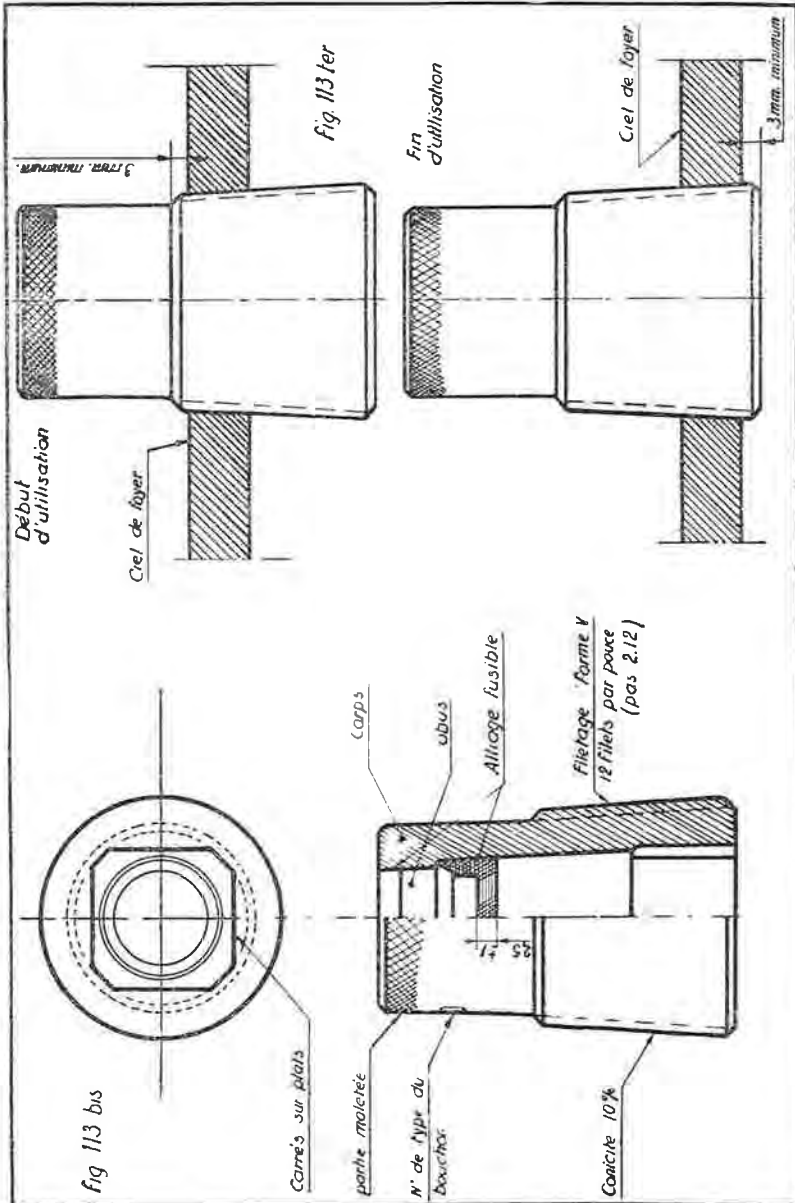


Fig 113



Livret hlt

8. I.

Page 66.

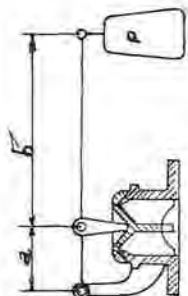


Fig. 111

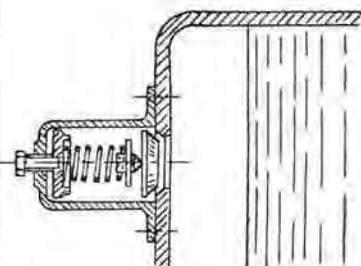


Fig. 118

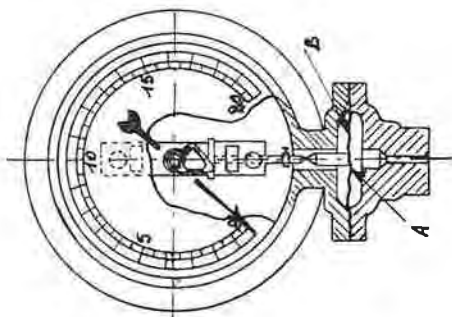


Fig. 116

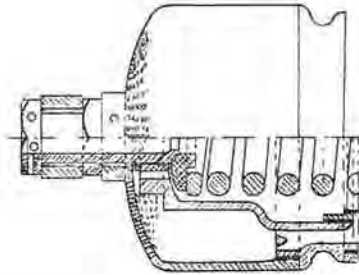


Fig 181

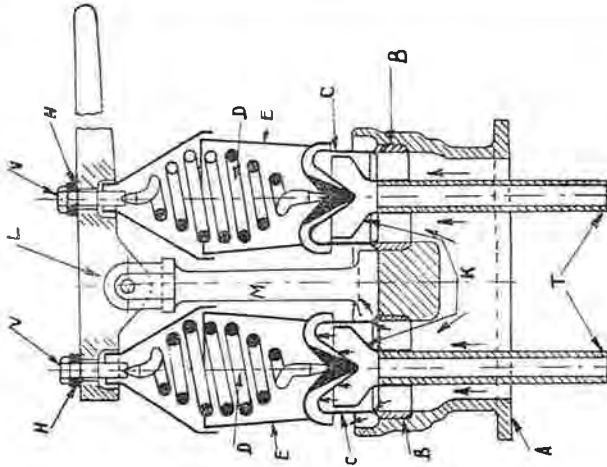


Fig 119

Livret hlt

8. I.

Page 68.

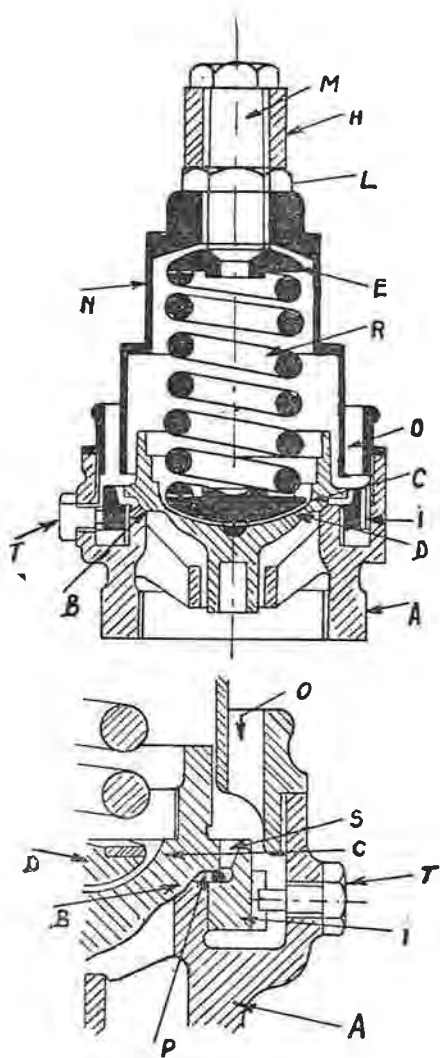


Fig. 120

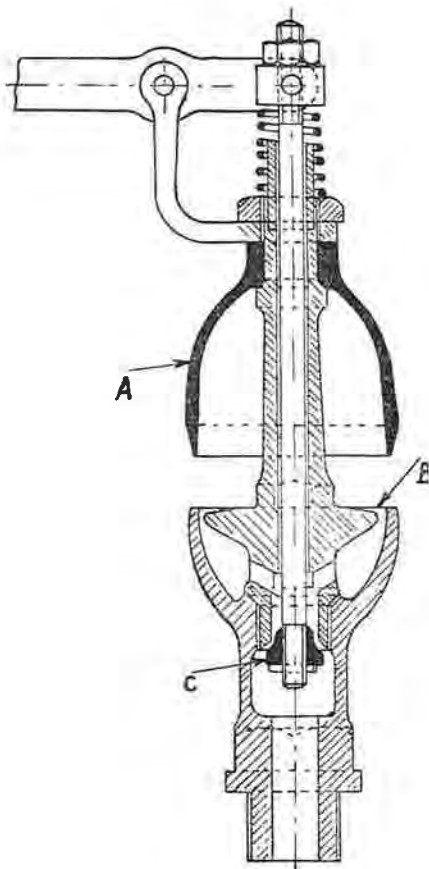


Fig. 122

Livret hlt

8. I.

Page 70.

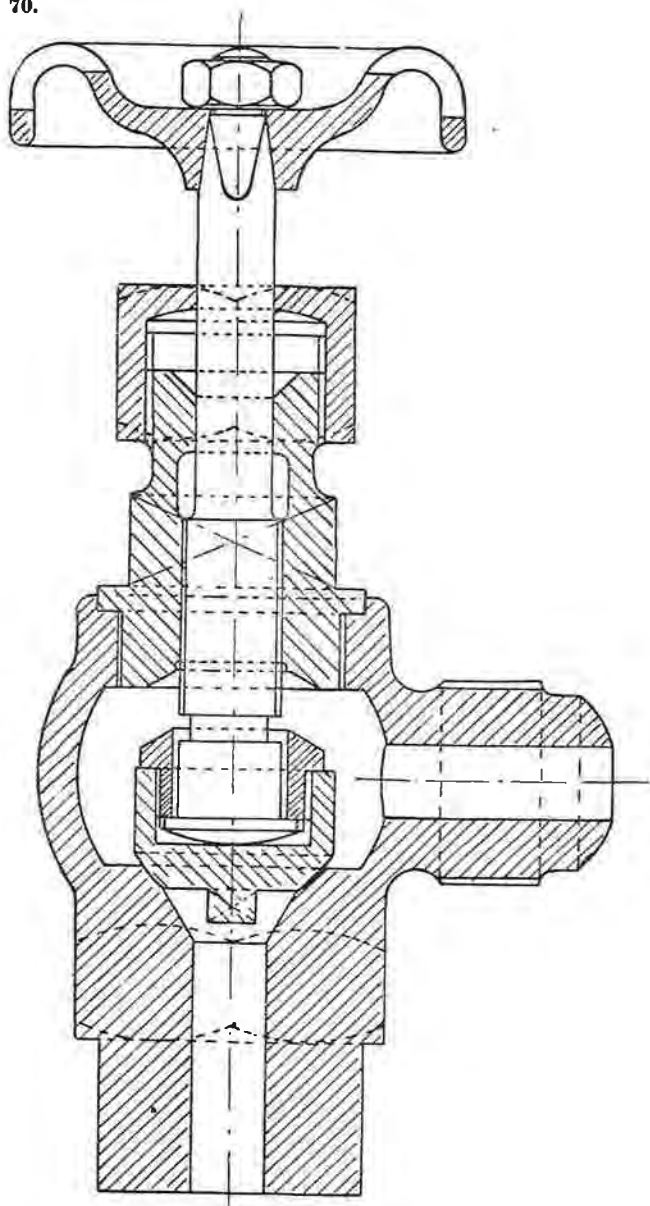


Fig 123.

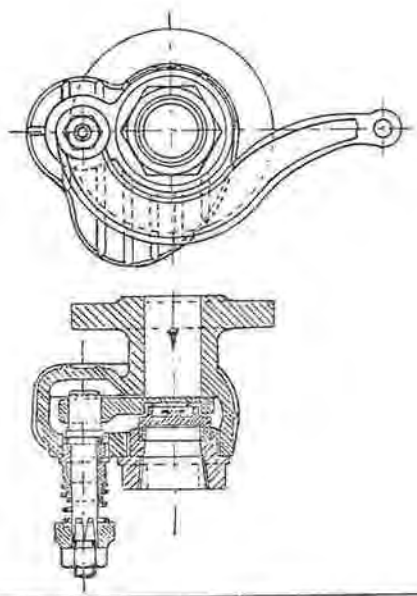


Fig 126

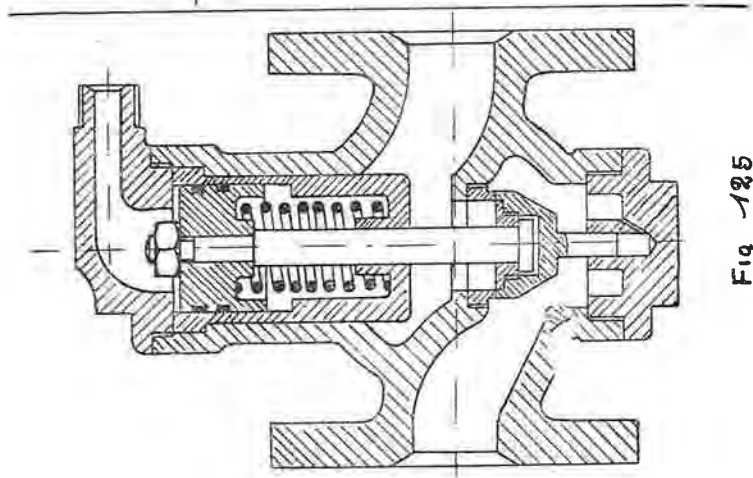


Fig 125

Livret hlt

8. I.

Page 72.

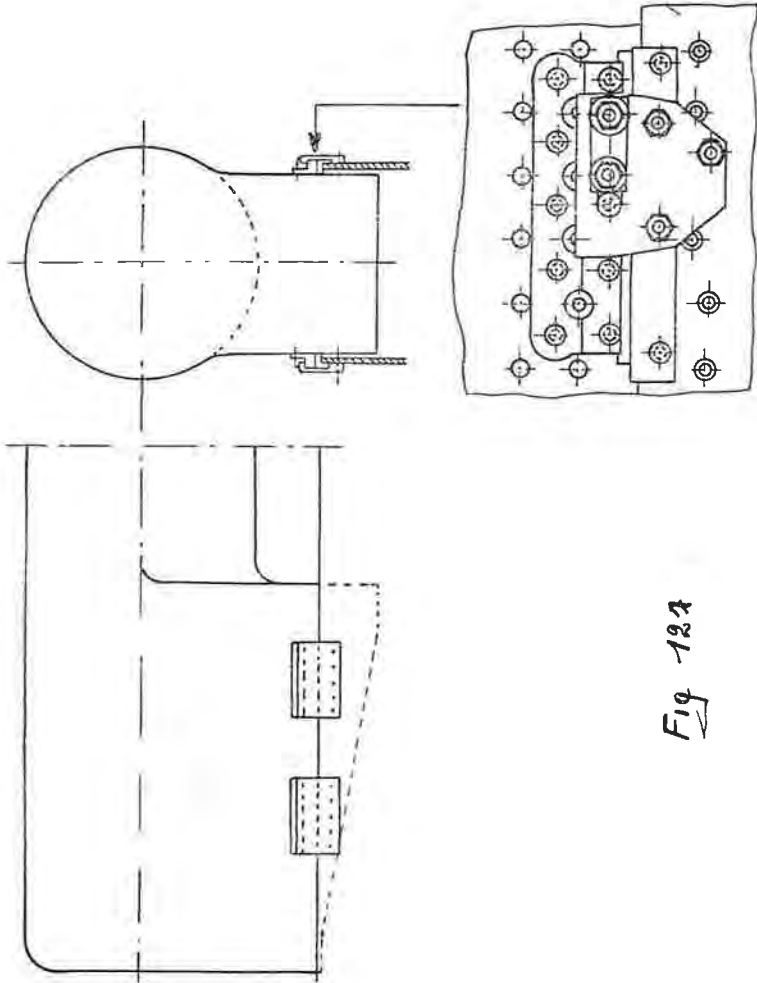
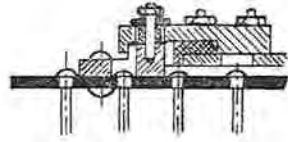


Fig 127

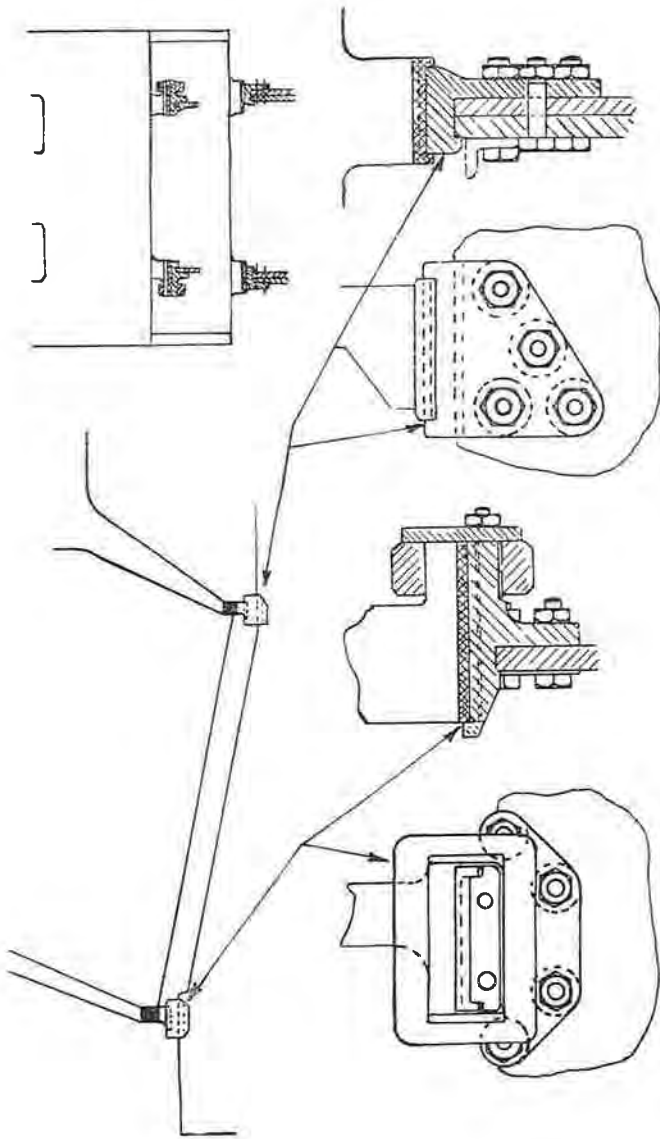


Fig 128

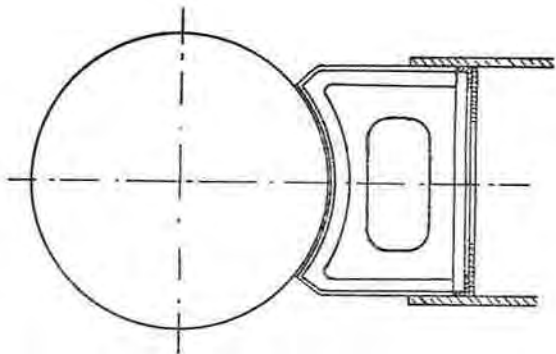
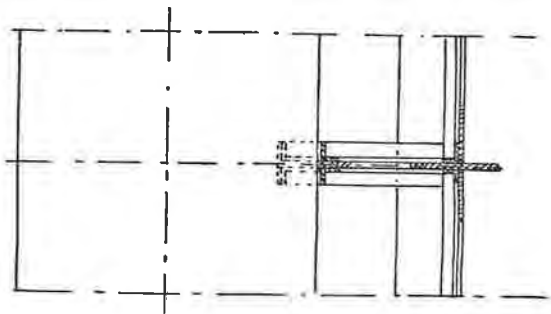


Fig 129.



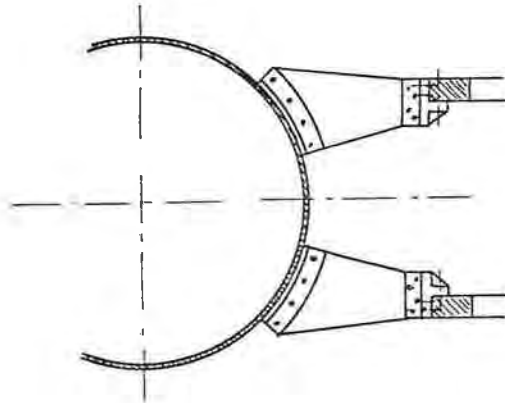
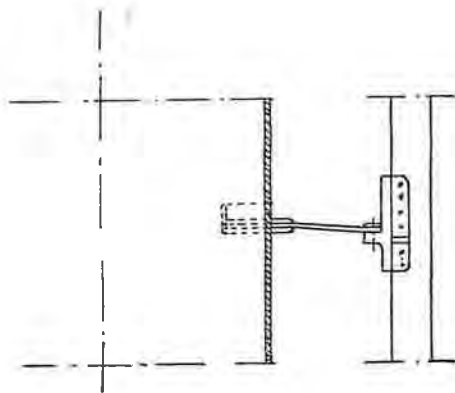


Fig 130



Livret hlt

8. I.

Page 76.

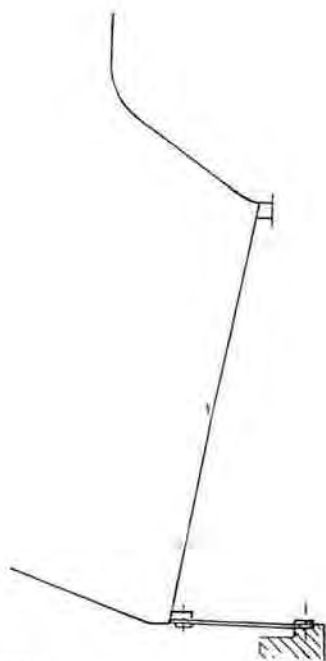
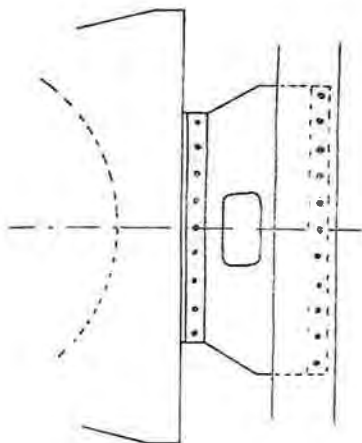


Fig 131

Septembre 1956.

Sommaire.

CHAPITRE II.

Le moteur.

1^{re} PARTIE : DISTRIBUTION — COULISSES — MARCHE A MODERATEUR FERME — MARCHE A CONTRE-VAPEUR — REGLAGE DE LA DISTRIBUTION — TRAVAIL A DETENTE — DOUBLE EXPANSION.

A. Distribution.

	Nos des articles
Généralités	1 à 7
Définitions	8 à 16
Commande du tiroir	17
Notion d'excentrique et d'excentricité	18 et 19
Représentation schématique de l'excentrique	20 à 24
Rôle des recouvrements et des découplements à l'échappement	25
Les 6 phases de la distribution	26
Diagramme de fonctionnement à détente théorique	27 et 28
Diagramme de fonctionnement à détente réel	29

Livret hlt

8. II.

Sommaire.

Page 2.

	N ^{os} des articles
B. Coulisses.	
1. Rôle de la coulisse	30 à 35
2. Coulisse Stephenson	36 à 39
3. Coulisse Walschaerts	40 à 47
C. Marche à modérateur fermé	48 à 50
D. Renversement de la vapeur	51
E. Réglage de la distribution	52
F. Le travail à détente	53
G. La double expansion	54 à 61
 2 ^e PARTIE : DISTRIBUTEURS — CYLINDRES — ORGANES ACCESSOIRES — PISTONS MOTEURS — TIGES DE PISTON — BOURRAGES DE TIGES DE PISTON.	
A. Distributeurs.	
Généralités	62
Tiroir plan ordinaire	63
» à canal	64
» équilibré	65 à 68
Tiroir cylindrique	69 à 75

	Nos des articles
B. Cylindres	76 à 85
C. Organes accessoires des cylindres	86 à 89
D. Pistons moteurs	90 à 94
E. Tiges de piston	95 à 99
F. Bourrages de tiges de piston	100 à 102
3^e PARTIE : CROSSES ET GUIDES —	
BIELLES MOTRICES — BIELLES	
D'ACCOUPLLEMENT — APPAREILS	
DE CHANGEMENT DU SENS DE	
MARCHE.	
A. Crosses et guides	103 à 108
B. Bielles motrices	109 à 113
C. Bielles d'accouplement	114 à 117
D. Appareils de changement du sens de	
 marche.	
a) Généralités	118 et 119
b) Appareil Belpaire	120
c) Appareil à vis	121
d) Appareil équipé de servo-moteur ...	122
e) Appareil Franklin	123
f) Appareil pour locomotives com- pound	124

Chapitre II. — Le moteur.

1^{re} PARTIE.

DISTRIBUTION — COULISSES — MARCHÉ A MODÉ- RATEUR FERME — MARCHÉ A CONTRE-VAPEUR — REGLAGE DE LA DISTRIBUTION — TRAVAIL A DÉTENTE — LA DOUBLE EXPANSION.

A. DISTRIBUTION.

Généralités.

- 1 L'étude de la distribution comporte l'examen du fonctionnement de l'appareil qui distribue alternativement la vapeur de part et d'autre du piston et qui assure, en même temps, l'échappement de la vapeur lorsqu'elle a accompli son travail utile dans le cylindre.

Toute distribution se compose essentiellement d'un mécanisme visible et d'un mécanisme invisible.

- 1^o Le mécanisme visible est constitué par un ensemble d'organes dont le rôle consiste à transformer le mouvement de rotation de l'arbre moteur en mouvement rectiligne alternatif et de transmettre, sous cette forme, le mouvement de la machine à l'organe distributeur proprement dit;
 - 2^o Le mécanisme invisible, ou organe distributeur proprement dit, est complètement caché dans la machine. La fonction de cet organe consiste à ouvrir et à fermer en temps voulu les orifices servant à l'introduction de la vapeur vive dans le cylindre et à l'évacuation de la vapeur d'échappement.
- 2 Dans la machine-locomotive l'organe distributeur proprement dit est le tiroir.

Livret hlt

8. II.

Page 2.

Exceptionnellement, dans certains types récents de locomotives étrangères, la distribution de la vapeur se fait par soupapes.

On distingue le tiroir à coquille (ou tiroir plan) et le tiroir cylindrique (ou piston-valve).

Le tiroir plan est utilisé exclusivement dans les locomotives à vapeur saturée.

Le tiroir cylindrique convient plus spécialement aux locomotives à vapeur surchauffée.

3 Sur le côté du cylindre (fig. 1) ou bien au-dessus de celui-ci est adaptée une chambre dite chapelle de distribution ou boîte à vapeur dont l'intérieur K communique avec la chaudière par le tuyau de livrance. Dès que le machiniste ouvre le modérateur, la chapelle K se trouve remplie de vapeur vive à une pression qui dépend du degré d'ouverture du modérateur.

4 La chapelle présente à sa base une surface plane g, bien dressée, appelée glace ou table des lumières, sur laquelle glisse le tiroir.

5 La glace est percée de trois orifices allongés, appelés lumières, de forme rectangulaire et disposés transversalement au mouvement du tiroir. Les lumières extrêmes correspondent aux canaux L1 et L2 qui aboutissent aux extrémités du cylindre et qui sont destinés à assurer l'admission ainsi que l'échappement de la vapeur. La lumière du milieu Lo assure l'évacuation de la vapeur d'échappement vers la colonne de décharge d'où elle s'écoule, par la cheminée vers l'atmosphère.

Grâce au mouvement de va-et-vient du tiroir, les lumières L1 et L2 sont alternativement ouvertes à l'admission et à l'échappement.

6 Ainsi que le montre la fig. 2, le tiroir plan ordinaire sous sa forme la plus simple ressemble à une sorte de boîte rectangulaire tournant sa cavité C vers la glace et présentant son grand côté transversalement au sens du mouvement.

Vu en coupe parallèle à son mouvement, comme dans la figure 2, le tiroir plan possède deux larges bandes b par lesquelles il glisse sur la glace.

Vu en coupe transversale à son mouvement, comme dans la figure 3, le tiroir plan ne présente que les bords j strictement nécessaires pour assurer l'étanchéité voulue. La même coupe montre que la cavité C offre une dimension transversale exactement égale à celle des lumières.

Avec le tiroir plan, l'admission se fait par les arêtes extérieures et l'échappement par les arêtes intérieures (fig. 1).

- 7 En principe, le tiroir cylindrique (fig. 4) est formé de deux pistons P et P' , appelés corps de distributeur, montés sur une tige commune. La chapelle, de forme cylindrique, est revêtue intérieurement de deux fourreaux F et F' bien alésés, formant la glace. L'étanchéité est assurée par une série de petits cerces montés sur chacun des deux corps de distributeur.

Ainsi que le montre la figure 4 avec le tiroir cylindrique pour vapeur surchauffée, l'admission se fait par les arêtes intérieures du distributeur et l'échappement par les arêtes extérieures.

Définitions.

Imaginons une coupe faite à travers le tiroir et sa glace, parallèlement au mouvement (fig. 2 et 5). Les définitions suivantes sont à retenir.

- 8 On entend par axe de la glace, l'axe de symétrie a de celle-ci. Cet axe est fixe puisqu'il appartient à un organe fixe de l'appareil de distribution.
- 9 On appelle axe du tiroir l'axe de symétrie a' de celui-ci. Cet axe est donc mobile attendu qu'il participe au mouvement du tiroir.
- 10 On dit que le tiroir occupe sa position moyenne, lorsque, comme dans la fig. 2 et 5, son axe a' vient coïncider avec l'axe a de la glace.
- 11 Le tiroir occupant sa position moyenne, on appelle recouvrement à l'admission, la quantité e dont les bandes du tiroir recouvrent du côté de l'admission, les arêtes cor-

Livret hlt

8. II.

Page 4.

respondantes des lumières L1 et L2. Ces recouvrements ont pour objet de réaliser la détente de la vapeur admise dans le cylindre.

12 Le tiroir étant encore supposé occuper sa position moyenne, on entend par recouvrement à l'échappement la quantité i (voir fig. 6 et 7) dont les bandes du tiroir recouvrent du côté de l'échappement les arêtes correspondantes des lumières. Il peut, toutefois, ne pas exister de recouvrement à l'échappement, comme dans les fig. 8 et 9 et même, il peut y avoir découverture à l'échappement (d) comme dans les fig. 10 et 11.

13 En supposant maintenant que le tiroir occupe une position différente de sa position moyenne, comme par exemple dans les fig. 12 et 13 et 14 et 15, on entend par écart du tiroir la distance x dont le tiroir est écarté de sa position moyenne. En d'autres termes, l'écart est la distance (x) qui sépare à tout instant l'axe (a') du tiroir et l'axe (a) de la glace.

14 Comme à un moment donné le tiroir se trouve écarté d'un côté ou de l'autre de sa position moyenne, soit à droite, soit à gauche de celle-ci, on a donc, selon le cas, des écarts à droite, dits écarts positifs (fig. 12 et 13) ou des écarts à gauche, dits écarts négatifs (fig. 14 et 15).

Lorsque le tiroir est à fond de course, soit à droite soit à gauche, l'écart est alors maximum. Il convient de distinguer l'écart maximum positif et l'écart maximum négatif.

15 Dans tous les cas, l'admission commence et finit, de chaque côté du piston, toutes les fois que la valeur de l'écart du tiroir est égale à la valeur e du recouvrement à l'admission.

16 a) Dans le cas d'un tiroir avec recouvrements à l'échappement, l'échappement commence et finit, de chaque côté du piston, toutes les fois que la valeur de l'écart du tiroir est égale à la valeur i du recouvrement à l'échappement;

- b) Dans le cas d'un tiroir dépourvu de recouvrement à l'échappement, l'échappement commence d'un côté du piston et finit de l'autre côté, au même instant, toutes les fois que la valeur de l'écart du tiroir est nulle, c'est-à-dire toutes les fois que le tiroir passe par la position moyenne;
- c) Dans le cas d'un tiroir avec découverts à l'échappement, l'échappement commence et finit, de chaque côté du piston, toutes les fois que la valeur de l'écart du tiroir est égale à la valeur (d) du découverture à l'échappement.

Commande du tiroir.

17 Le mouvement du tiroir est un mouvement de va-et-vient. Ce mouvement est réalisé par la machine elle-même : la distribution de la vapeur se fait donc automatiquement. Pour mieux saisir le moyen mécanique utilisé pour l'obtention de cette automaticité, rappelons-nous que le piston fait tourner l'arbre moteur par l'intermédiaire d'un moyen mécanique simple qui est la transmission par bielle et manivelle. Ce mécanisme opère la transformation du mouvement alternatif en mouvement de rotation. Dès lors, on conçoit aisément qu'un mécanisme similaire (bielle et manivelle) puisse, inversement, transformer le mouvement de rotation de l'arbre moteur en mouvement alternatif pour le tiroir. Toutefois, au lieu d'une manivelle proprement dite et d'une bielle, le mécanisme de commande du tiroir comprend un ensemble d'organes dont l'effet est exactement le même. Voici, d'abord pourquoi l'emploi d'une manivelle proprement dite n'est pas praticable pour la commande du tiroir : le rayon de cette manivelle serait toujours relativement petit par rapport au diamètre de l'arbre moteur et, dans ces conditions, l'emploi combiné d'une tête de bielle ordinaire et d'un arbre coudé [dans le cas de cylindres intérieurs (fig. 16)] ou d'un bouton de manivelle [dans le cas de cylindres extérieurs (fig. 17)], serait peu constructif et même incompatible avec la résistance de l'assemblage.

Livret hlt

8. II.

Page 6.

Notion d'excentrique et d'excentricité.

- 18 Cette considération a conduit à l'idée de grossir le tourillon au point d'embrasser complètement l'arbre moteur (fig. 18). Ensuite, au lieu d'articuler sur ce bouton grossi P, appelé « poulie d'excentrique » une tête de bielle ordinaire, on a tout simplement remplacé celle-ci par un collier C appelé « collier d'excentrique » (fig. 19) faisant office de grosse tête de bielle. L'ensemble ainsi constitué (fig. 19) fonctionne comme un mécanisme ordinaire à manivelle et constitue ce que l'on désigne sous le nom d'excentrique parce que le centre R de cet organe est excentré par rapport au centre O de l'arbre moteur. Le collier C est constitué par deux demi-cercles réunis par boulons et embrassant à frottement doux la poulie d'excentrique. A ce collier vient se fixer une sorte de bielle b appelée barre d'excentrique qui s'articule d'autre part à la tige du tiroir. Un guidage G assure à la tige du tiroir un mouvement rigoureusement rectiligne.

Le centre R de la poulie d'excentrique P (fig. 19) est également le centre du collier C, et par suite, le centre de tout l'organe dit « excentrique » formé par la poulie et le collier. Pour ce motif, on désigne sous le nom de centre de l'excentrique le centre R de la poulie d'excentrique.

La circonférence pointillée 1 (fig. 19) représente le mouvement de rotation continu du centre R de l'excentrique autour du centre O de l'arbre moteur. Cette circonférence est désignée sous le nom de trajectoire de l'excentrique.

- 19 On entend par excentricité (fig. 19) la longueur $OR = r$ rayon de l'excentrique, mesurée depuis le centre O de l'arbre moteur jusqu'au centre R de l'excentrique. En d'autres termes, l'excentricité correspond au rayon de la manivelle qui remplacerait l'excentrique. De là résulte que la course du tiroir est égale à deux fois l'excentricité. Ceci explique pourquoi l'excentricité est toujours prise relativement petite; il convient, en effet, de

ne donner au tiroir que la course pratiquement la plus petite possible afin de réduire au minimum les résistances dues au frottement du tiroir sur la glace.

Représentation schématique de l'excentrique.

- 20 Pour la facilité du raisonnement autant que dans le but de simplifier les tracés, on assimile habituellement l'excentrique à une manivelle de rayon égal à l'excentrique. De cette manière, la représentation schématique de l'ensemble formé par la manivelle motrice et l'excentrique peut se ramener dans tous les cas, comme dans la fig. 19 à un tracé simple, tel que :

O = centre de l'arbre moteur

OM = manivelle motrice

OR = excentricité = r .

- 21 On désigne sous le nom d'angle de calage (fig. 19) l'angle MOR qui forme l'axe OM de la manivelle motrice avec le rayon OR de l'excentrique. L'angle de calage de la machine à détente est plus grand que 90° , et l'excentrique est calé en avant de la manivelle motrice dans le sens de marche considéré. En d'autres termes, l'excentrique précède toujours la manivelle motrice dans sa rotation autour du centre de l'arbre moteur. (On dit ainsi que la manivelle court après l'excentrique).

- 22 On désigne sous le nom d'angle d'avance (fig. 19) l'excédent D de l'angle de calage sur l'angle droit. L'angle d'avance a pour but d'éviter qu'il y ait du retard à l'admission et, même de procurer au mouvement du tiroir une certaine avance indispensable au bon fonctionnement de la distribution. Il est, en effet, nécessaire pour que la machine soit aussi puissante que possible, de provoquer déjà l'admission de la vapeur, dans le cylindre, un peu avant que le piston ait achevé sa course rétrograde. C'est ce qu'on appelle donner de « l'avance à l'admission » ou de « l'admission anticipée ». Bien entendu, cette avance ne doit être que tout juste ce qu'il faut pour que la vapeur admise dans le cylindre y atteigne la pression nécessaire.

Livret hlt

8. II.

Page 8.

23 La quantité a (fig. 20) dont la lumière est déjà ouverte à l'instant où la manivelle franchit le point mort (piston à fond de course) constitue ce que l'on appelle « l'avance linéaire ».

24 Dans ces conditions, ainsi que le montre la fig. 20, dans toute machine à détente, réglée avec admission anticipée, à l'instant où la manivelle passe par le point mort (piston à fond de course), l'écart du tiroir a pour valeur la somme $e + a =$ recouvrement à l'admission $+$ avance linéaire.

Autrement dit : l'écart $e + a$ du tiroir caractérise la position point mort de la manivelle motrice.

De plus :

1° Vers la fin de la course directe du piston, il y a avance à l'échappement ou « échappement anticipé » ;

2° Vers la fin de la course rétrograde la vapeur qui reste emprisonnée dans le cylindre se trouve comprimée jusqu'à l'instant où commence l'admission anticipée, ce qui s'exprime en disant qu'il y a « compression ».

Rôle des recouvrements ou des découverts à l'échappement.

25 Le recouvrement à l'échappement prolonge la détente, diminue l'échappement anticipé ainsi que l'échappement proprement dit et augmente la compression.

Le découvert à l'échappement raccourcit la détente, augmente l'échappement anticipé ainsi que l'échappement proprement dit et diminue la compression.

Les 6 phases de la distribution.

26 Il ressort de ce qui précède que la distribution de la machine à détente réglée avec admission anticipée comprend les six phases suivantes :

Course directe { 1° l'admission proprement dite;
2° la détente;
3° l'échappement anticipé;

Course rétro-
grade } 4° l'échappement proprement dit;
5° la compression;
6° l'avance à l'admission (ou admis-
sion anticipée).

Diagramme de fonctionnement à détente théorique.

27 On considère un cylindre et son piston (fig. 21) et on raccorde sur le couvercle du cylindre un manomètre. On suppose le piston à fond de course, à gauche. On ouvre les robinets R1 et R4 et on maintient les robinets R2 et R3 fermés : la vapeur est donc admise sur la face gauche du piston et la face droite est mise à l'échappement. Le manomètre indiquera la pression effective. Si on raccorde un manomètre sur une chaudière hors pression, il indique une pression nulle bien qu'il règne à ce moment à l'intérieur de la chaudière comme à l'extérieur, une pression égale à la pression atmosphérique. On dit alors que la pression effective de la chaudière est nulle, la pression absolue étant égale à la pression atmosphérique. Lorsque la chaudière est sous pression, le manomètre indiquera toujours la pression effective. (La pression absolue de la chaudière est égale à la pression effective, augmentée de la pression atmosphérique).

On inscrit dans un diagramme (fig. 21) la pression effective de la vapeur en fonction de la position du piston dans le cylindre. On obtient ainsi le point A1.

Sous l'action de la pression effective de la vapeur, le piston se déplace vers la droite. La pression effective de la vapeur sur la face gauche du piston reste toujours égale à 14 kg/cm², le robinet R1 étant ouvert; sur le diagramme on peut inscrire l'horizontale A1 B1 partant de A1 (fig. 22).

A un certain moment, lorsque le piston est en B, on ferme le robinet R1, la vapeur se détend. Le piston continue à se déplacer vers la droite, mais la pression effective de la vapeur sur la face gauche du piston diminue progressivement. Lorsque le piston est par exemple en C,

Livret hlt

8. II.

Page 10.

la pression effective indiquée par le manomètre sera tombée à 6 kg/cm^2 , par exemple (fig. 23). Sur le diagramme on pourra inscrire la ligne B1 C1 représentant la chute de la pression effective en fonction de la position du piston.

De même, lorsque le piston est arrivé à bout de course en D (fig. 24), la pression effective sur la face gauche du piston sera tombée à 4 kg/cm^2 (point D1).

A ce moment, on ferme R4 et on ouvre R2 et R3 (fig. 25). Le manomètre indique que la pression effective tombe brusquement à zéro (à la pression atmosphérique — point D2).

Sous l'action de la vapeur admise par le robinet R3 sur la face droite du piston, le piston se déplace vers la gauche. Durant toute sa course, le robinet R2 étant ouvert, la pression effective lue au manomètre reste nulle. On peut donc inscrire sur le diagramme l'horizontale D2 A2 partant de D2 (fig. 26).

Le piston étant revenu à fond de course, en A, on ouvre R1 et R4 en fermant R2 (fig. 26); (R3 a été fermé en un certain point de la course); le manomètre indique que la pression effective monte brusquement de zéro à la pression effective de la chaudière. On retrouve ainsi le point A1.

28 Le diagramme que l'on a tracé ainsi représente le diagramme de fonctionnement à détente (fig. 27); on voit qu'il comprend 3 phases :

A1 B1 admission;
B1 D1 détente;
D2 A2 échappement.

Si l'on raccorderait un manomètre sur l'autre couvercle du cylindre (fig. 28) et qu'on ferait accomplir au piston une course aller et retour en mesurant les pressions sur la face droite du piston, on trouverait le diagramme des pressions se rapportant à la face droite. Ce diagramme est le symétrique du diagramme précédent.

Diagramme de fonctionnement à détente réel.

29 Le diagramme représenté à la fig. 27 est un diagramme théorique. En réalité (fig. 29), on ferme le robinet R2 en F2 au lieu de le fermer en A2. On comprime ainsi la vapeur renfermée dans le cylindre et les chocs dus au changement de sens de marche brusque du piston sont ainsi amortis par un coussin de vapeur. Cet effet est complété par l'avance à l'admission due à l'ouverture du robinet R1 en a1, au lieu de A1. Comme on peut le montrer, la compression et l'avance à l'admission améliorent aussi le rendement de la machine. Dans le même ordre d'idée, on réalise aussi un échappement anticipé de la vapeur en ouvrant le robinet R2 en E1 au lieu de D2.

Le diagramme réel est représenté à la fig. 29. On voit qu'on y distingue diverses zones correspondant chacune à des positions déterminées des différents robinets. Ces zones sont appelées les phases de la distribution :

- A1 B1 — admission (R1 ouvert — R2 fermé) ;
- B1 E1 — détente (R1 fermé — R2 fermé) ;
- E1 D2 — échappement anticipé (R1 fermé - R2 ouvert) ;
- D2 F2 — échappement (R1 fermé — R2 ouvert) ;
- F2 a1 — compression (R1 fermé — R2 fermé) ;
- a1 A1 — avance à l'admission (R1 ouvert — R2 fermé).

B. COULISSES.**1. — Rôle de la coulisse.**

30 La coulisse est l'organe du mécanisme de la distribution qui permet de faire varier le degré d'admission, pendant la marche de la locomotive et même de renverser la vapeur.

A l'état de repos de la locomotive, la coulisse permet de disposer à volonté, de la machine soit pour la marche en avant (désignée par la suite : marche AV), soit pour la marche en arrière (désignée par la suite : marche AR).

Livret hlt

8. II.

Page 12.

31 Renversement du sens de marche. — Si nous considérons comme sens de marche AV le sens de rotation des aiguilles d'une montre (sens de la flèche fig. 30), nous avons vu que la manivelle courant après l'excentrique, tout excentrique commandant la marche AV devra être calé suivant OR1 (fig. 30), tandis que tout excentrique commandant la marche AR (sens de la flèche fig. 31) devra être calé suivant OR2 (fig. 31).

Dès lors, si l'on a deux excentriques, tels que OR1 et OR2 calés sur le même essieu, l'un à côté de l'autre et symétriquement par rapport à la manivelle motrice, on pourra à volonté faire marcher la machine en avant ou en arrière, selon que l'on aura choisi l'un ou l'autre de ces deux excentriques.

A cet effet, le mouvement de chacun des deux excentriques OR1 et OR2 est communiqué respectivement aux extrémités A et B d'un organe spécial qui constitue la coulisse (fig. 32). Celle-ci transmet, à son tour, le mouvement des deux excentriques à la tige du tiroir.

En principe, l'ensemble formé par les deux excentriques, les deux barres d'excentriques et la coulisse, constitue un système articulé dont les quatre charnières sont : R1 — R2-A-B.

En manœuvrant le levier de changement du sens de marche, le machiniste fait glisser la coulisse par rapport à un coulisseau C articulé à l'extrémité de la tige du tiroir. Dans ces conditions, le mouvement du tiroir sera commandé soit par l'excentrique OR1 soit par l'excentrique OR2, selon que la coulisse a été ramenée à sa position inférieure (marche AV) (fig. 33) ou à sa position supérieure (marche AR) (fig. 34).

Variation du degré d'admission pendant la marche.

32 Attendu que, pendant la marche, aussi bien que pendant le stationnement de la machine on peut à volonté faire descendre ou faire monter la coulisse par rapport à son coulisseau, le machiniste peut donc choisir une position intermédiaire. Il est démontré que, lorsque le coulisseau occupe une position intermédiaire, le mouvement du

tiroir est le même que s'il était commandé par un seul excentrique tel que OR par exemple (fig. 35) appelé « excentrique fictif ». En d'autres termes, tout se passe comme si les 2 excentriques existants OR1 et OR2, ainsi que la coulisse, étaient supprimés et comme si l'excentrique fictif OR commandait seul et directement le mouvement du tiroir par l'intermédiaire d'une barre fictive RC articulée en C à la tige du tiroir.

- 33 A noter que le rayon de l'excentrique fictif est nécessairement toujours plus petit que l'excentricité réelle, tandis que l'angle d'avance fictif est toujours plus grand que l'angle d'avance réel. Il résulte de là que, si l'on place la coulisse dans une position intermédiaire (commande du tiroir par rayon d'excentrique fictif), l'admission proprement dite sera plus petite et la détente plus grande.
- 34 Plus le coulisseau se rapprochera du milieu de la coulisse, plus l'excentrique fictif sera petit et plus l'angle d'avance sera grand et, par conséquent, plus la détente sera grande. Quand le coulisseau se trouve au milieu de la coulisse (levier au centre), on aura l'excentrique fictif (ORo) le plus petit. Théoriquement, celui-ci se trouvera alors dans le prolongement de la manivelle et à l'opposé de celle-ci. L'admission sera alors réduite à sa plus petite valeur et la détente atteindra son maximum. En joignant par un tracé continu, comme dans la fig. 35 toutes les positions que peut occuper le centre de l'excentrique fictif, d'après les positions du coulisseau par rapport à la coulisse, on obtient la courbe des centres fictifs.
- 35 Toutes les positions du coulisseau occupant la moitié supérieure de la coulisse correspondent à la marche avant, tandis que toutes celles occupant la moitié inférieure correspondent à la marche arrière. Ainsi, en déplaçant successivement la coulisse du fond de course AV au fond de course AR, on aura successivement :

Fig. 33 : la marche avant, levier à fond (admission maximum et faible détente);

Livret hlt

8. II.

Page 14.

Fig. 35 : la marche avant, levier à l'expansion (admission plus faible, détente plus forte);

Fig. 32 : la marche au point mort (admission minimum, détente maximum);

Fig. 36 : la marche arrière, levier à l'expansion;

Fig. 34 : la marche arrière, levier à fond.

2. — Coulisse Stephenson.

36 La coulisse Stephenson (fig. 37) comprend deux excentriques égaux OR1 et OR2 calés symétriquement par rapport à la manivelle motrice OM, de sorte que l'angle de calage $MOR1 = \text{l'angle de calage } MOR2 = 90^\circ + D$. Ces deux excentriques commandent deux barres d'excentriques b1 et b2 articulées aux extrémités d'une coulisse mobile AB. Cette coulisse, tracée avec un rayon égal à la longueur des barres d'excentriques, tourne sa concavité vers l'essieu moteur.

Elle est suspendue par une bielle de suspension m à l'extrémité P d'un levier coudé PO' pouvant osciller autour du point fixe O' et dont l'autre extrémité S est reliée par la barre ST au levier de changement de marche L articulé autour du point fixe O". Un guidage G oblige la tige du tiroir à se déplacer en ligne droite. Un contrepoids W placé sur le prolongement opposé de la branche PO' équilibre le poids de la coulisse et des barres d'excentrique, de manière à faciliter la manœuvre.

37 La manivelle motrice étant à son point mort le plus éloigné de la coulisse, on dit que la coulisse est à barres ouvertes lorsque, comme dans la fig. 37, les barres d'excentrique ne se croisent pas. Il est bien entendu que cette définition n'est exacte que pour autant que la manivelle occupe la position point mort le plus éloigné de la coulisse; car, après un demi-tour de manivelle, les barres ouvertes se croisent (fig. 38).

38 La manivelle motrice étant à son point mort le plus éloigné de la coulisse, on dit que la coulisse est à barres croisées lorsque, comme dans la fig. 39, les barres se croisent.

A remarquer qu'après un demi-tour de manivelle les barres croisées se décroisent (fig. 40).

- 39 Supposons une distribution à tiroir plan. Si nous plaçons la machine dans une position telle que la manivelle motrice du cylindre considéré occupe son point mort gauche par exemple, et si nous démontons le couvercle de la chapelle, nous voyons que, lorsque le levier est à fond, le tiroir découvre la lumière de gauche d'une certaine quantité qui est égale à l'avance linéaire a . Si alors nous ramenons progressivement le levier vers le centre du secteur, nous pouvons observer que le tiroir découvre davantage la lumière, c'est-à-dire que l'avance linéaire augmente. Lorsque le levier est arrivé exactement au centre du secteur (coulisseau au milieu de la coulisse), nous voyons que l'avance linéaire est devenue maximum.

En résumé, dans la distribution Stephenson à barres ouvertes, l'avance linéaire augmente à mesure que l'on rapproche le levier de changement du sens de marche du centre du secteur. Elle est maximum quand le levier de changement de marche est exactement au point mort, c'est-à-dire quand le degré d'admission est minimum.

3. — Coulisse Walschaerts (fig. 41 et 42).

- 40 La distribution Walschaerts n'a qu'un seul excentrique appelé excentrique réel ou excentrique vrai. Dans le cas de distribution intérieures, cet excentrique est réalisé au moyen d'une poulie d'excentrique ordinaire. Dans le cas des distributeurs extérieurs (cas général), l'excentrique unique est réalisé au moyen d'une contre-manivelle.
- 41 Dans la distribution Walschaerts, le rayon d'excentrique réel est calé à angle droit sur la manivelle motrice, soit en avant, soit en arrière de celle-ci. La barre d'excentrique fait osciller une coulisse articulée autour d'un point fixe choisi au milieu de la coulisse. L'avance angulaire (angle d'avance) est réalisée au moyen d'un levier d'avance.

Livret hlt

8. II.

Page 16.

42 Le renversement de marche s'explique comme suit.

Considérons la distribution Walschaerts d'une locomotive à vapeur saturée, avec calage de l'excentrique en avant (fig. 41). Soit K le point fixe autour duquel oscille la coulisse. Lorsque, sous l'action de la rotation du centre R de l'excentrique, l'extrémité inférieure A de la coulisse oscille vers la droite, l'extrémité supérieure B de la coulisse se déplacera vers la gauche et inversement. Dès lors, il va de soi que pour renverser la marche il suffit de faire passer le coulisseau d'une extrémité de la coulisse à l'autre. Dans le cas où l'excentrique OR est calé en avant comme dans la fig. 41, on voit que la moitié inférieure de la coulisse correspond à la marche avant et la moitié supérieure, à la marche arrière.

Inversement, si l'excentrique était calé en arrière comme dans la fig. 42, ce serait la moitié inférieure qui donnerait la marche arrière et la moitié supérieure, la marche avant.

43 Pour faire passer le coulisseau d'une moitié à l'autre de la coulisse, la barre radiale CP est suspendue par une bielle de suspension à l'appareil de relevage commandé par le levier de changement de marche. La barre radiale est articulée en P au levier d'avance, celui-ci est articulé au moyen d'une bielle QS à la crosse de piston d'une part et à la tige du tiroir d'autre part. De cette manière, le levier d'avance donne au tiroir les avances nécessaires.

44 A noter que le point d'attaque P du levier d'avance doit être exactement le centre géométrique de la coulisse lorsque la manivelle motrice est au point mort. Dans ces conditions, lorsque la manivelle motrice est au point mort, on pourra faire monter et descendre le coulisseau tout le long de la coulisse sans que le point P ne bouge et par conséquent, sans que le tiroir ne bouge. Il résulte de là que dans la distribution Walschaerts, l'avance linéaire reste constante pour tous les crans de marche.

45 Lorsque le levier de changement du sens de marche est au point mort (coulisseau au milieu de la coulisse), la coulisse n'a plus aucun effet sur le coulisseau puisque la

position de celui-ci coïncide alors avec la position du point fixe d'oscillation de la coulisse. Par conséquent, pendant la marche au point mort, le point P peut être considéré comme sensiblement fixe. Dès lors, le tiroir n'est plus commandé que par le levier d'avance qui lui communique une course égale à deux fois la somme $(e + a)$.

Or, la similitude des triangles PSS' et PTT' nous donne la relation :

$$\frac{SS'}{TT'} = \frac{PS}{PT}$$

avec $\left\{ \begin{array}{l} e = \text{recouvrement à l'admission} \\ a = \text{avance linéaire} \\ m = \text{rayon de la manivelle motrice} \end{array} \right.$

d'où

$$\frac{2 m}{2 (e + a)} = \frac{PS}{PT}$$

ou

$$\frac{m}{(e + a)} = \frac{PS}{PT}$$

Cette proportion montre que les longueurs des bras de levier PS et PT du levier d'avance doivent être dans le rapport du rayon de manivelle motrice à la somme $(e + a)$.

Si par exemple le rapport $\frac{m}{e + a} = 8$, c'est-à-dire, si

la manivelle motrice vaut 8 fois la somme $(e + a)$, il faudra alors que le point P partage le levier d'avance en 2 parties telles que $PS = 8$ fois PT .

- 46 Lorsque la distribution Walschaerts est à tiroir cylindrique avec admission par les arêtes intérieures (vapeur surchauffée), l'articulation T est reportée en-deçà du point P, c'est-à-dire à l'opposé de la position qu'elle occupe

Livret hlt

8. II.

Page 18.

dans le cas de la distribution par tiroir plan. En outre, il faut modifier : ou le dispositif de relevage ou le calage de l'excentrique.

Si le même dispositif de relevage est conservé, il faut caler l'excentrique à l'opposé (comparez fig. 41 et 44).

Si le même calage est conservé, il faut modifier le relevage (comparez fig. 41 et 43) de façon à ce que pour le même sens de marche, le coulisseau occupe l'autre moitié de la coulisse.

Cela tient à ce que le mouvement du tiroir cylindrique (avec admission par les arêtes intérieures) doit se produire en sens inverse de celui du tiroir plan (avec admission par les arêtes extérieures).

- 47 Les manivelles des deux mécanismes situés du même côté de la machine à quatre cylindres égaux sont calées à 180° l'une de l'autre, c'est-à-dire opposées. Les mouvements des tiroirs de ces deux mécanismes devront donc être semblables mais renversés. Dans ces conditions, la distribution intérieure de chaque côté est commandée par un simple renvoi de mouvement (mécanisme inverseur), appelé rocking shaft.

C. MARCHE A MODERATEUR FERME.

- 48 Le piston et le distributeur continuent leur mouvement sans qu'aucune vapeur ne leur soit fournie par le tuyau de livraison. Pendant la phase d'admission, le volume du cylindre derrière le piston augmente, il se crée donc un vide de plus en plus poussé qui freine le mouvement du piston et qui s'amplifie encore pendant la détente. Pendant l'avance à l'échappement, le cylindre est mis en communication avec la boîte à fumée par l'intermédiaire du conduit d'échappement : les gaz chauds de la boîte à fumée s'engouffrent dans le cylindre puis sont finalement refoulés pendant la phase d'échappement. Pendant la phase de compression, les gaz chauds restants sont comprimés, leur température augmente puis ils sont refoulés dans la boîte à vapeur lors de l'avance à l'admission.

- 49 La marche à modérateur fermé réalise donc un freinage de la locomotive et introduit dans le cylindre des gaz chauds, des escarbilles. Les gaz chauds peuvent provoquer la décomposition des huiles de graissage, favoriser la formation de cambouis. Par contre, les escarbilles peuvent provoquer le grippage du cylindre.
- 50 Pour atténuer ces inconvénients, il convient de rouler avec le plus grand degré d'admission possible car une longue admission entraîne une faible détente et une faible compression, ce qui réduit le freinage du piston et l'échauffement des gaz. En outre, on munit les cylindres de reniflards et de conduits d'équilibre.

D. RENVERSEMENT DE LA VAPEUR.

- 51 Dans la marche à contre-vapeur, la locomotive roule dans un sens alors que le mécanisme de distribution est disposé pour le sens inverse de marche.

Le mouvement du piston est fortement freiné pendant les phases de compression et d'échappement. La marche à contre-vapeur entraîne également l'introduction de gaz brûlés dans le distributeur et le cylindre et permet de freiner le mouvement de la locomotive.

E. REGLAGE DE LA DISTRIBUTION.

- 52 En pratique, les déplacements du piston, les ouvertures maxima et les avances linéaires ne sont que très rarement égales pendant les différentes phases de la distribution pour les 2 sens de marche et pour tous les degrés d'admission. Les erreurs de construction font qu'il faut rechercher et faire disparaître les causes d'anomalies par le réglage de la distribution. Celle-ci consiste à rendre égales entre elles les 4 avances linéaires à l'admission (marche AV et AR sur les faces AV et AR du piston).

Livret hlt

8. II.

Page 20.

F. LE TRAVAIL A DETENTE.

- 53 La détente permet d'utiliser la force expansive de la vapeur; théoriquement, on serait donc tenté à la pousser le plus loin possible. Cependant, on remarque qu'en augmentant fortement la détente et en réduisant l'admission, on augmente en même temps la compression, l'avance à l'échappement et on diminue l'échappement. Il en résulte une marche irrégulière de la locomotive et des coups de décharge violents. En outre, la différence de température entre les vapeurs d'admission et d'échappement est sensible et les effets de paroi deviennent importants. Sur les locomotives modernes, il n'est pas indiqué de faire descendre le degré d'admission en-dessous de 15 %.

G. LA DOUBLE EXPANSION.

- 54 Afin d'éviter les inconvénients d'une longue détente, on fractionne celle-ci et on fait subir à la vapeur deux détentes successives. La vapeur amenée par le tuyau de livraison L (fig. 45) est utilisée dans un cylindre A appelé cylindre à haute pression ou cylindre HP. La vapeur s'en échappe à la pression de 2 kg/cm² et, par l'intermédiaire d'un réservoir B appelé receiver, elle passe dans un deuxième cylindre C appelé cylindre à basse pression ou cylindre BP; elle y est de nouveau utilisée suivant le cycle normal et s'échappe à l'atmosphère par le conduit d'échappement E.
- 55 Le cylindre BP est d'un volume plus grand que le cylindre HP. Lorsque les distributions des cylindres BP et HP sont indépendantes, la machine est dite compound. Il existe des locomotives compound à 2, 3 ou 4 cylindres.
- 56 Les avantages de la double expansion peuvent se résumer comme suit :
- a) elle facilite l'utilisation des hautes pressions;
 - b) elle permet la réalisation de longues détentes en évitant leurs inconvénients;

- c) la multiplication des cylindres rend le travail moteur de la locomotive plus régulier;
- d) le fonctionnement à longue détente du cylindre BP rend le tirage plus régulier et améliore la combustion.
- 57 Les inconvénients de la double expansion sont :
- a) celle-ci exige un mécanisme plus compliqué;
 - b) des dispositifs spéciaux doivent être utilisés pour le démarrage de la locomotive. Lors du démarrage, on alimente les cylindres BP en vapeur vive par une vanne de démarrage et on dirige à l'atmosphère la vapeur d'échappement des cylindres.
- 58 Le receiver est constitué par le volume compris à l'extérieur des pistons distributeurs du distributeur HP, le volume des tuyauteries situées entre les deux distributeurs et la boîte à vapeur BP. Une vanne de démarrage permet d'envoyer directement de la vapeur vive aux distributeurs BP. Un distributeur permet d'envoyer la vapeur d'échappement des cylindres HP soit vers les distributeurs BP, soit vers la tuyère d'échappement.
- 59 La vanne de démarrage et le distributeur permettent de transformer la locomotive compound en une machine à simple expansion dont tous les cylindres sont alimentés en vapeur vive. Toutefois, pour éviter que les cylindres BP soient alimentés à une pression supérieure à celle à laquelle ils peuvent résister, le receiver est muni d'une soupape de sûreté S.
- 60 La vapeur prélevée dans la chaudière est envoyée vers le cylindre BP par l'intermédiaire d'un volant V.
- 61 L'obturateur se compose essentiellement d'un cylindre percé de deux lumières. L'intérieur du cylindre reçoit la vapeur venant du cylindre HP. Dans la position représentée à la fig. 46, la vapeur venant du cylindre HP est envoyée directement à l'échappement, ce qui correspond au fonctionnement en machines séparées. Dans l'autre position (fig. 46bis), la vapeur venant du cylindre HP est dirigée vers le distributeur BP (fonctionnement compound).

QUESTIONS.

1. De quoi se compose la distribution ?
2. Quelles espèces de tiroirs utilise-t-on ?
3. Où se place la chapelle de distribution ?
4. Quelle est la forme de la glace ?
5. Quels sont les orifices qui sont pratiqués dans la glace ?
6. Quelle est la forme du tiroir plan ordinaire ?
7. Comment se présente un tiroir cylindrique ?
8. Qu'appelle-t-on axe de la glace ?
9. Qu'appelle-t-on axe du tiroir ?
10. Qu'appelle-t-on position moyenne du tiroir ?
11. Qu'appelle-t-on recouvrement à l'admission ?
12. Qu'appelle-t-on recouvrement à l'échappement ?
13. Qu'appelle-t-on écart du tiroir ?
14. Qu'appelle-t-on écart positif — écart négatif — écart maximum ?
15. Quand commence ou finit l'admission ?
16. Quand commence ou finit l'échappement ?
17. Expliquer comment se réalise le mouvement du tiroir ?
18. Qu'appelle-t-on excentrique ?
19. Qu'appelle-t-on excentricité ?
20. Représentez schématiquement l'ensemble formé par la manivelle motrice et l'excentrique.
21. Qu'appelle-t-on angle de calage ?
22. Qu'appelle-t-on angle d'avance ?
23. Qu'appelle-t-on avance linéaire ?
24. L'écart du tiroir caractérise-t-il la position de la manivelle motrice ?
25. Quel est le rôle des recouvrements et découvrements à l'échappement ?

Livret hlt

8. II.

Page 24.

26. Citez les phases de la distribution.
- 27 et 28. Etablir le diagramme de fonctionnement à détente théorique.
29. Etablir le diagramme de fonctionnement à détente réel.
30. Quel est le rôle joué par la coulisse ?
31. Comment la coulisse peut-elle réaliser le renversement du sens de marche ?
32. Qu'appelle-t-on excentrique fictif ?
33. Qu'appelle-t-on angle d'avance fictif ?
- 24 et 35. Comment varie le degré d'admission pendant la marche ? Qu'est-ce que la courbe des centres fictifs ?
- 36 à 39. Décrivez la coulisse Stephenson. — Quand dit-on que la machine est à barres ouvertes ou à barres croisées ? Comment varie le degré d'admission ? Comment a lieu le renversement du sens de marche ?
- 40 à 47. Décrivez la coulisse Walschaerts — Comment a lieu le renversement du sens de marche ? Comment varie le degré d'admission ?
48. Que se passe-t-il dans le cylindre et dans le distributeur pendant la marche à modérateur fermé ?
49. Quels sont les inconvénients de la marche à modérateur fermé ?
50. Que doit-on faire pour atténuer les inconvénients de la marche à modérateur fermé ?
51. Qu'est-ce que la marche à contre-vapeur ?
52. Comment effectue-t-on le réglage de la distribution ?
53. Que savez-vous des avantages de la détente ? Une détente accentuée est-elle désirable ?
- 54 et 55. Qu'est-ce que la double expansion et comment est-elle réalisée ?
56. Quels sont les avantages de la double expansion ?
57. Quels sont les inconvénients de la double expansion ?
- 58 à 61. Comment a lieu le démarrage d'une locomotive à double expansion ?

2^e PARTIE.

**DISTRIBUTEURS — CYLINDRES — ORGANES
ACCESSOIRES — PISTONS MOTEURS — TIGES DE
PISTON — BOURRAGES DE TIGES DE PISTON.**

A. DISTRIBUTEURS.

Généralités.

- 62 Il y a lieu de distinguer les tiroirs plans (soit ordinaires, soit à canal, soit partiellement équilibrés) et les tiroirs cylindriques.

Les tiroirs plans sont utilisés avec la vapeur saturée tandis que les tiroirs cylindriques conviennent plus spécialement à la vapeur surchauffée.

Tiroir plan ordinaire.

- 63 Ils sont construits soit en fonte, soit en bronze.
Les tiroirs en fonte ne sont plus employés sur notre réseau.
Par contre, les tiroirs en bronze phosphoreux sont assez répandus.
Dans le but de combattre l'usure par frottement, la surface frottante est garnie de barettes en métal blanc; en outre, on ménage souvent, sur les bords de la surface frottante du tiroir des rainures de graissage (fig. 47).

Tiroir plan à canal.

- 64 L'emploi de ce genre de tiroir a pour objet de remédier dans une certaine mesure au laminage de la vapeur qui se produit au début (et à la fin) de l'admission. Le tiroir à canal (fig. 48 et 49) est pourvu d'un canal intérieur dont l'ouverture est égale au $\frac{1}{3}$ de l'ouverture des lumières d'admission.

Livret hlt

8. II.

Page 26.

La dimension de la glace est calculée de telle manière que, le tiroir se déplaçant par exemple vers la droite, son arête extérieure gauche atteigne le bord de la lumière d'admission de gauche au moment où l'arête extérieure droite du canal atteint le bord extérieur droit de la glace. De cette manière, aussitôt que le tiroir aura franchi la susdite position, la vapeur s'introduira dans la lumière d'admission de gauche, à la fois directement et par le canal intérieur. L'admission se fera donc par des ouvertures doubles de celles que donnerait un tiroir simple. L'ouverture réelle restera double jusqu'au moment où l'arête du canal viendra coïncider avec l'arête de la lumière. Dès cet instant, le canal se ferme progressivement et, pendant tout le temps que dure la fermeture du canal, l'ouverture réelle d'admission reste constante. Le canal n'influence en rien les autres phases de la distribution.

Tiroir plan équilibré.

65 Les tiroirs plans équilibrés offrent moins de résistance de frottement. En fait, ces tiroirs ne sont que partiellement équilibrés. On les appelle « tiroirs plans à compensateurs ».

66 **TIROIR PLAN A COMPENSATEUR SYSTEME RICHARDSON** (fig. 50).

En-dessous du couvercle de la chapelle est boulonné un plateau en fonte C dont la face inférieure est dressée parallèlement à la glace. Dans le dos du tiroir se trouvent deux rainures transversales et deux rainures longitudinales qui se recoupent à leurs extrémités de manière à former un rectangle. Dans chacune de ces rainures est logée une barette B. Chaque barette pose sur un ressort à lame R, qui force la barette à s'appliquer contre le plateau supérieur. La chambre rectangulaire ainsi formée par ces barettes, est isolée et soustraite à la pression de la vapeur. De plus, un petit trou central E pratiqué dans le dos du tiroir, met cette chambre en communication avec l'échappement pour l'écoulement de toute fuite de vapeur, qui pourrait se produire par les interstices des barettes.

Un inconvénient de ce système réside dans son ajustage difficile. Au surplus, le graissage du dessous du plateau supérieur doit être assuré.

67 TIROIR PLAN A COMPENSATEUR SYSTEME ADAMS (fig. 51).

Les barrettes sont ici remplacées par un anneau compensateur A. Cet anneau en fonte, est pressé par 4 ressorts R contre le couvercle de la chapelle, dressé et rodé pour maintenir étanche le joint réalisé par le bord de la susdite couronne. Chaque ressort est protégé par une douille en bronze H qui suit tous ses déplacements. Pour obtenir l'étanchéité absolue entre la couronne compensatrice et le tiroir D, on interpose entre ces 2 organes deux cercles élastiques analogues C aux cercles de pistons de cylindres. Enfin, un petit trou E évacue vers l'échappement toute fuite qui pourrait se produire.

Ce système est plus simple que le précédent, son parachèvement relevant exclusivement du travail du tourneur et son étanchéité se maintient plus aisément.

68 CADRE DE TIROIR.

Le tiroir se trouve placé dans un cadre rectangulaire. Celui-ci est venu de forge avec la tige, ou assemblé à celle-ci par une clavette. Le tiroir joue à frottement doux dans son cadre, de façon à pouvoir se soulever lors de la marche à modérateur fermé. Parfois ce cadre est muni d'une contretige.

Tiroirs cylindriques.

- 69** Un tiroir cylindrique peut être comparé à un tiroir plan que l'on aurait enroulé autour de sa tige de commande, de telle sorte que la surface frottante devienne cylindrique. Il est constitué par deux pistons P, appelés « corps de distributeur » et conjugués sur une même tige (fig. 52).

Livret hlt

8. II.

Page 28.

- 70 Ces pistons sont garnis de deux paires de cercles en fonte qui assurent l'étanchéité du distributeur et qui sont maintenus en place au moyen de goujons vissés dans le corps du distributeur (fig. 53). Chaque piston glisse dans un fourreau F (fig. 52) appelé fourreau de distributeur. Celui-ci forme une glace cylindrique et porte les lumières pour l'admission et pour l'échappement. Ces lumières sont nervurées afin que les cercles ne puissent y pénétrer (fig. 54). Les fourreaux sont calés dans le bloc cylindre et leur position exacte est définie par l'épaulement W (fig. 52).
- 71 Sur la plupart des locomotives, le distributeur est flottant, la tige étant prolongée au-delà du piston avant par une contretige. Tige et contretige prennent appui sur les deux couvercles de la boîte à vapeur.
- 72 Un autre type de distributeur cylindrique comporte un corps en fonte constitué par un anneau A (fig. 55) et deux plateaux assemblés par un écrou goupillé. Chaque extrémité du distributeur porte deux anneaux C et D, réglant l'admission et l'échappement, logés dans une gorge et maintenus à écartement par un anneau E. La rotation des anneaux E, C, D est empêchée par des broches de fixation.
- 73 Le distributeur cylindrique à double admission permet d'éviter le laminage de la vapeur au début de la phase d'admission et même pendant toute la phase d'admission lorsque la locomotive fonctionne à longue détente. On remarque, en effet, (fig. 56), que la vapeur pénètre à la fois dans le conduit d'admission A et dans le canal B qui alimente le conduit A.
- 74 Les avantages des distributeurs cylindriques sont les suivants :
- 1° Ils sont entièrement équilibrés et ils absorbent donc moins de travail de frottement que les tiroirs plans;
 - 2° Leur étanchéité est facile à assurer au moyen de cercles élastiques en fonte;

- 3° Ils permettent de réaliser l'admission intérieure; la vapeur d'admission se refroidit moins et l'étanchéité aux endroits de passage à travers les plateaux est facile à assurer;
- 4° Ils permettent d'accroître la section de passage des lumières.
- 75 Par contre, ils présentent l'inconvénient d'exiger des accessoires supplémentaires, tels que reniflards, conduits d'équilibre, diaphragmes de coup d'eau.

B. CYLINDRES.

- 76 Le cylindre est l'organe dans lequel la vapeur développe son effort moteur par l'action de sa pression sur les pistons.
- 77 Toute locomotive à vapeur comporte, au moins, deux cylindres; il existe également des locomotives à 3 ou 4 cylindres. Sur les locomotives à 2 cylindres, ceux-ci sont extérieurs ou intérieurs au châssis. La première disposition est préférable car les cylindres intérieurs, qui bien que favorisant la bonne tenue de route de la locomotive, nécessitent la présence d'un essieu moteur coudé et rendent plus difficile la visite du mécanisme. Sur les locomotives à 3 cylindres, deux de ceux-ci sont extérieurs au châssis; le troisième est intérieur. Les locomotives à 4 cylindres comportent toujours deux cylindres intérieurs et deux cylindres extérieurs.
- 78 Les cylindres sont généralement horizontaux et leur axe longitudinal passe par l'axe de l'essieu moteur. Parfois ils sont légèrement inclinés.
- 79 L'assemblage des cylindres entre eux ou avec le châssis peut affecter plusieurs formes. Dans le cas de la fig. 58, le cylindre extérieur est fixé au châssis A au moyen d'une patte P et de boulons B. Dans le cas de la fig. 59, les cylindres, fixés aux longerons, se prolongent au-dessus de ceux-ci pour former entretoisement du châssis et support de la chaudière.

Livret hlt

8. II.

Page 30.

Si les cylindres sont intérieurs, ils peuvent constituer deux blocs (fig. 60) ou un bloc unique (fig. 61).

Comme ils supportent des efforts importants, les cylindres sont fixés au châssis au moyen de boulons chassés.

- 80 L'épaisseur des cylindres varie avec la puissance de la chaudière : elle est, en général, de 20 à 30 mm. Ils présentent à chaque bout une entrée conique qui facilite la mise en place du piston et des segments et en rend la sortie possible lors du démontage.
- 81 La longueur du cylindre devrait être égale à deux fois le rayon de manivelle motrice plus l'épaisseur du piston; toutefois, la dilatation, les oscillations des ressorts, l'usure des articulations de la bielle, des coussinets, des guides, de l'essieu moteur modifient la distance qui sépare l'axe de l'essieu aux points morts. Il est donc nécessaire, en pratique, de ménager un certain jeu entre le piston à fond de course et les couvercles de cylindre.
- 82 Les cylindres sont renforcés par des nervures.
- 83 A leurs extrémités, les cylindres sont fermés par des fonds ou plateaux de cylindres. Ceux-ci sont construits en fonte ou en acier moulé. Ils sont moins épais que les parois des cylindres de façon à céder les premiers en cas de pression excessive à l'intérieur des cylindres. Ils sont fixés à ces derniers au moyen de goujons et écrous et l'étanchéité est assurée à l'aide d'un joint rond encastré ou plat en cuivre.
- 84 Le plateau arrière offre un trou central par lequel passe la tige de piston et porte les attaches des guides de piston. Par contre, le plateau avant ne comporte pas d'orifice central si le cylindre n'est pas pourvu d'une contretige. Chaque couvercle de cylindre comporte un dispositif de sécurité contre les coups d'eau.
- 85 Ce dispositif permet à l'eau se trouvant dans le cylindre de s'échapper sans occasionner d'avarie au cylindre, de rupture de couvercle, de bris de piston ou de pliage de la tige de piston. Pour les cylindres équipés de tiroirs

plans, ceux-ci se soulèvent en cas de surpression mais il n'en est pas de même pour les distributeurs cylindriques. Sur les cylindres munis de tels distributeurs, il est nécessaire de placer des diaphragmes ou des soupapes de coup d'eau.

C. ORGANES ACCESSOIRES DES CYLINDRES.

- 86** La soupape de coup d'eau (fig. 62) comporte un clapet A appliqué sur son siège par un ressort dont la tension est réglable. En cas de surpression, la soupape s'ouvre et permet à l'eau de s'écouler.
- 87** Les diaphragmes sont composés d'un disque en fonte D (fig. 63) bloqué dans son logement par la douille E et qui se rompt lorsque la pression dans le cylindre devient anormalement élevée.
- 88** Les purgeurs (fig. 64) permettent d'expulser l'eau de condensation des cylindres; ils sont maintenus ouverts lors des démarrages après un stationnement prolongé ou lorsque de l'eau se trouve dans le cylindre. Les purgeurs sont disposés à chaque extrémité du cylindre et à sa partie inférieure (fig. 65). Ils comportent (fig. 64) un ressort R posé dans la douille D. A modérateur fermé, ce ressort R maintient la soupape S levée tandis qu'à modérateur ouvert, la soupape S est collée sur son siège par la pression de la vapeur. D'autre part, le purgeur peut être maintenu ouvert, en relevant la douille D par déplacement de la tige T munie des plans inclinés A. La tige T est manœuvrable à la main ou au moyen d'un servo-moteur.
- 89** Les conduits d'équilibre (fig. 66) permettent de supprimer la résistance au roulement pendant l'aspiration dans la chapelle pendant la marche à modérateur fermé et pendant la fraction de course correspondant à la détente. Ils comportent un conduit d'équilibre E pourvu d'une carotte C commandée à la main ou par servo-moteur et qui permet d'établir ou de couper la communication entre les deux faces du piston.

Livret hlt

8. II.

Page 32.

Sur d'autres types, la carotte est remplacée par une soupape actionnée par un servo-moteur à air comprimé M (fig. 67) ou rappelée sur son siège par la pression de la vapeur et l'action du ressort R tandis qu'elle est maintenue levée par l'action du doigt D (fig. 68).

D. PISTONS MOTEURS.

90 Le piston, généralement fabriqué en acier forgé ou moulé, est l'organe qui subit l'action de la vapeur et la transmet au mécanisme par sa tige. La construction du piston doit répondre aux trois conditions suivantes :

- a) Etre parfaitement étanche : on utilise dans ce but des cercles d'étanchéité car celle-ci est d'autant plus difficile à réaliser que la pression est importante et que la température de surchauffe est élevée;
- b) Il doit présenter une robustesse suffisante puisqu'il supporte des efforts importants;
- c) Il doit être aussi léger que possible car il est animé d'un mouvement alternatif à vitesse variable et qui change de sens de marche lors de chaque passage aux points morts.

91 Les cercles d'étanchéité sont ordinairement fermés par des anneaux en fonte douce, de section rectangulaire, coupés en un point de telle manière que lorsqu'ils sont introduits dans le cylindre, les extrémités d'un même cercle soient presque jointives et qu'ils assurent l'étanchéité par leur pression contre la paroi intérieure du cylindre.

Les cercles d'étanchéité C sont, généralement, au nombre de trois, logés dans des rainures du corps de piston (fig. 69).

92 Le cercle doit presser contre le cylindre sans frottement excessif pour ne pas rayer celui-ci. Il doit être introduit à frottement doux dans la rainure du piston, de manière à ce que la vapeur ne puisse le contourner par l'intérieur (fig. 70).

- 93 En pratique, le joint droit est le plus communément utilisé, parce qu'il est de loin le plus facile à usiner et que son comportement est satisfaisant. Les joints des différents cercles sont alternés l'un par rapport à l'autre.
- 94 Certaines locomotives ont des pistons à deux rainures, lesquelles renferment chacune deux cercles : l'un en fonte F, l'autre en bronze B. Chacun d'eux est composé de six segments pressés sur les parois du cylindre par un ressort circulaire (fig. 71). Les joints de deux cercles contigus sont décalés l'un par rapport à l'autre.

E. TIGES DE PISTON.

- 95 La tige de piston T transmet à la bielle l'effort que le piston reçoit. Elle est fabriquée en acier mi-dur; elle doit être robuste et la plus légère possible. Elle doit être capable de résister à l'usure produite par le frottement des bourrages. Son axe doit coïncider avec celui du cylindre et elle doit être parfaitement cylindrique pour maintenir une bonne conservation des bourrages.
- 96 L'extrémité arrière s'assemble à la crosse C par l'intermédiaire d'une extrémité tronconique pourvue d'une rainure destinée à recevoir la clavette. L'extrémité avant porte le piston P auquel elle est assemblée par l'intermédiaire d'une portée conique; celui-ci est maintenu par un écrou serré à bloc (fig. 72) ou par une clavette pourvue d'une goupille de sécurité.
- 97 Sur un grand nombre de locomotives à surchauffe construites en Europe, on prévient l'ovalisation du cylindre en munissant le piston d'une contretige. En effet, plus le diamètre intérieur du cylindre est grand, plus le piston devient lourd et plus les risques d'ovalisation sont importants. La contretige ne subit aucun effort d'extension, ni de compression : son diamètre est donc inférieur à celui de la tige de piston.
- 98 La contretige est, soit vissée sur la tige elle-même ou plus généralement forgée d'une seule pièce avec elle. Elle

Livret hlt

8. II.

Page 34.

traverse le plateau avant du cylindre par l'intermédiaire d'une buselure en bronze emprisonnée dans un fourreau fermé à son extrémité et boulonné au plateau du cylindre. Ce fourreau communique avec le cylindre afin d'éviter la compression de la vapeur qui passe le long de la contretige.

- 99 Aux locomotives de construction américaine, on a supprimé la contretige et le piston pèse sur le cylindre par l'intermédiaire des segments d'étanchéité : il n'est donc plus nécessaire de prévoir de garniture pour la traversée du couvercle avant.

F. BOURRAGES DE TIGES DE PISTON.

- 100 Les bourrages sont destinés à éviter les fuites de vapeur aux endroits où les tiges de piston et de distributeur traversent les plateaux de cylindre et de boîte à vapeur. Ceux-ci sont différents selon que la locomotive est à vapeur saturée ou surchauffée.

- 101 Bourrage pour locomotive à vapeur saturée (fig. 73 et 74). Celui-ci est logé dans une boîte faisant corps avec le couvercle du cylindre ou rapportée sur celui-ci. Elle renferme une bague de fond en bronze B, trois segments d'étanchéité en deux pièces C de forme tronconique, une bague presse-bourrage D maintenue en place par un presse-bourrage en fonte ou en bronze E, lequel porte un graisseur G et est assemblé à la boîte presse-bourrage A par des goujons H.

Lorsqu'on serre les presse-bourrages contre la boîte, les segments d'étanchéité sont appuyés contre la boîte à bourrage tandis que les anneaux d'extrémité sont pressés sur la tige. Les anneaux sont fabriqués en un alliage de plomb, d'antimoine et d'étain.

- 102 Bourrage pour locomotive à vapeur surchauffée. Nous décrirons ici celui qui est le plus utilisé sur notre réseau : le bourrage flottant avec segments en fonte (fig. 75). La boîte à bourrage comporte un ressort R placé dans le fond de la boîte pressant par l'intermédiaire d'une ba-

gue B sur une boîte C qui renferme trois anneaux d'étanchéité E serrés sur la tige par des ressorts circulaires à boudins I. Ces anneaux d'étanchéité sont faits en trois pièces et les joints sont alternés; ils sont maintenus en place dans la boîte C par deux bagues D et F en deux pièces et alésés au diamètre de la tige augmentée de 0,2 mm. Les anneaux F sont maintenus en place par un anneau H posé contre une rotule M, laquelle peut glisser par rapport au presse-bourrage K sur lequel elle s'appuie par l'intermédiaire d'une rotule sphérique. Un joint L assure l'étanchéité du presse-bourrage et un graisseur G permet de lubrifier la tige. En outre, les anneaux E, les bagues D et F sont pourvus de rainures intérieures qui permettent à la vapeur de se détendre et de freiner la fuite, ce qui donne une étanchéité suffisante et permet d'utiliser des anneaux en métal dur capable de résister aux températures élevées. En outre, les segments d'étanchéité à ressorts réduisent l'usure de la tige et ne demandent que peu de graissage.

QUESTIONS.

62. Combien connaissez-vous d'espèces de distributeurs ?
63. Décrivez un tiroir plan ordinaire.
64. Décrivez un tiroir plan à canal.
65. Que savez-vous des tiroirs plans équilibrés ?
66. Décrivez un tiroir plan à compensateur système Richardson ?
67. Décrivez un tiroir plan à compensateur, système Adams.
68. Décrivez le cadre de tiroir.
- 69 à 75. Que savez-vous des distributeurs cylindriques ordinaires ?
76. Quel est le but des cylindres ?
77. Combien de cylindres existe-t-il sur une locomotive ?
78. Les cylindres sont-ils horizontaux ou inclinés ?
79. Comment les cylindres sont-ils assemblés au châssis ?
80. Comment varie l'épaisseur des cylindres ?
81. Comment détermine-t-on la longueur d'un cylindre ?
82. Les cylindres sont-ils renforcés ?
- 83, 84, 85. Décrivez les plateaux avant et arrière des cylindres.
86. Que savez-vous des soupapes de coup d'eau ?
87. Quel est le but des diaphragmes ?
88. Dites ce que vous savez des purgeurs.
89. Quelle est l'utilité des conduits d'équilibre ?

Livret hlt

8. II.

Page 38.

90. Quelles sont les qualités essentielles du piston moteur ?
 - 91, 92, 93. Dites ce que vous savez des cercles d'étanchéité.
 94. Comment est constitué un piston à deux rainures et deux cercles d'étanchéité par rainure ?
 95. Quel est le but et quelles sont les qualités essentielles d'une tige de piston ?
 96. Comment s'assemble la tige de piston ?
 97. Quel est le but d'une contretige ?
 - 98 et 99. Comment la contretige est-elle assemblée au piston. Comment a lieu son passage à travers le plateau de cylindre avant ?
 100. Quel est le but des bourrages de tiges de piston ?
 101. Décrivez un bourrage pour locomotive à vapeur saturée.
 102. Décrivez un bourrage pour locomotive à vapeur surchauffée.
-

3^e PARTIE.**CROSSES ET GUIDES — BIELLES MOTRICES —
BIELLES D'ACCOUPLLEMENT — APPAREILS DE
CHANGEMENT DU SENS DE MARCHE.****A. CROSSES ET GUIDES.**

- 103** La crosse forme l'assemblage articulé de la tige de piston et de la bielle motrice tout en assurant le guidage de la tige. En marche avant, la crosse presse sur le guide supérieur pendant le tour complet (fig. 76 et 77). En marche arrière, la crosse presse sur le guide inférieur pendant le tour complet (fig. 78 et 79).
- 104** Il existe des cresses à 4 guides, des cresses à deux guides et des cresses à un seul guide.
- 105** Les cresses à quatre guides sont surtout utilisées pour les locomotives à mouvement intérieur; les guides sont groupés deux à deux de part et d'autre de la crosse, la bielle passant entre les deux groupes. Les guides supérieurs portent des graisseurs. Ce type de crosse est de construction compliquée (fig. 80).
- 106** Les cresses à deux guides sont d'une utilisation beaucoup plus généralisée (fig. 81). Le corps de crosse C, en acier moulé, porte deux patins en fonte F recouverts de métal blanc sur leur surface de frottement contre les guides, un pivot P à portées coniques constituant l'articulation de la bielle motrice et une douille conique D où l'extrémité de la tige de piston s'emboîte et se fixe par l'intermédiaire de la clavette E. La crosse porte également un appendice H commandant le levier d'avance, un graisseur L lubrifiant le pivot de crosse et deux graisseurs M lubrifiant le guide inférieur. Les deux guides G doivent être assez écartés pour permettre l'oscillation de la bielle motrice. Le guide supérieur porte le graisseur N lubrifiant le patin supérieur.

Livret hlt

8. II.

Page 40.

Une autre variante de la crosse à deux guides est représentée à la fig. 82. Les deux guides sont fortement rapprochés et enserrant un seul patin F. Le pivot P et la douille de clavetage sont situés en dehors des guides.

- 107** Les crosses à un guide sont également fort employées. Elles comportent à la partie inférieure un pivot P et une douille de clavetage D, munie d'un trou de démontage R (fig. 83).

La partie supérieure de la crosse constitue une espèce de boîte de forme parallélépipédique allongée et ouverte à son sommet. Le fond de cette boîte est garni d'un patin M; son sommet est fermé par une entretoise E boulonnée et pourvue également d'un patin N. Les deux patins M et N enserrant le guide unique G. La crosse porte un graisseur R pour le pivot. L'entretoise est munie de deux graisseurs S débitant sur la face supérieure du guide; l'huile passe sur la face inférieure du guide au moyen de conduits forés à travers le corps de celui-ci.

- 108** Les guides sont fabriqués en acier mi-dur ou en acier spécial traité. Ils doivent résister à l'usure sans être fragiles. Ils doivent être rigoureusement parallèles à l'axe du cylindre. Ils s'assemblent, à l'avant sur des pattes venues de coulée avec le couvercle arrière du cylindre et à l'arrière, sur une entretoise ou une console fixée au châssis.

B. BIELLES MOTRICES.

- 109** La bielle motrice transmet au bouton de manivelle de l'essieu moteur l'effort développé par le piston. Elle s'articule, d'une part, à la crosse du piston, d'autre part, au bouton de manivelle pour les cylindres extérieurs et au tourillon de l'essieu coudé pour les cylindres intérieurs.

- 110** Elle comporte trois parties (fig. 84) : le corps de bielle C, la petite tête de bielle ou pied de bielle A et la grosse tête de bielle B. Les efforts que la bielle subit sont d'autant plus importants que la vitesse est élevée et que la bielle est lourde. Le corps de bielle doit donc être suffi-

samment robuste et le plus léger possible. On utilise, à cet effet, un acier semi-dur traité thermiquement et on adopte le profil en I. La longueur L de la bielle se mesure d'axe en axe des têtes de bielle; sa valeur est comprise entre 6 et 10 fois le rayon de la manivelle.

- 111** La tête de bielle est constituée par une cage en acier fermée ou ouverte selon qu'elle est entièrement d'une pièce avec le corps de bielle ou qu'elle est démontable. En général, la cage de bielle contient deux coussinets qui ont pour but d'assurer un frottement doux aux surfaces en présence et de reprendre l'usure. Ces coussinets se placent de façon à ce que leur plan de séparation SS soit perpendiculaire à l'axe XX de la bielle (fig. 84).
- 112** Chaque coussinet est constitué d'une carcasse en bronze garnie intérieurement de métal blanc ou antifriction. Celui-ci se rode aisément et peut dès lors, éviter le grip-page en cas d'échauffement. Les coussinets sont immobilisés dans la cage par des rebords N (fig. 85). La lubrification des coussinets est assurée par un graisseur G placé au sommet de la cage; à travers un conduit P, l'huile parvient à une rainure creusée sur la largeur du coussinet. En outre, quatre barrettes de feutre s'imprègnent d'huile et répartissent celle-ci sur le pivot.
- 113** Sur certaines têtes de bielles motrices, les deux coussinets sont remplacés par une bague unique en bronze revêtue de métal blanc. Ces bagues sont enfoncées à la presse dans la cage de bielle et maintenues en place par une cale (fig. 86).

C. BIELLES D'ACCOUPLLEMENT.

- 114** Les bielles d'accouplement relient un ou plusieurs essieux de la locomotive à l'essieu moteur et reportent aux essieux accouplés une partie de l'effort moteur transmis à la bielle motrice.
- 115** Elles sont toujours situées à l'extérieur des longerons; elles offrent une section rectangulaire ou en I. Les têtes sont à cage fermée et équipées de bagues en bronze revêtues de métal blanc placées à la presse.

Livret hlt

8. II.

Page 42.

- 116 Les bielles d'accouplement doivent permettre le déplacement vertical et transversal de chaque essieu. Pour permettre le déplacement vertical, on munit les bielles d'accouplement de pivots horizontaux P (fig. 87).
- 117 Pour permettre le déplacement transversal des essieux, plusieurs solutions ont été adoptées : les coussinets des bielles d'accouplement disposent, sur le bouton de manivelle d'un jeu transversal suffisant ou bien, certaines bielles d'accouplement sont pourvues d'un pivot vertical V (fig. 88) ou bien encore il est fait usage d'articulations sphériques B (fig. 89).

D. APPAREILS DE CHANGEMENT DU SENS DE MARCHE.

a) Généralités.

- 118 La graduation du degré d'admission et l'inversion du sens de marche de la locomotive peuvent être obtenus par le déplacement du coulisseau dans la coulisse ou par le déplacement de la coulisse elle-même. Celui-ci est effectué par le machiniste à partir de sa cabine et par l'intermédiaire de tringles et d'un appareil à levier ou à vis agissant sur l'arbre de relevage.
- 119 La puissance et la précision dans la graduation de l'admission et sa rapidité de manœuvre dépendent du type de locomotive. Pour une locomotive de manœuvre, la manœuvre doit être rapide mais la précision de la graduation de l'admission n'a qu'une importance relative. Par contre, pour une puissante locomotive de route, la précision de l'admission est un facteur primordial alors que la rapidité de la manœuvre passe en second plan.

b) Appareil Belpaire.

- 120 Un levier, qui actionne une tringle de relevage, est pourvu d'une douille taraudée : cette douille est en deux pièces et elle peut être ouverte par le moyen d'une clichette.

Lorsque la douille est fermée, elle emprisonne la vis munie d'un volant de manœuvre et d'un verrou de blocage. La manœuvre de la vis par déplacement du levier permet une graduation précise et continue de l'admission.

Par contre, l'enfoncement de la clichette, en ouvrant la douille, dégage le levier de la vis et permet son maniement direct et rapide au moyen de la poignée.

Le bâti porte une réglette R (fig. 90) sur laquelle figurent la position moyenne du coulisseau ou de la coulisse (cette position est appelée : centre ou point mort), le secteur de marche avant, le secteur de marche arrière et les degrés d'admission exprimés en % de la course du piston. Le long de cette réglette se déplace un curseur E solidaire du levier.

c) Appareil à vis.

- 121** La tringle T de relevage (fig. 91) aboutit à un écrou E manœuvré par une vis V, laquelle est pourvue d'une manivelle de commande M et d'un verrou de blocage B. L'écrou porte un curseur C se déplaçant le long d'une réglette R.

Pour permettre une inversion suffisamment facile et rapide du sens de marche, on donne un grand rayon à la manivelle et un grand pas à la vis.

d) Appareil équipé de servo-moteur.

- 122** Ces appareils, d'un fonctionnement aisé, sont destinés à réduire la fatigue du machiniste.

Le dispositif utilisé actuellement sur certaines locomotives de la S.N.C.B. comprend (fig. 92) une commande à vis V aidée par un cylindre moteur à air comprimé C. Ce cylindre est alimenté par 2 conduits A aboutissant à un robinet à 3 voies B commandé par le machiniste. En envoyant de l'air sur l'une ou l'autre face du piston du cylindre C, le machiniste agit sur l'arbre de relevage D dans le sens désiré, tout en n'ayant plus qu'à développer un effort minime sur le volant de la vis.

Livret hlt

8. II.

Page 44.

e) Appareil Franklin.

123 L'appareil Franklin est, en somme, un appareil de changement de marche pourvu d'un servo-moteur à fonctionnement automatique.

Le machiniste dispose d'une commande à vis ordinaire V (fig. 93) qui, par l'intermédiaire d'une transmission articulée W attaque un arbre M.

Par l'intermédiaire d'un train d'engrenages N (fig. 94), l'arbre M commande la rotation de la tige T munie d'un filet à pas gauche G et d'un filet à pas droit D. Le filet D pénètre dans le piston P mobile dans le cylindre C et solidaire d'une tige creuse R reliée au dispositif de relevage de la barre radiale par le pivot K. Le filet G traverse un bras F qui entraîne un tiroir S.

Le tiroir S, logé dans une chambre I où règne la pression du réservoir principal du frein Westinghouse, glisse sur une table L (fig. 95) où débouchent les 4 conduits A1, A2, E1 et E2. Les conduits A1 et A2 aboutissent respectivement dans le compartiment droit et dans le compartiment gauche du cylindre C tandis que les conduits E1 et E2 aboutissent à l'atmosphère. Placé dans sa position moyenne, le tiroir S offre un léger découvrement p par rapport aux orifices A1 et A2, une longueur i séparant les encoches O des arêtes intérieures des conduits A1 et A2.

Lorsque le tiroir S occupe sa position moyenne (fig. 95), l'air comprimé de la chambre I pénètre dans les conduits A1 et A2 (grâce aux découvements p) et alimente les 2 compartiments du cylindre. Le piston P dont les 2 faces sont soumises à la même pression, se trouve immobilisé et maintient le cran de marche choisi. Si un effort, provenant de la distribution parvient à déplacer le piston P, celui-ci entraîne avec lui le tiroir S, la tige T n'ayant pas tourné. Si le piston se déplace vers la gauche, par exemple, la face droite du piston n'est plus alimentée en air comprimé, dès que le déplacement vaut p et elle est mise à l'atmosphère dès que ce déplacement atteint i, ce qui provoque le retour du piston à sa position initiale. Le même phénomène se reproduit lors d'un déplacement du piston vers la droite. Ces déplacements parasites du pis-

ton, fortement freinés et pratiquement annulés par le frottement des cercles sur le cylindre C, sont, de toutes façons, limités par le jeu (fig. 94) existant entre le bâti et le bras F situé dans sa position moyenne.

Pour modifier le cran de marche, le machiniste actionne la commande à vis. S'il actionne cette commande dans le sens des aiguilles d'une montre, la tige T, qui tourne en sens inverse, écarte l'un de l'autre le bras F et le piston P. Comme le piston P est immobilisé par l'action de l'air comprimé sur ses 2 faces, le bras F recule et amène le tiroir S dans la position de la fig. 96, mettant la face droite du piston à l'échappement par le conduit E1 tandis que la face gauche reste à l'admission par le conduit A2. Dès lors, le piston se déplacera aisément vers la droite, entraînant le mécanisme de relevage, aussi longtemps que la vis de commande sera actionnée dans le même sens.

Au moment où le machiniste immobilise le volant de commande, le piston P, toujours poussé par l'air comprimé, entraîne le tiroir S; celui-ci revient à sa position moyenne (fig. 95), rétablissant la même pression sur les deux faces du piston qui est ainsi remis en équilibre.

Si le machiniste actionne le volant de commande en sens opposé au mouvement des aiguilles d'une montre, les mêmes phénomènes se passent en sens opposé et le piston P se déplace vers la gauche.

En cas de manque d'air comprimé, le changement de marche est manœuvrable à la main, cette manœuvre étant facilitée par l'ouverture des purgeurs H du cylindre C.

f) Appareil pour locomotives compound.

124 La fig. 97 représente l'appareil de changement de sens de marche appliqué aux locomotives compound, à la S.N.C.B.

Deux vis A et B sont concentriques. La vis A est solidaire de l'arbre D commandé par le volant V; par l'intermédiaire de l'écrou M, elle commande la tringle de relevage du mécanisme HP. La vis B est constituée par une buselure filetée, qui enveloppe l'arbre D et qui se termine par un disque denté E; par l'intermédiaire de l'écrou N,

Livret hlt

8. II.

Page 46.

la vis B commande la tringle de relevage BP. Le verrou P sert à bloquer la vis B : dans la position verticale, il s'engage entre les dents du disque E, tandis que rabaissé, il se dégage de celles-ci. Quant au verrou R, il permet de solidariser ou de séparer les 2 vis A et B, suivant que le pêne S est engagé ou non entre les dents du disque E.

Lorsque les 2 verrous sont enfoncés, les deux tringles de relevage sont immobilisées. Lorsque le verrou P est dégagé et le verrou R enfoncé, les 2 tringles de relevage peuvent être déplacées par la manœuvre du volant V, les mouvements des 2 tringles étant solidaires l'un de l'autre. Enfin, lorsque le verrou R est dégagé, la tringle HP peut être déplacée seule, la tringle BP restant immobile. Il est ainsi possible de graduer indépendamment l'admission HP et l'admission BP.

QUESTIONS.

103. Quelle est la fonction d'une crosse ? Sur quel guide, la crosse presse-t-elle ?
104. Combien connaissez-vous d'espèces de crosses ?
105. Que savez-vous des crosses à quatre guides ?
106. Décrivez une crosse à deux guides.
107. Décrivez une crosse à un guide.
108. Comment les crosses sont-elles fabriquées et assemblées ?
109. Quel est le but de la bielle motrice ?
110. Décrivez une bielle motrice.
111. Décrivez une tête de bielle motrice.
- 112, 113. Comment est constitué un coussinet de bielle ?
114. Quel est le but des bielles d'accouplement ?
115. Comment les bielles d'accouplement sont-elles constituées ?
- 116, 117. Comment permet-on les déplacements vertical et transversal des essieux ?
118. Quel est le but des appareils de changement du sens de marche ?
119. Existe-t-il une relation entre la puissance et la graduation de l'admission et la rapidité de manœuvre de l'appareil de changement du sens de marche ?
120. Décrivez un appareil de changement du sens de marche, type Belpaire.
121. Décrivez un appareil de changement du sens de marche, type à vis.
122. Décrivez un appareil de changement du sens de marche, équipé de servo-moteur.
123. Décrivez un appareil de changement du sens de marche, type Franklin.
124. Décrivez un appareil de changement du sens de marche pour locomotives compound.

Sommaire.

CHAPITRE III.

Le véhicule — Divers.

	Nos des articles
1^{re} PARTIE : CHASSIS — ESSIEUX — ROUES — BOITES A HUILE ET ACCESSOIRES — SUSPENSION.	
A. Châssis	1 à 7
B. Essieux	8 à 15
C. Roues	16 à 24
D. Boîtes à huile	
a) Généralités	25 à 27
b) Boîtes à huile pour fusées intérieures	28 et 29
c) Boîtes à huile pour fusées extérieures	30 et 31
d) Graissage des boîtes à huile	32 à 36
e) Boîtes à rouleaux	37 à 39
E. Suspension	40 à 50
2^e PARTIE : CIRCULATION EN COURBE — APPAREILS D'ATTELAGE ET DE CHOC — INSTALLATIONS DIVERSES.	
A. Circulation en courbe	51 à 63
B. Appareils d'attelage et de choc.	
a) Généralités	64 à 68
b) Appareils d'attelage	69 à 74
c) Appareils de choc	75 et 76

Livret hlt

8. III.

Sommaire.

Page 2.

C. Installations diverses.

	N ^{os} des articles
a) Chasse-pierres, abris, capotage, outillage	77 à 79
b) Eclairage électrique	80
c) Appareils indicateurs et enregistreurs de vitesse	81 à 83
d) Sablières	84 à 87
e) Gabarits	88 à 91
f) Chauffage	92

Chapitre III. — Le véhicule — Divers.

1^{re} PARTIE.

CHASSIS — ESSIEUX — ROUES — BOITES A HUILE ET ACCESSOIRES — SUSPENSION.

A. CHASSIS.

- 1 Le châssis est un cadre rigide et indéformable qui porte la chaudière et le moteur tout en maintenant les essieux en place. Il doit pouvoir absorber les chocs qui lui sont transmis par le fonctionnement du moteur et la circulation de la locomotive et du train.
- 2 Il est composé (fig. 1) essentiellement de deux longerons A en acier, intérieurs aux roues, réunis à l'avant par la traverse de tête B et à l'arrière par la traverse arrière C. Dans les longerons sont découpées des cages D dans lesquelles viennent se placer les boîtes à huile des essieux; ces cages sont fermées à leur partie inférieure par des sous-gardes H. Ce cadre est renforcé par des entretoises E ou des caissons F qui servent, en même temps, de support aux pièces du mécanisme et à la chaudière.
- 3 On distingue deux types de châssis : les châssis en tôle et ceux en barres. Les premiers (fig. 1) sont constitués de tôles d'acier de 20 à 30 mm d'épaisseur allégées par des découpes N qui rendent plus aisée la visite des organes intérieurs.
- 4 Les châssis en barres (fig. 2) sont formés de barres d'acier rectangulaires d'au moins 100 mm de côté. Ces barres sont réalisées en acier moulé, en barres soudées ou par découpes d'une tôle de forte épaisseur.

Livret hlt

8. III.

Page 2.

- 5 Le châssis se déplaçant par rapport aux boîtes à huile glisse contre les parois verticales des cages. Pour porter ces dernières, on munit le longeron de guides constitués par une forte équerre et un T fixé au longeron par boulons (fig. 3). Très souvent, les deux guides d'une même boîte sont réunis et forment une pièce en fer à cheval.
- 6 Les cages du châssis sont fermées à leur partie inférieure par des sous-gardes en acier forgé ou moulé et qui sont attachées aux longerons par des boulons tournés et chassés (fig. 4 et 5).
- 7 Pour absorber le jeu provoqué par l'usure se produisant entre boîtes et guides, de nombreuses locomotives sont munies de coins de rappel commandés par une vis qui traverse la sous-garde. Cette vis est immobilisée par écrou et contre-écrou (fig. 6).

B. ESSIEUX.

- 8 Un essieu est formé d'un axe en acier aux extrémités duquel on cale les roues. Les essieux et les roues, appelés trains de roues, transmettent le poids de la locomotive aux rails. Toutefois, la résistance des voies et des ouvrages d'art impose une charge maximum par essieu. Celle-ci est variable d'un réseau à l'autre et sur le réseau belge, elle est de 24 tonnes.
- 9 Le nombre d'essieux d'une locomotive est donc fonction du poids de celle-ci. Les essieux sont de différentes espèces car ils ne remplissent pas tous le même rôle : on distingue les essieux moteurs et accouplés qui provoquent le mouvement d'avancement de la locomotive et les essieux porteurs qui sont utilisés pour supporter la chaudière.
- 10 La diamètre des roues motrices et accouplées dépend de la nature du travail à effectuer par la locomotive. Elles offrent un diamètre allant jusqu'à 2 m 10 pour les locomotives destinées à rouler vite en développant un effort de traction modéré (trains de voyageurs) — 1,50 m environ

pour les locomotives de trains de marchandises devant développer un effort de traction important sans atteindre des vitesses élevées — 1,20 m environ pour les locomotives de manœuvre destinées à développer un effort de traction important.

- 11 La distance qui sépare les axes des essieux extrêmes accouplés constitue l'empattement rigide. La distance qui sépare les essieux extrêmes d'une locomotive s'appelle l'empattement total.
- 12 Les essieux porteurs comportent (fig. 7) : un corps A, deux fusées ou coulants B qui tournent à l'intérieur des coussinets d'une boîte à huile et deux portées de calage C sur lesquelles sont calées les roues R. Ils portent parfois deux épaulements D destinés à limiter leur déplacement par rapport aux boîtes. Les extrémités des essieux portent des trous coniques de centrage T.
- 13 L'essieu moteur droit équipe les locomotives avec cylindres extérieurs (fig. 8). Sa forme est identique à celle d'un essieu porteur mais ses dimensions sont plus importantes puisqu'il subit des efforts de torsion plus grands et qu'il est plus chargé.
- 14 Les essieux moteurs coudés peuvent être réalisés de plusieurs façons. Les uns comportent (fig. 9) : deux portées de calage A, deux coulants B, 4 palettes de coudé C, deux coulants de bielles motrices ou manetons D et une pièce centrale E. Les deux manivelles sont calées à 90° l'une de l'autre; les palettes sont consolidées par des frettes F.

La fig. 10 donne un autre type d'essieu coudé. Les deux manetons sont réunis par une pièce oblique P. Les palettes sont prolongées par des flasques F qui ont pour but d'équilibrer l'essieu en ramenant le centre de gravité de l'ensemble sur l'axe de rotation de l'essieu.

Les essieux moteurs coudés équipent les locomotives à cylindres intérieurs; ils sont fabriqués en acier spécial.
- 15 Les essieux accouplés sont identiques aux essieux moteurs droits.

Livret hlt

8. III.

Page 4.

C. ROUES.

- 16 Les roues sont formées de deux parties essentielles : le corps ou centre de roue, comprenant le moyeu, les rayons et la jante, le bandage.
- 17 Les corps de roues porteuses (fig. 11) sont des pièces monobloc en acier moulé. Le moyeu et la jante sont réunis, soit par des rayons de forme elliptique, soit par un voile plein; la partie centrale du moyeu est fixée sur les portées de calage des essieux.
- 18 Les corps de roues motrices et accouplées (fig. 12) sont semblables à ceux des roues porteuses, sauf que le moyeu est pourvu d'un bossage porteur d'un orifice cylindrique destiné au calage du bouton de manivelle et du bouton de contre-manivelle. Contre la jante, chaque corps de roue porte à un endroit désigné, un contrepoids dont la fonction est d'équilibrer les masses tournantes et les masses en mouvement alternatif.
- 19 La manivelle est constituée par un bouton calé à la presse dans le corps de roue. Les figures 13, 14 et 15 représentent différents types de boutons de manivelle.
- 20 La contre-manivelle se fixe à l'extrémité du bouton de manivelle des essieux moteurs. Les fig. 16, 17 et 18 représentent différents types de fixation de contre-manivelle.
- 21 Le bandage est la partie de la roue en contact avec le rail (fig. 19). Il est soumis à des chocs dus au mouvement de la locomotive, aux frottements des blocs de frein et aux usures dues au roulement. Il est fabriqué en acier dur.
- 22 Le profil du bandage est variable suivant le type de locomotive; à la S.N.C.B., il existe 7 profils différents.
- 23 La surface périphérique comporte une surface de roulement et un mentonnet. La surface de roulement A est inclinée sur l'horizontale de $1/20$ du côté du mentonnet B et de $1/10$ du côté de la face extérieure; ces deux inclinaisons se rejoignent sur la circonférence normale de roulement.

ment. Le mentonnet B, qui maintient le train de roues sur les rails a sa face extérieure C inclinée de 30° sur la verticale et reliée à la surface de roulement par un large coudé. Sa base est un arc de cercle D tangent à la face C et aboutissant à la face intérieure E; celle-ci, légèrement inclinée sur la verticale, aboutit à la face intérieure F du bandage. La face intérieure F doit guider l'essieu lors du passage dans les bifurcations et traversées.

La face extérieure G du bandage est parallèle à la face intérieure F.

- 24 La largeur du bandage est ordinairement de 140 mm et, à l'état neuf, son épaisseur est d'environ 76 mm. Pour compléter la fixation du bandage sur la jante et pour éviter des accidents lors d'un bris éventuel du bandage, on complète celle-ci au moyen d'un cercle de sécurité L en forme de V contre lequel l'extrémité K du bandage est rabattue. Le bandage comporte encore un épaulement M, une surface de serrage H, une rainure pour cercle de sécurité I et une extrémité rabattue K.

D. BOITES A HUILE.

a) Généralités.

- 25 Les véhicules de chemin de fer sont conçus de telle manière que les roues sont calées sur les essieux; il en résulte que les essieux doivent tourner à l'intérieur des boîtes, appelées boîtes à huile.
- 26 Les boîtes à huile comportent un coussinet ajusté sur la fusée de l'essieu. Le graissage est assuré par de l'huile logée dans la cavité du dessus de boîte et par le packing imbibé d'huile et logé dans la sous-boîte. Les boîtes à huile des locomotives sont situées à l'intérieur des roues, celles des tenders et de certains essieux porteurs à l'extérieur des roues. Les boîtes à huile utilisées sur le réseau belge peuvent se ramener, en dehors des boîtes spéciales, à deux types : le type belge et le type américain.

Livret hlt

8. III.

Page 6.

27 Une boîte à huile comporte, en général : un corps de boîte A, des appliques B, un coussinet C, une sous-boîte pour les modèles à fusées intérieures et un dispositif de graissage (fig. 20).

b) Boîtes à huile pour fusées intérieures.

28 La boîte à huile, type belge (fig. 20 et 21) est en acier moulé et affecte la forme d'un U renversé. Un réservoir placé à la partie supérieure de la boîte renferme l'huile de graissage et est fermé par un couvercle. Il communique avec des canaux de graissage G qui traversent le corps de boîte. Les joues extérieures du corps de boîte pourvues d'appliques B en bronze emprisonnent les guides du châssis. A l'intérieur de la boîte, se place un coussinet en bronze immobilisé dans la boîte par des rebords garnis de métal antifricition et pourvu de conduits de graissage qui prolongent ceux pratiqués dans le corps de boîte. La sous-boîte est une cuvette en fonte protégeant la fusée et recueillant l'huile de graissage. Elle est bourrée de packing qui presse contre la fusée et elle est assemblée au corps de boîte par une broche M. Dans certains types de boîtes, le réservoir d'huile est complètement étanche et les conduits de graissage débitent sur les parois latérales du coussinet (fig. 22 et 24).

29 Les boîtes à huile, type américain (fig. 22) comportent un coussinet offrant une forme extérieure cylindrique; ce coussinet C est calé à la presse dans le corps de boîte A. Le graissage est effectué, à partir d'un réservoir E, par des conduits H. La boîte est munie d'un anneau en bronze N destiné à limiter le jeu transversal de l'essieu. Dans ce but, la roue porte elle-même une plaque de frottement en acier dur encastrée dans le moyeu. Le ressort pose sur le sommet de la boîte et la sous-boîte est maintenue par des broches M.

c) Boîtes à huile pour fusées extérieures.

30 Les boîtes pour fusées extérieures comportent un corps A d'une pièce qui entoure complètement la fusée et qui est fermé à l'avant par un couvercle étanche M.

Le ressort de suspension repose dans une douille E et le corps de boîte repose sur la fusée par l'intermédiaire d'un coussinet C posé dans le corps de boîte. Le graissage est assuré par du packing bourré dans le fond du corps de boîte. L'orifice arrière du corps de boîte est fermé d'une façon étanche par une rondelle obturatrice en bois R coulissant dans une rainure de la boîte (fig. 25).

- 31 Le coussinet (fig. 23) comporte deux parties : une carcasse en bronze P et un revêtement en métal antifriction R qui constitue la surface de pose sur la fusée. La carcasse est immobilisée dans le corps de boîte; elle est, soit calée à la presse (boîte du type américain), soit munie extérieurement d'arêtes et de rebords (boîte du type belge). Dans le cas de la fig. 23, il existe 2 poches de métal blanc séparées par une barette en bronze S et encadrées par des cordons longitudinaux en bronze T. Le coussinet est pourvu d'un conduit de graissage L.

d) Graissage des boîtes à huile.

- 32 Les boîtes pour fusées intérieures comportent, à leur sommet, un réservoir qui débite de l'huile vers la surface de pose du coussinet sur la fusée. Si la fermeture du réservoir n'est pas étanche, celui-ci est bourré de packing que l'on gorge d'huile. Si la fermeture est étanche, l'huile est simplement déversée par le godet H dans le réservoir sans packing. Ce réservoir est rempli soit à la burette par le machiniste, soit d'une façon continue grâce au débit d'un graisseur mécanique relié à la boîte par un tuyau souple. L'huile du réservoir E est siphonnée par des mèches qui la débitent dans les conduits de graissage G. Les bouchons étanches I permettent la visite et le remplacement des des mèches de graissage. Ces conduits peuvent être situés au sommet du coussinet ou vers les extrémités du métal blanc (fig. 24); cette deuxième solution est la meilleure parce qu'elle introduit l'huile en des endroits où la pression du coussinet sur la fusée est plus faible.

Le graissage est complété par le packing bourré dans la sous-boîte.

Livret hlt

8. III.

Page 8.

- 33 Le packing est un mélange de 50 % de fils de laine, 20 % de crin animal et 30 % de fils de coton. La laine, qui est l'élément essentiel, est destinée à absorber l'huile; le crin donne de l'élasticité à l'ensemble et le coton remplace partiellement la laine, par raison d'économie.
- 34 Le packing est bourré dans les sous-boîtes de façon à être en contact étroit avec la fusée qu'il lubrifie et qu'il protège contre la poussière. Le packing doit être bourré au point qu'il soit difficile de faire tourner à la main une boîte montée sur sa fusée.
- 35 Les boîtes pour fusées extérieures (fig. 25) sont lubrifiées uniquement par le packing P bourré dans le fond du corps de boîte. Elles sont parfois munies à leur sommet d'un graisseur auxiliaire destiné à combattre les débuts d'échauffement.
- 36 Sur certaines boîtes, les appliques sont graissées par un canal débitant à partir du réservoir central; s'il n'en est pas ainsi, le graissage des appliques doit être effectué à la main par le personnel de la machine et certains agents de l'entretien. Le graissage de l'anneau latéral en bronze des boîtes du type américain peut également être assuré directement comme c'est le cas sur la fig. 22.

e) Boîtes à rouleaux.

- 37 Dans les boîtes à rouleaux, le glissement de la fusée sur le coussinet est remplacé par le roulement des rouleaux.

La fig. 26 représente une boîte comportant deux roulements de deux rangées de galets chacun. Chaque roulement comprend une bague fixe F solidaire du corps de la boîte, 2 rangées de galets H tenus à écartement par une cage K et enfin, une bague intérieure L calée sur l'essieu par une bague cône N. Les roulements sont maintenus en place par un écrou M immobilisé par une sûreté. Les bagues et les rouleaux sont en acier très dur tandis que la cage est en bronze. Le graissage s'effectue au moyen d'une graisse consistante; l'obturateur G (bague en acier présentant des chicanes et emmanchée de force sur le collet de l'essieu) n'a donc d'autre rôle que de s'opposer à la pénétration des poussières et des impuretés.

38 Les boîtes à rouleaux ne réduisent sensiblement la résistance à l'avancement, par rapport aux boîtes ordinaires, que lors du démarrage après un stationnement prolongé et ce, jusqu'au moment où le film d'huile est, dans une boîte ordinaire, rétabli entre le coussinet et la fusée. Elles offrent les gros avantages de réduire presque totalement les risques d'échauffement et d'entraîner de sérieuses économies de lubrifiant et de frais d'entretien. Mais elles coûtent cher et leur montage sur des essieux à fusées intérieures exige le décalage et l'enlèvement des roues.

39 A la S.N.C.B., les boîtes à rouleaux ne sont utilisées que sur quelques essieux porteurs ou essieux de tender.

Il existe encore d'autres types de boîtes à huile (boîtes à palettes, boîtes à disque); celles-ci ne sont cependant pas utilisées sur les locomotives.

E. SUSPENSION.

40 Les boîtes à huile supportent le châssis par l'intermédiaire d'une liaison élastique réalisée au moyen de ressorts.

41 La suspension doit réaliser un triple but : amortir les chocs, agir sur la répartition des charges entre les essieux, assurer la constance de la charge des essieux.

42 Le ressort de suspension le plus employé est le ressort à lames. Le ressort à lames est constitué par un empilage de lames L de longueur croissante de bas en haut, et serrées l'une contre l'autre par un collier C (fig. 27).

Les lames sont de section rectangulaire (fig. 28). La face intérieure de chaque lame est pourvue d'une nervure longitudinale N tandis que la face supérieure est munie d'une rainure R correspondante. Pour empêcher le déplacement longitudinal des lames les unes par rapport aux autres, on les réunit par un long rivet central (fig. 29) ou on les solidarise au moyen d'étoquiaux (fig. 30) constitués par une calotte sphérique. La charge est suspendue aux

Livret hlt

8. III.

Page 10.

extrémités des lames supérieures S dites maîtresses-lames. Sous l'effort de la charge et des chocs, les lames de ressorts fléchissent.

- 43 Le ressort hélicoïdal, appelé également ressort à boudin est constitué par l'enroulement en hélice d'une barre de section généralement ronde. Ce ressort, contrairement au ressort à lames, ne possède pas d'amortissement propre (fig. 31).
- 44 Le ressort en volute (fig. 32) est constitué par une lame de section rectangulaire enroulée suivant un cône. Il n'est pas utilisé pour la suspension mais pour les appareils de choc et de traction.
- 45 La fig. 33 donne le montage d'un ressort indépendant posé sur le sommet de la boîte. Le châssis est suspendu aux colonnes de ressort C par l'intermédiaire de supports S, des plaques d'appui ou tasseaux P, des écrous E et contre-écrous D. Le sommet de chaque colonne constitue une cage qui embrasse l'extrémité des lames maîtresses de ressort et repose, par l'intermédiaire d'une plaque d'appui A, sur un bossage B de la lame maîtresse supérieure.
- 46 La fig. 34 donne le montage d'un ressort indépendant pendu sous la boîte et supportant le châssis par des colonnes C soumises à la traction. Le châssis est pendu aux colonnes C par des consoles S. Les colonnes sont constituées par des barres rondes traversant les maîtresses-lames de ressort sur lesquelles elles s'appuient par l'intermédiaire de la plaque d'appui P, de l'écrou E et du contre-écrou D. La plaque P pose sur un bossage de la maîtresse-lame supérieure.
- 47 La fig. 35 donne le montage d'un ressort indépendant pendu sous la boîte et supportant le châssis par des colonnes C comprimées.
- 48 Sur la fig. 36 se trouve représentée une patte d'une suspension moderne équipée de balanciers compensateurs. Les ressorts R1 et R2 appuyés sur des supports S posés sur les boîtes à huile, portent deux colonnes de suspension :

C1 réunie au châssis et C2 réunie à l'un des balanciers compensateurs B1 ou B2. Chaque colonne (fig. 37) est constituée par un maillon M pourvu d'un pivot N d'assemblage au châssis ou au balancier. L'arrondi du maillon M repose (fig. 36) sur un coussinet D posé dans un tasseau T. Le balancier B2 oscille sur un pivot P et est réuni par la colonne C3 au ressort qui suit R2.

- 49** Si un véhicule est équipé de ressorts indépendants les uns des autres, la suspension doit être réglée pour que chacun des ressorts porte la charge prévue lorsque la locomotive est au repos. En service, ce réglage peut être perturbé sous l'effet de la fatigue ou de rupture de lames due aux inégalités de la voie.
- 50** Pour obvier à ces inconvénients et garder à chaque essieu sa charge normale, on fait usage de balanciers (fig. 38). Un pivot O est fixé d'une façon rigide au châssis de la locomotive, les extrémités K et F des ressorts sont reliées aux extrémités I et G d'un levier pivotant en O. En choisissant des longueurs de bras de levier O I et O G convenables, on peut imposer à chacun des ressorts de supporter une charge déterminée. L'emploi de balanciers permet d'obtenir une répartition des charges constante.

QUESTIONS.

1. Quel est le but du châssis d'une locomotive ?
2. Comment est constitué le châssis ?
3. Combien connaissez-vous d'espèces de châssis ?
4. Décrivez un châssis en barres.
5. Comment peut-on protéger les parois verticales des cages ?
6. Comment sont constituées les sous-gardes ?
7. Pourquoi doit-on prévoir des coins de rappel de boîtes à huile ?
8. Comment est constitué un essieu et quel est son but ?
9. Quels sont les différents types d'essieux rencontrés ?
10. La nature du travail à effectuer influence-t-elle le diamètre des roues motrices et accouplées ?
11. Qu'appelle-t-on empattement rigide et empattement total ?
12. Décrivez un essieu porteur.
13. Décrivez un essieu moteur droit .
14. Décrivez un essieu moteur coudé.
15. Quelles formes présente un essieu moteur droit ?
16. Comment est constituée une roue de locomotive ?
17. Décrivez une roue porteuse.
18. Décrivez une roue motrice ou accouplée.
19. Décrivez une manivelle.
20. Décrivez une contre-manivelle.
21. Quel est le but du bandage ?
22. Combien connaissez-vous de profils de bandages ?

Livret hlt

8. III.

Page 14.

- 23 et 24. Décrivez un bandage de locomotive.
25. Quel est le but des boîtes à huile ?
26. Combien connaissez-vous d'espèces de boîtes à huile ?
27. Citez les organes d'une boîte à huile ?
28. Décrivez une boîte à huile type belge.
29. Décrivez une boîte à huile type américain.
30. Décrivez une boîte à huile pour fusées extérieures.
31. Comment est constitué un coussinet de boîte à huile ?
32. Comment est assuré le graissage des boîtes à huile pour fusées intérieures ?
- 33 et 34. Que savez-vous du packing et comment est-il placé ?
35. Comment est assuré le graissage des boîtes à huile pour fusées extérieures ?
36. Comment est assuré le graissage des appliques des boîtes à huile ?
37. Décrivez une boîte à rouleaux.
38. Quels sont les avantages et les inconvénients des boîtes à rouleaux ?
39. Utilise-t-on les boîtes à rouleaux à la S.N.C.B. ?
40. Qu'appelle-t-on suspension ?
41. Quel est le but de la suspension ?
42. Comment sont constitués les ressorts à lames ?
43. Comment est constitué un ressort hélicoïdal ?
44. Comment est constitué un ressort en volute ?
- 45 à 47. Comment peut être réalisé le montage d'un ressort ?
48. Comment est constitué un balancier compensateur ?
49. Comment doit être réglé la suspension ?
50. Comment peut-on garder à chaque essieu sa charge normale ?

2^e PARTIE.**CIRCULATION EN COURBE — APPAREILS D'ATTACHE ET DE CHOC — INSTALLATIONS DIVERSES.****A. CIRCULATION EN COURBE.**

- 51** Les difficultés de circulation d'un véhicule en courbe proviennent surtout de la solidarité des roues d'un même essieu, du parallélisme des essieux entre eux et de la longueur de l'empattement.
- 52** Ces différents facteurs fatiguent la locomotive, augmentent les risques de déraillement et imposent parfois des réductions de vitesse. Aussi a-t-on cherché de nombreux procédés pour faciliter la circulation en courbe des différents types de locomotives.
- 53** Parmi les différents moyens utilisés, que l'on peut classer en deux catégories, il faut noter :
- pour la voie :
- la surlargeur;
 - le dévers;
 - les raccords paraboliques;
- pour la locomotive :
- le graissage des roues et des rails;
 - la réduction de l'empattement rigide;
 - l'amincissement ou la suppression des bourrelets;
 - le jeu transversal des essieux;
 - les boîtes radiales;
 - les bissels ou les bogies.
- 54** La surlargeur donnée à la voie, lorsque le rayon de la courbe descend en dessous d'une valeur déterminée doit, toutefois, être limitée pour éviter que certains essieux ne tombent à l'intérieur des rails.

Livret hlt

8. III.

Page 16.

- 55 Le dévers consiste à surélever le rail extérieur par rapport au rail intérieur et contrecarrer ainsi la force centrifuge (fig. 39).
- 56 Les raccords paraboliques sont des courbes de forme spéciale BC intercalées entre la partie rectiligne AB et la courbe en arc de cercle CD. Ils ont surtout pour but de faciliter et adoucir l'entrée en courbe en déviant progressivement le véhicule (fig. 40).
- 57 Le graissage des roues et des rails permet de réduire l'usure des bandages et réduit l'adhérence du mentonnet de la roue sur le rail. Sur certaines lignes dont le rayon de la courbe est inférieur à 1500 m, des graisseurs installés sur la voie sont commandés par le passage du train.
- 58 Il est évident qu'un véhicule s'inscrit d'autant mieux en courbe que son empatement rigide est faible. Cependant, le nombre d'essieux et le diamètre des roues dépendent du travail exigé de la locomotive et ne peuvent donc être fortement réduits sous peine de créer des porte-à-faux importants et une locomotive instable.
- 59 L'amincissement des bourrelets permet d'augmenter le jeu de la voie et est appliqué, pour certains types de locomotives, aux essieux intermédiaires.
- 60 Une facilité de déplacement transversal peut être accordée aux essieux de deux manières : soit en donnant du jeu aux fusées dans leurs coussinets, soit en donnant du jeu à la boîte à huile entre ses guides.
- La première solution est représentée à la fig 41.
- La deuxième solution est surtout appliquée aux essieux porteurs et est représentée à la fig. 42. Une colonne de ressort A repose sur une plaque d'appui B dont la base est constituée par quatre plans inclinés alternés.
- La plaque B qui tend à toujours rester dans sa position la plus basse, rappelle la boîte dans sa position normale.
- 61 Le jeu transversal donné aux essieux ne leur permet pas de s'orienter selon un rayon. On a remédié à cet inconvénient en plaçant des boîtes radiales.

Deux appliques A1 et A2 (fig. 43) dont les surfaces de glissement appartiennent aux deux cylindres C1 et C2 de centre O. Ces appliques glissent entre des guides B1 et B2 et l'essieu se déplace comme s'il pivotait autour du centre fictif O.

- 62 Le bissel est formé par un petit chariot à un essieu, articulé sur le châssis principal en un point P (fig. 44) et reprenant une partie du poids de la locomotive.

Le point P est situé dans l'axe longitudinal de la locomotive et choisi de telle sorte que l'essieu mobile se place toujours radialement. Les bissels sont pourvus d'un dispositif de rappel qui tend à les ramener dans l'axe de la locomotive. La fig. 45 donne le croquis d'un bissel.

- 63 Le bogie est un petit chariot à deux essieux et indépendant du châssis principal. Il est réuni à ce dernier par l'intermédiaire d'un pivot central P. Le centre du bogie porte une crapaudine qui reçoit le pivot P par lequel l'avant de la locomotive repose sur le bogie. La rotation du bogie est libre mais son déplacement transversal est contrarié par un dispositif de rappel (fig. 46). La fig. 47 représente un type de bogie.

B. APPAREILS D'ATTELAGE ET DE CHOC.

a) Généralités.

- 64 Tous les véhicules de chemin de fer, susceptibles d'entrer dans la composition d'un train, sont pourvus, à chacune de leurs extrémités, d'appareils d'attelage et de choc.
- 65 Les appareils d'attelage, appelés aussi organes de traction, sont destinés à relier les véhicules entre eux et à leur transmettre l'effort de traction. Ils doivent offrir une résistance mécanique suffisante (charge de 65 tonnes sans rupture, à la S.N.C.B.), permettre un accouplement et un découplement aisés, être pourvus d'un dispositif de mise sous tension et conférer une certaine élasticité à la liaison réalisée entre les véhicules. La présence du frein

Livret hlt

8. III.

Page 18.

automatique qui, en cas de rupture d'attelage, immobilise les deux tronçons de train, rend pratiquement inutile la présence, à côté de l'attelage principal, de chaîne ou de tout autre dispositif de sécurité (sauf entre locomotive et tender).

66 Les appareils de choc ont pour but d'absorber et d'amortir les chocs qui se produisent entre les véhicules, pendant la marche des trains ou à l'occasion des manœuvres. Dans le cas des trains de marchandises, les attelages sont lâchés de façon à faciliter le démarrage en permettant à la locomotive d'entraîner les wagons les uns après les autres. Ce procédé n'est toutefois pas admissible pour les trains de voyageurs parce qu'il entraîne trop de chocs entre véhicules. Aussi, les appareils de choc des voitures sont initialement comprimés les uns contre les autres par la tension de l'attelage, ce qui offre, comme second avantage, de solidariser tous les véhicules du train et de réduire leurs réactions.

67 Les appareils d'attelage (crochets et tendeurs) et de choc (butoirs) se trouvent sur les traverses de tête de tous les véhicules susceptibles d'entrer dans la composition d'un train et par conséquent sur la traverse avant de la locomotive ainsi que sur la traverse arrière du tender.

68 Quant à la liaison entre la locomotive et le tender, elle se présente de façon différente. En effet, l'attelage qui offre ici un caractère permanent, doit être particulièrement robuste (le personnel de la locomotive travaille au-dessus ou à proximité immédiate de cet attelage) et constituer une liaison suffisamment rigide pour que la masse du tender participe à l'amortissement des mouvements perturbateurs et, particulièrement, du mouvement de lacet des locomotives.

b) Appareils d'attelage.

69 Dans l'attelage moderne de la fig. 48 qui comporte une barre principale A et deux barres de sûreté H, les butoirs cylindriques C et D, fixés respectivement sur la locomotive et le tender, viennent en contact par l'intermédiaire d'une

lentille E qui augmente leurs surfaces d'appui. Le butoir D du tender est muni d'un coin de réglage; ce dispositif ne comporte aucun ressort.

70 Dans l'attelage Franklin (fig. 49), qui comporte une barre de traction principale A et une barre de sûreté H, l'appareil de choc est semblable au précédent sauf que le butoir D du tender est muni de ressorts à boudin R destinés à maintenir un contact énergique entre les butoirs C et D par l'intermédiaire de la lentille E.

71 La fig. 50 représente une traverse arrière du tender complètement équipée. On y trouve le crochet d'attelage A pourvu de son tendeur, les 2 butoirs B, la conduite C de chauffage pourvue d'un robinet d'arrêt, la conduite D de frein équipée d'un robinet d'arrêt et d'un boyau d'accouplement, un crochet de retenue E destiné à immobiliser le boyau du frein lorsqu'il est inutilisé, deux chaînes F pourvues de crochets (qui constituent plutôt des attelages de secours, les attelages de sûreté étant rendus inutiles par l'application du frein automatique) et enfin, deux mains courantes H servant à aider les agents qui doivent se rendre entre 2 véhicules attelés en passant sous les butoirs, et à accrocher les chaînes F lorsqu'elles sont inutilisées.

72 Le crochet de traction (fig. 51) auquel s'accouple l'étrier du tendeur, présente un bec A établi de façon à éviter les découplages accidentels. Dans le corps est foré un trou d'axe C pour l'assemblage des flasques du tendeur (chaque traverse porte donc un crochet et un tendeur, ce qui permet de disposer de deux dispositifs complets d'attelage). La tige D prend appui sur la traverse de tête E par l'écrou H, la rondelle I, le ressort à volutes R et la cuvette d'appui F. On empêche la rotation du crochet en donnant une section carrée à la partie K de la tige qui est guidée dans la traverse E et la cuvette F.

73 Le tendeur (fig. 52) comporte une vis V pourvue de deux filets à pas opposés, couvrant chacun la moitié de sa longueur. Cette vis pénètre dans deux douilles filetées identiques A et B, douilles qui sont équipées de pivots d'assemblage. Sur la douille B s'articulent deux flasques F assemblées par un pivot P au corps du crochet de traction.

Livret hlt

8. III.

Page 20.

Sur l'autre douille A s'articule un étrier ou maillon M d'accouplement. En son milieu, la vis est pourvue d'une manivelle L qui permet de tendre l'attelage et qui est immobilisée dans la position choisie par l'action d'un poids M.

- 74 Les chaînes de sûreté (fig. 50) constituées chacune de quelques maillons et d'un crochet sont fixées à la traverse de tête par un pivot P.

c) Appareils de choc.

- 75 Il existe différents types de butoirs. La fig. 53 représente une réalisation du butoir Bouwaert. Le plateau A fait corps avec le piston B qui coulisse dans un boisseau C boulonné sur la traverse de tête. Les chocs sont absorbés par un ressort à volutes R logé dans le boisseau. Ce ressort est placé sous tension; l'expulsion du plateau est évitée par une clavette D solidaire du boisseau et qui traverse des rainures du piston B. La fig. 54 donne un autre type de butoir où le boisseau C est constitué par 4 branches en tôle, où le plateau A est rivé sur une tige B et où l'expulsion de celle-ci est empêchée par une butée clavetée D.

- 76 Les deux plateaux de butoir d'une même traverse ne sont pas identiques; le plateau situé à droite d'un observateur qui regarde la traverse de l'extérieur du véhicule, est plat tandis que l'autre plateau est bombé. De cette façon, lorsque les véhicules sont assemblés, chaque plateau plat vient systématiquement en contact avec un plateau bombé (fig. 54). Si les plateaux en contact étaient plats tous les deux, ils ne prendraient contact que par leurs extrémités, lors des passages en courbe (fig. 55); s'ils étaient tous les deux bombés, il y aurait danger de soulèvement de certains véhicules (fig. 56).

C. INSTALLATIONS DIVERSES.

a) Chasse-pierres — Abris — Capotage — Outillage.

- 77 Le premier essieu de la locomotive est précédé d'un chasse-pierres (fig. 57) constitué par 2 éperons A en tôle épaisse situés chacun au-dessus d'un rail et réunis par une barre transversale B.

Tout autour de la locomotive, et au-dessus des roues, se trouve un tablier en tôle striée, qui permet au machiniste d'avoir accès aisément à divers organes de la locomotive.

Le machiniste et le chauffeur sont protégés contre les intempéries et l'action de la vitesse par un abri installé derrière la chaudière et emboîté sur l'arrière du foyer.

- 78 Certaines locomotives modernes sont pourvues d'un **capotage** dissimulant, entre autres choses, une partie du mécanisme et donnant à l'ensemble (chaudière, véhicule, abri et tender) une forme d'ensemble étudiée de façon à réduire la résistance de l'air.
- 79 Toute locomotive mise en ligne doit être pourvue d'un outillage réglementaire qui permet, entre autres, la conduite du feu, le graissage des différents organes de la machine, le petit entretien de ceux-ci, certaines interventions en cas d'incident et la réalisation éventuelle de la sécurité (drapeaux, pétards, etc.).

b) Eclairage électrique.

- 80 Les locomotives modernes sont munies d'une installation d'éclairage électrique. Une génératrice, actionnée par une petite turbine à vapeur, alimente les lampes des disques d'avant et d'arrière, les lampes disposées dans l'abri et, sur certaines locomotives, des lampes judicieusement disposées dans le mécanisme pour en permettre la visite. Les lampes installées dans l'abri sont entourées de gaines mobiles qui permettent d'orienter le faisceau lumineux et de limiter la surface éclairée au strict minimum.

c) Appareils indicateur et enregistreur de vitesse.

- 81 Certaines locomotives assurant un service important et, en principe, toutes les locomotives à voyageurs de la S.N.C.B., sont munies d'un appareil indicateur et enregistreur de vitesse.
- 82 Un boîtier B (fig. 58) placé à portée immédiate du machiniste, et dont la fermeture est plombée, contient l'indicateur de vitesse, l'horloge, le dispositif de pointage

Livret hlt

8. III.

Page 22.

de signaux par les machinistes, le répéteur acoustique de signaux, le mécanisme d'enregistrement et la bande enregistreuse; sur celle-ci s'inscrivent : la vitesse du train, le parcours effectué, le temps mis pour effectuer le parcours, le pointage automatique des signaux et le pointage des signaux par le machiniste.

Le mécanisme du boîtier B est entraîné par une tige C qui reçoit son mouvement de rotation d'un essieu couplé, par l'intermédiaire d'un renvoi de mouvement R et d'un jeu d'engrenages coniques logés dans un boîtier A.

- 83 L'enregistrement automatique des signaux est commandé par un dispositif électrique. Une brosse métallique D isolée électriquement de la locomotive est reliée, par un conducteur isolé E, à une borne de l'appareil B dont la masse, en contact avec celle de la locomotive, est reliée électriquement aux rails et à la terre. Chaque signal à enregistrer est accompagné d'un crocodile (aussi appelé : rampe) ; le crocodile est une pièce métallique allongée posée dans l'axe de la voie, isolée électriquement de la terre et des rails et alimentée par un courant variable avec la position du signal. Lorsque la locomotive passe au droit du crocodile H, la brosse D entre en contact avec lui et un circuit électrique s'établit entre le crocodile, la brosse D, l'appareil B et la terre; la nature du courant passant dans ce circuit et qui dépend de la position du signal, règle le fonctionnement de l'enregistreur et du sifflet répéteur.

d) Sablières.

- 84 Les locomotives sont pourvues de récipients à sable A appelés sablières, installés le long du tablier (fig. 59) ou de préférence, au-dessus du corps cylindrique (fig. 60); cette dernière solution, qui est la plus courante, tend à maintenir le sable sec sous l'effet de la chaleur de la chaudière et offre des facilités pour le remplissage à partir d'un réservoir surélevé.
- 85 Le sable est amené devant les roues par des tuyaux de descente B qui doivent aboutir aussi près que possible du rail et de la roue afin d'éviter que le sable débité ne soit

balayé par le vent. Pour les locomotives destinées à travailler normalement dans les deux sens de marche (locomotives-tenders, locomotives de manœuvres), des tuyaux de descente doivent être installés devant et derrière les roues (ou, tout au moins, derrière certaines roues).

86 Entre ces tuyaux et les réservoirs à sable, on intercale des distributeurs à sable C (fig. 59) actionnés à la vapeur ou à l'air comprimé; ceux-ci expulsent le sable avec une certaine force, le projetant ainsi sous la roue et le rendant moins sensible à l'action du vent. Les distributeurs à vapeur offrant l'inconvénient de mouiller le sable et de créer ainsi des obstructions au bas des tuyaux de descente, on leur préfère les distributeurs à air comprimé.

87 Dans le distributeur à air comprimé (fig. 61), le sable, venant du bac à sable, s'accumule dans le corps A où il est retenu par le barrage B. Le tuyau T, contrôlé par un robinet placé à portée du machiniste, amène de l'air comprimé qui alimente les 2 ajustages C et D appelés respectivement le barboteur et l'entraîneur. Le sable, remué par le jet barboteur, passe au-delà du barrage B et est repris par le jet entraîneur qui le chasse vers le rail, à travers le tuyau E.

e) Gabarits.

88 Chaque réseau définit, pour son usage propre, un « gabarit de la section libre » qui délimite, à partir des rails, l'espace qui le long de la voie doit rester libre de tout obstacle. La fig. 62 représente le gabarit de la section libre de la S.N.C.B.

89 Tous les véhicules de chemin de fer doivent s'inscrire à l'intérieur d'un autre gabarit appelé « gabarit de matériel roulant ». De la même façon, tout chargement doit s'inscrire dans un gabarit appelé « gabarit de chargement ». Très souvent, ces 2 gabarits se confondent. La fig. 63 représente le gabarit de chargement de la S.N.C.B., le trait pointillé indiquant les limites pour les portières ouvertes de voiture.

Livret hlt

8. III.

Page 24.

- 90 Les gabarits de matériel roulant et de chargement sont évidemment plus petits que le gabarit de la section libre. En effet, les véhicules doivent disposer d'un certain jeu dans le gabarit de la section libre; en outre, en courbe, les véhicules débordent de part et d'autre de la voie.
- 91 Le personnel des machines ne doit jamais perdre de vue que l'espace dont il dispose est limité par le gabarit. Il doit veiller à ne créer aucun obstacle sortant de ce gabarit soit lors du chargement du tender, soit lors du maniement des outils de feu. Sur une locomotive en marche, il doit également veiller soigneusement à rester lui-même, à l'intérieur du gabarit : l'oubli de cette prescription a, jusqu'ici, causé de nombreux accidents mortels.

f) Chauffage.

- 92 Pour fournir la vapeur à la conduite de chauffage du train, une prise de vapeur est installée dans l'abri de la locomotive. La pression de la vapeur peut être réglée par l'ouverture plus ou moins grande de la prise de vapeur.

Les installations de chauffage sont décrites au fascicule 6 du présent livret.

QUESTIONS.

- 51 et 52. Quels sont les facteurs qui contrarient la circulation en courbe ?
53. Quels sont les moyens utilisés pour faciliter la circulation en courbe ?
54. Y a-t-il une limite à la surlargeur donnée à la voie ?
55. Que savez-vous du dévers ?
56. Pourquoi a-t-on créé des raccords paraboliques ?
57. Quand utilise-t-on le graissage des roues et des rails ?
58. L'empattement rigide a-t-il une influence sur la circulation en courbe ?
59. Quelle est l'utilité de l'amincissement des bourrelets ?
60. Comment peut-on faciliter le déplacement transversal des essieux ?
61. Que savez-vous des boîtes radiales ?
62. Décrivez succinctement un bissel.
63. Décrivez succinctement un bogie.
- 64 à 68. Quel est le but et quelles sont les qualités essentielles que doivent présenter les appareils d'attelage et de choc ?
69. Décrivez un appareil d'attelage entre locomotive et tender.
70. Décrivez l'appareil d'attelage Franklin.
71. Enumérez les appareils placés sur la traverse arrière du tender.
72. Décrivez un crochet de traction.
73. Décrivez un tendeur.

Livret hlt

8. III.

Page 26.

74. Décrivez une chaîne de sûreté.
75. Décrivez un type de butoir.
76. Comment sont placés les plateaux de butoir d'une même traverse ?
77. Que savez-vous des chasse-pierres ?
78. Quel est le but du capotage ?
79. Quelle est l'utilité de l'outillage placé sur la locomotive ?
80. Comment l'éclairage électrique de la locomotive est-il assuré ?
- 81 à 83. Décrivez succinctement l'appareil indicateur et enregistreur de vitesse.
- 84 à 87. Quel est le but des sablières et comment réalise-t-on la projection du sable sur le rail ?
- 88 à 91. Qu'appelle-t-on gabarit ? Le personnel de la locomotive doit-il respecter le gabarit ?
92. Comment la vapeur est-elle fournie à la conduite de chauffage du train ?

Sommaire.

CHAPITRE IV.

Le tender.

	N ^{os} des articles
A. Généralités	1 à 3
B. Description du tender	4 à 9
C. Locomotives-tenders	10 à 12

Chapitre IV. — Le tender.

A. GENERALITES.

- 1 Le tender est un véhicule attelé immédiatement derrière la locomotive et qui contient la provision d'eau et de charbon nécessaires au fonctionnement de la locomotive.
- 2 La capacité du tender dépend de la puissance de la locomotive et des services qu'elle doit assurer. Cette capacité doit être d'autant plus grande que la locomotive est puissante et qu'elle doit effectuer de longs parcours sans possibilité de se réalimenter. Mais il est inutile de l'augmenter abusivement car on crée alors un poids inutile. La capacité en poids des soutes à eau, vaut d'habitude trois à quatre fois celle des soutes à charbon.
- 3 Les plus grands tenders actuels de la S.N.C.B. emportent 38 m³ d'eau, 10,5 tonnes de charbon et pèsent 83 tonnes lorsqu'ils sont complètement chargés.

B. DESCRIPTION DU TENDER.

- 4 Le châssis est constitué par deux longerons réunis à l'arrière par la traverse de tête et à l'avant par un caisson portant le dispositif d'attelage à la locomotive; l'ensemble est raidi par les longrines, traverses et diagonales nécessaires.
- 5 Ce châssis est porté par trois ou quatre essieux, suivant les dimensions du tender. Dans les cas de 3 essieux (fig. 1), il est fait usage de la suspension classique par ressorts à lames posés sur le sommet des boîtes à huile et équipés de colonnes verticales, avec ou sans balanciers compensateurs. Dans le cas de quatre essieux (fig. 2), le châssis est posé

Livret hlt

8. IV.

Page 2.

sur 2 bogies pourvus d'un mouvement de rotation, sans déplacement transversal et fabriqués soit en tôle, soit en barres, soit en acier moulé.

- 6 Les essieux de tender sont équipés de fusées extérieures. Ils utilisent soit des boîtes ordinaires, soit des boîtes spéciales. Lorsque le tender n'est pas monté sur les bogies, ces boîtes coulisent entre des guides boulonnés aux longerons.
- 7 La soute à eau A (fig. 1 et 2) est un réservoir en tôles soudées ou rivées, assemblé au châssis et cloisonné intérieurement afin d'entretoiser les parois et de briser les mouvements désordonnés de l'eau. L'arrière de la soute à eau est pourvu d'un ou deux orifices B appelés trous d'homme, qui servent au remplissage et qui donnent accès à l'intérieur des soutes; fermés par des couvercles, ils sont munis intérieurement de tamis à larges mailles destinés à éviter l'introduction de corps étrangers dans les soutes. La soute à eau est réunie à chaque appareil d'alimentation de la chaudière par un accouplement souple C constitué par un large tuyau en caoutchouc généralement armé, précédé d'une crépine D à mailles plus serrées que le tamis du trou d'homme et d'une vanne à soupape dont la commande est à portée du personnel de la locomotive.
- 8 La face supérieure de la soute à eau qui constitue le fond de la soute à charbon E, offre un plan incliné facilitant l'acheminement du charbon vers l'avant. La soute à charbon est fermée à l'avant, soit par des planches mobiles, soit par une paroi métallique percée d'un orifice central à fermeture par clapet à guillotine.
- 9 Le tender qui est équipé du frein à air comprimé, est également pourvu d'un frein à main. Il comporte des coffres H destinés à recevoir l'outillage et les effets du personnel ainsi qu'un emplacement pour les outils de feu du chauffeur.

C. LOCOMOTIVES-TENDERS.

- 10** Ces locomotives ne sont utilisables que lorsque la valeur des approvisionnements à emporter est relativement faible. Elles offrent l'avantage d'économiser le poids mort du tender, d'augmenter le poids adhérent (ce qui est utile pour des locomotives de manœuvre et d'allège), et d'offrir les mêmes facilités de circulation dans les deux sens de marche.
- 11** On réalise sous forme de locomotive-tender, les locomotives de manœuvres (fig. 3) et les locomotives destinées à la remorque des trains de voyageurs légers, tout spécialement dans les services de navette (fig. 4).
- 12** Les soutes à eau sont disposées symétriquement par rapport à l'axe longitudinal de la locomotive. Elles encadrent généralement le corps cylindrique, un troisième réservoir pouvant être situé sous la chaudière. La soute à charbon se trouve placée à l'arrière de l'abri du machiniste et parfois sur le toit de cet abri.

QUESTIONS.

1. Quelle est l'utilité du tender ?
2. La capacité du tender est-elle variable ?
3. Connaissez-vous les caractéristiques essentielles des plus grands tenders utilisés à la S.N.C.B. ?
4. Comment est constitué le châssis du tender ?
5. Combien y a-t-il d'essieux au tender ?
6. Quels types de boîtes utilise-t-on au tender ?
- 7 et 8. Comment est constituée une soute à eau ?
9. Le tender est-il muni du frein ?
10. Quels sont les avantages des locomotives-tenders ?
11. Quelles espèces de locomotives-tenders connaissez-vous ?
12. Comment sont disposées les soutes à eau et à charbon d'une locomotive-tender ?

Sommaire.

CHAPITRE V.

Equipements de graissage.

	Nos des articles
A. Le frottement.	
a) Généralités	1
b) Rôle du lubrifiant	2
c) Conditions à remplir lors de la lubrification	3
d) Lubrifiants utilisés	4 et 5
B. Graissage du mécanisme.	
a) Généralités	6 et 7
b) Godets graisseurs	8 et 9
c) Graisseurs à mèches	10 et 11
d) Graisseurs à pointeau	12 et 13
e) Graisseurs à épinglettes	14 à 20
C. Graissage des cylindres et distributeurs.	
a) Généralités	21 et 22
b) Graisseurs mécaniques	23 à 27
c) Graisseurs à condensation	28 à 33
d) Tuyauteries et soupapes de retenue	34 à 37
e) Introduction de l'huile	38 à 40

Chapitre V. — Equipements de graissage.

A. LE FROTTEMENT.

a) Généralités.

- 1 Lorsque deux surfaces solides doivent glisser l'une sur l'autre, il faut exercer un effort qui dépend de la nature et de l'état des surfaces en contact ainsi que de la vitesse de glissement. Cet effort à exercer, appelé frottement, est minimum entre des surfaces dures et polies et maximum entre des surfaces rugueuses. Il offre les inconvénients suivants :

- a) il use les surfaces en contact;
- b) il risque de produire des grippements;
- c) il provoque un dégagement de chaleur;
- d) il réduit le rendement des machines.

b) Rôle du lubrifiant.

- 2 Si on intercale un lubrifiant entre les deux surfaces frottantes, on remplace le frottement sec par un frottement fluide. Le lubrifiant s'étale entre les surfaces frottantes sous forme d'un film continu mince et permanent. Ce ne sont donc plus les deux surfaces qui frottent l'une sur l'autre mais bien les molécules ou les couches du lubrifiant interposé.

Le graissage supprime donc le contact direct des pièces frottantes et il réduit les forces de frottement.

c) Conditions à remplir lors de la lubrification.

- 3 Le lubrifiant doit adhérer aux surfaces frottantes, résister aux fortes charges et offrir d'autant moins de résistance que la vitesse de glissement est élevée. On

Livret hlt

8. V.

Page 2.

utilisera un lubrifiant visqueux pour les pièces fortement chargées et à mouvement lent et un lubrifiant fluide pour les pièces peu chargées et à déplacement rapide.

En outre, le lubrifiant doit rester identique à lui-même c'est-à-dire ne pas être altéré sous l'influence du milieu (température, métaux en contact, présence de vapeur d'eau, par exemple). Il doit être propre et ne pas contenir d'impuretés.

d) Lubrifiants utilisés.

- 4 Sur les locomotives il existe deux catégories de pièces à lubrifier. D'un côté, le mécanisme dont toutes les pièces se trouvent à l'atmosphère; de l'autre côté, les distributeurs et les cylindres où règnent la pression et la température de la vapeur.

On utilise l'huile minérale destinée aux pièces de mécanisme et aux fusées d'essieux et l'huile cylindrine destinée aux cylindres et distributeurs.

- 5 Les huiles minérales comprennent les huiles d'été et les huiles d'hiver qui se différencient l'une de l'autre par leur viscosité; celle-ci étant plus élevée pour les huiles d'été que pour les huiles d'hiver.

Les huiles cylindrines se classent en deux catégories : la cylindrine destinée aux locomotives à vapeur saturée et celle destinée aux locomotives à vapeur surchauffée, celle-ci étant capable de supporter des températures beaucoup plus élevées (350° et plus).

B. GRAISSAGE DU MECANISME.

a) Généralités.

- 6 Doivent être graissés toutes les articulations et les pièces glissantes du mécanisme, les patins de glissement de la chaudière, les articulations de la suspension, les boîtes à huile et les pompes. Le mode de graissage et le type de

graisseur utilisé sont adaptés aux particularités de l'organe à graisser (fréquence, importance et rapidité des déplacements, charge, accessibilité, etc.).

- 7 Les principaux types de graisseurs utilisés pour le mécanisme sont les godets graisseurs, les graisseurs à mèches, les graisseurs à pointeau, les graisseurs à épinglette et les graisseurs mécaniques.

b) Godets graisseurs.

- 8 La pièce envisagée porte, au voisinage de l'articulation à graisser, un godet ou, ce qui est plus simple, une poche intérieure P (fig. 1) fermée par un bouchon B et remplie de packing que l'on peut gorger d'huile par l'orifice de remplissage C. L'huile contenue dans le packing s'écoule lentement vers le pivot par le conduit D.
- 9 Ce graisseur très simple n'est applicable qu'aux articulations peu fatiguées, subissant des mouvements peu importants et consommant peu d'huile, telles les pieds de levier d'avance (fig. 1) et les articulations de bielles d'accouplement (fig. 2).

c) Graisseurs à mèche.

- 10 Par capillarité, l'huile du réservoir A (fig. 3) monte dans la mèche M et se déverse dans la busette B et le tuyau T aboutissant au point à graisser.

Le débit dépend de la mèche qui est constituée de plusieurs brins : des brins trop peu nombreux donnent un débit trop faible tandis que des brins trop nombreux peuvent serrer dans la busette au point de contrarier le passage de l'huile. Pour arrêter le débit, il faut retirer la mèche, ce que l'on facilite en montant la mèche sur une épinglette métallique E. D'une façon générale, les mèches doivent être propres et renouvelées assez fréquemment car leur capillarité diminue à l'usage.

- 11 Les graisseurs à mèche offrent l'avantage de laisser au fond du réservoir les impuretés éventuelles de l'huile. Mais ils exigent une huile assez fluide et débitent souvent pen-

Livret hlt

8. V.

Page 4.

dant l'arrêt, les mèches ne pouvant être retirées que lors des stationnements assez longs. Ils conviennent pour les organes exigeant une lubrification abondante : guides de crosse de piston, tiges de piston et de tiroir, boîtes à huile, etc.

d) Graisseurs à pointeau.

12 Le fond du réservoir A (fig. 4) comporte un orifice O de départ d'huile surmonté d'un pointeau P de réglage. La molette M de commande du pointeau est pourvue d'encoches dans lesquelles s'engage un ressort R, ce qui permet d'immobiliser le pointeau et de repérer le réglage. Pour arrêter le débit, il suffit de visser le pointeau à fond.

13 Le graisseur à pointeau permet des réglages précis, rend aisés l'arrêt et la remise en marche du graissage mais de par son principe même, il s'obstrue plus aisément que le graisseur à mèche.

e) Graisseurs à épinglette.

14 Les graisseurs à épinglette sont des graisseurs qui, appliqués à des pièces en mouvement rotatif, en mouvement alternatif ou soumises à des trépidations violentes, ne débitent que pendant la marche. Ces graisseurs, qui arrêtent automatiquement le débit dès que la pièce est au repos, ne peuvent être appliqués qu'à des pièces animées d'un mouvement suffisant.

15 Le godet G (fig. 5) creusé habituellement dans le corps de l'organe à graisser, est fermé d'une façon étanche par un bouchon de remplissage B. Le tuyau de graissage T, aboutissant dans le fond du godet, se prolonge par une haute buselure vissée A. Le sommet de cette buselure porte une tête rapportée en acier D munie en son centre d'un trou de 1 mm de diamètre. Une épinglette E est posée dans ce trou. L'épinglette est constituée par un fil en laiton de 0,6 mm de diamètre coulissant dans le trou de la tête D et reposant sur celle-ci par une partie façonnée en forme de spirale et formant ressort.

- 16 Lors du remplissage, le godet est pourvu d'huile jusqu'au niveau supérieur de la tête de la buselure. Pendant la marche, l'huile est agitée et projetée sur l'épinglette le long de laquelle elle s'écoule, de par son propre poids, dans l'espace compris entre celle-ci et la tête D. L'épinglette est elle-même animée d'un mouvement de va-et-vient qui facilite la descente de l'huile et prévient de façon efficace toute obstruction sous l'effet des impuretés contenues dans le lubrifiant. Au repos, le débit est nul, le niveau de l'huile ne dépassant jamais le sommet de la tête D.
- 17 Ce graisseur donne d'excellents résultats. Il faut toutefois veiller à respecter les diamètres de l'orifice de la tête et de l'épinglette ainsi que la hauteur qui sépare le sommet de la tête D et le fond du bouchon de remplissage, cette hauteur conditionnant les déplacements verticaux de l'épinglette.
- 18 La fig. 6 représente un graisseur à épinglette équipée d'un bouchon-soupape. Ce graisseur est identique au précédent sauf que le bouchon de remplissage est équipé d'une soupape S qui se referme automatiquement après remplissage. Pour effectuer celui-ci, il suffit d'enfoncer la soupape avec le bec de la burette. Ce dispositif est particulièrement utile sur les graisseurs peu accessibles.
- 19 A la S.N.C.B., les graisseurs à épinglettes sont utilisés sur toutes les articulations importantes.
- 20 Sur les locomotives modernes, il est fait également usage de graisseurs mécaniques (voir art. 23 à 27, ci-après).

C. GRAISSAGE DES CYLINDRES ET DISTRIBUTEURS.

a) Généralités.

- 21 Le graissage des cylindres et des distributeurs doit se faire sous pression puisque l'huile doit être introduite dans une enceinte où règne la pression de la vapeur.

Pour réaliser ce graissage sous pression, on a recours à deux types de graisseurs : les graisseurs mécaniques et les graisseurs à condensation.

Livret hlt

8. V.

Page 6.

22 Ces graisseurs distribuent l'huile sous pression et à un débit bien défini. Ils sont utilisés sur les locomotives modernes pour graisser certaines pièces pour lesquelles les points d'arrivée de l'huile restent fixes (guides de boîtes à huile, tiges de piston et de distributeur, etc.) ou subissent des déplacements qui permettent de les réunir par des tuyaux flexibles à la conduite d'amenée d'huile (boîtes à huile).

b) Graisseurs mécaniques.

23 Il existe de nombreux types de graisseurs mécaniques. En général, ils comportent tous un grand réservoir d'huile où s'alimentent toute une série de petites pompes aspirantes-foulantes. Ces pompes débitent l'huile sous pression dans les conduits de graissage et il y a, d'habitude, autant de pompes que de départs greffés sur le graisseur. Le nombre de départs est variable : il est défini par le nombre de points à graisser et il n'est, en somme, limité que par l'encombrement du graisseur.

Les fig. 7, 8 et 9 représentent respectivement la vue extérieure de face, une coupe transversale et une coupe longitudinale d'un graisseur Zeyen à 4 départs.

24 Le corps du graisseur constitue un réservoir à huile R surmonté d'un tamis T, fermé par un couvercle C, et dans lequel sont installées les pompes. Chaque pompe comporte un piston P, un tuyau d'aspiration A protégé par une crépine B, une soupape d'aspiration D constituée par une bille, un tuyau de refoulement E et une soupape de refoulement H constituée également par une bille. Les pistons P des deux pompes qui se font vis-à-vis sont réunis à un pont I qui, guidé par la tige K, reçoit un mouvement vertical alternatif de l'excentrique L calé sur l'arbre M (l'arbre M porte donc autant d'excentriques qu'il y a de paires de pompes). L'arbre M reçoit son mouvement de rotation d'une roue à rochet N dont il est solidaire et qui est actionnée par un levier S attaqué lui-même par une pièce quelconque du mécanisme, animée d'un mouvement alternatif ou rotatif. L'arbre M est également solidaire d'une

manivelle V qui permet de commander le graisseur à la main et d'envoyer aussi de l'huile aux endroits à graisser, avant la mise en marche de la machine. Une canalisation de vapeur W permet le réchauffage de l'huile lorsque la température extérieure l'exige.

Ce graisseur permet de régler le débit individuel de chaque pompe et de régler le débit de l'ensemble des pompes.

- 25** Le réglage individuel de chaque pompe s'effectue en modifiant la course du piston intéressé. Pour ce faire, il suffit de modifier la position des écrous et contre-écrous Z. En remontant ceux-ci, on augmente le jeu du pont I par rapport au piston P, ce qui réduit la course de celui-ci et diminue le débit; le contraire se produit si on redescend les écrous et contre-écrous Z.
- 26** Le réglage du débit d'ensemble de toutes les pompes se réalise en modifiant la vitesse de rotation de l'arbre M. Dans ce but, le levier S est pourvu de plusieurs trous d'accouplement avec la pièce qui le commande. Au fur et à mesure que l'on choisit un trou d'accouplement plus proche de l'axe M, on augmente la valeur du déplacement angulaire du levier : à chaque oscillation, celui-ci fait donc tourner la roue à rochet N d'un angle plus important, ce qui entraîne une rotation plus rapide de l'arbre M et un débit accru de tous les graisseurs. L'inverse se passe si l'on envisage des trous d'accouplement de plus en plus éloignés de l'arbre M.
- 27** Les graisseurs mécaniques sont automatiques en ce sens que, une fois les réglages faits, leur débit est proportionnel à la vitesse. Ils fonctionnent à modérateur fermé comme à modérateur ouvert et, en raison de la rapidité de succession des coups de piston, on peut dire que leur débit est continu. Ils sont économiques en raison de leurs possibilités de réglage et de leur arrêt automatique lorsque le mouvement de la machine cesse. Leur fonctionnement est sûr et ils sont d'autant moins sujets à avarie que leur construction est simple et robuste.

Livret hlt

8. V.

Page 8.

c) Graisseurs à condensation.

28 Le plus simple des graisseurs à condensation est le graisseur à boule. il comporte (fig. 10) un réservoir sphérique A fermé par un bouchon étanche B et au fond duquel aboutit un conduit C en communication avec la prise de vapeur et prolongé par la busette D. Le réservoir A est rempli d'huile jusqu'au sommet de la busette D. Dès que l'on ouvre la prise de vapeur de la pompe, de la vapeur pénètre dans le réservoir A, par le conduit C et la busette D, s'y condense, se dépose dans le fond du réservoir et fait monter le niveau d'huile; celle-ci descend, par la busette D et le conduit C, vers le tuyau de prise de vapeur où elle est entraînée par la vapeur vers l'endroit à graisser. Un robinet R permet de vidanger l'eau de condensation, au moment de remplissage.

Le débit de ce graisseur n'est pas réglable; son fonctionnement, commandé par la même prise de vapeur que le cylindre moteur de la pompe, le rend automatique mais empêche son application aux cylindres de la locomotive, à cause de la marche à modérateur fermé.

29 On a remédié à ces inconvénients en alimentant le graisseur à condensation en vapeur indépendante de la vapeur d'admission. Le fonctionnement du graisseur est ainsi assuré aussi bien à modérateur fermé qu'à modérateur ouvert; le réglage du débit devient facile en agissant sur la vapeur d'alimentation. Enfin, le contrôle du débit a été réalisé en rendant celui-ci visible.

30 La fig. 11 schématise la réalisation et le fonctionnement d'un graisseur à condensation moderne établi d'après les principes précédents.

La vapeur saturée, prélevée dans la chaudière par l'intermédiaire d'une prise de vapeur spéciale et débouchant du conduit A, se partage en deux. Une première partie s'engage dans le conduit B qui se dirige vers le point à graisser tandis que l'autre partie pénètre dans un réservoir C appelé réservoir de condensation. La vapeur qui a pénétré dans le réservoir de condensation s'y condense et l'eau qui en résulte descend, par le conduit D, dans le fond du réservoir.

voir à huile E. L'arrivée d'eau dans le réservoir E y fait monter le niveau de l'huile et celle-ci se déverse dans le tube F dont elle atteint le sommet. Le tube F amène l'huile dans une cavité G surmontée d'un pointeau I. Au-delà du pointeau I se trouve un petit réservoir K rempli d'eau provenant de la condensation de vapeur abandonnée par le conduit B. L'huile qui, venant de G, se présente à la sortie du robinet à pointeau I, est poussée vers l'extérieur par la colonne d'eau de hauteur H tandis qu'elle est repoussée à l'intérieur par la colonne d'eau h; au total, elle est donc poussée à l'extérieur du robinet à pointeau I par une pression correspondant à une colonne d'eau de hauteur $(H - h)$. Les gouttes d'huile se détachant du robinet à pointeau I montent dans l'eau du réservoir K. Lorsqu'elles arrivent au niveau supérieur de cette eau, les gouttes d'huile sont reprises par la vapeur circulant dans le conduit B et entraînées vers le point à graisser.

Le réservoir K comporte une paroi vitrée qui permet de suivre la montée des gouttes d'huile et de contrôler ainsi le débit.

Le pointeau I est réglage au moyen du petit volant V et permet de graduer le débit d'huile. Le robinet R1 permet de régler l'arrivée de vapeur saturée. Le robinet R2 permet de régler la vitesse d'écoulement de l'eau de condensation. Le robinet R3 permet le remplissage en huile du réservoir E tandis que le robinet R4 permet de le vider de l'eau de condensation. Le robinet R5 permet d'arrêter le débit d'huile sans toucher au pointeau de réglage. Le robinet R6 permet la purge et le nettoyage du réservoir à débit visible K.

- 31 La fig. 12 représente l'aspect d'un graisseur à condensation en service à la S.N.C.B. (graisseur Détroit). Les lettres repères qui y sont indiquées ont gardé la même signification que sur la fig. 11. Les glaces permettant le contrôle des débits et correspondant à la chambre K ont été repérées par cette lettre.

Le graisseur de la fig. 12 comporte 5 départs. Toutefois, il n'existe qu'un seul récipient C, un seul réservoir E, un seul robinet R5 et un seul tuyau F. Celui-ci alimente 5 cavités G munies chacune de leur pointeau de réglage individuel.

Livret hlt

8. V.

Page 10.

Il existe des graisseurs à 3, 4, 5 et jusqu'à 9 départs.

- 32 Le graisseur à condensation est un appareil dépourvu de toute commande mécanique, ce qui réduit les chances d'avarie. Mais on peut lui reprocher d'introduire de la vapeur saturée dans les cylindres des locomotives à vapeur surchauffée. En outre, le réglage de son débit en fonction de la vitesse n'est pas automatique et il faut veiller à l'arrêter lorsque la locomotive stationne.
- 33 Les graisseurs à condensation sont avantageux lors de la marche à modérateur fermé. En effet, dans ce cas, ils assurent l'acheminement de l'huile dans le cylindre par de la vapeur. Ils maintiennent ainsi de bonnes conditions de lubrification. En outre, le jet de vapeur venant du graisseur s'oppose, dans une certaine mesure, à la formation du vide dans les chapelles et à l'entrée des gaz chauds venant de la boîte à fumée, supprimant ainsi ou, tout au moins, ralentissant la carbonisation de l'huile. Ce sont là des avantages propres aux graisseurs à condensation et que ne présentent pas les graisseurs mécaniques.

d) Tuyauteries et soupapes de retenue.

- 34 L'huile débitée par les graisseurs est envoyée dans des conduits constitués habituellement par des tuyaux en cuivre de faible diamètre. Ces tuyaux sont assemblés au graisseur et au point à graisser par des nipples (fig. 8 et 13). (Lorsque les graisseurs mécaniques alimentent une pièce mobile, telle qu'une boîte à huile, on intercale entre la tuyauterie en cuivre et le point à graisser, un tronçon de tuyauterie souple).
- 35 Les graisseurs mécaniques exigent la présence de soupapes de retenue aux points d'introduction de l'huile dans les cylindres et distributeurs. Ces soupapes permettent exclusivement la circulation de l'huile des graisseurs vers les cylindres à condition que cette huile soit sous une pression suffisante; elles empêchent tout retour de vapeur et d'huile vers le graisseur. En outre, elles empêchent les conduites d'amenée d'huile de se vider sous l'effet du poids

propre de l'huile; le débit du graisseur étant faible, le remplissage de ces conduites demanderait un temps assez long pendant lequel la locomotive fonctionnerait sans graissage.

- 36** Les soupapes de retenue sont souvent des soupapes à billes du type représenté à la fig. 13. L'huile venant du graisseur par le conduit A doit refouler la bille B et le clapet C avant de pénétrer dans le conduit D. Si la soupape est étanche, tout courant de D vers A est impossible; en outre, les ressorts R1 et R2 exigent que l'huile soit sous pression suffisante pour passer. Un bouchon E permet le démontage des clapets tandis que le bouchon H constitue un bouchon d'épreuve permettant de contrôler le fonctionnement du graisseur.
- 37** Les graisseurs à condensation sont pourvus d'un dispositif qui les met à l'abri de l'action des variations continues de pression dans les cylindres. Pour arriver à ce résultat, on oblige la vapeur chargée d'huile à traverser un orifice de petit diamètre (diaphragme) situé soit à la sortie du graisseur (graisseur Nathan) soit à proximité du point à graisser (graisseur Détroit : fig. 14).

e) Introduction de l'huile.

- 38** Pour un graisseur mécanique qui distribue l'huile sous pression, on multipliait jadis les points de graissage. Souvent, la boîte à vapeur était desservie par deux conduits.
- 39** Actuellement, on envoie l'huile à la base du tuyau de livraison et on prévoit un départ spécial pour le graissage du fourreau qui enveloppe la contretige. Les fig. 15 et 16 schématisent respectivement l'installation de graissage dans le cas d'un graisseur mécanique et dans le cas d'un graisseur à condensation.
- 40** L'huile débitée dans le tuyau de livraison est étalée sur un diffuseur (fig. 17) placé perpendiculairement au courant de vapeur. La vapeur entraîne l'huile étalée sur le diffuseur et, en raison de sa grande vitesse ainsi que de la forme du diffuseur, elle la pulvérise. Cette huile pulvérisée dans la masse de la vapeur réalise un excellent graissage.

QUESTIONS.

1. Que savez-vous du frottement ?
2. Quel est le rôle du lubrifiant ?
3. Quelles sont les conditions à remplir lors de la lubrification ?
- 4 et 5. Quels lubrifiants utilise-t-on pour les locomotives ?
6. Quels sont les points du mécanisme qui doivent être graissés ?
7. Quels sont les principaux types de graisseurs utilisés pour le graissage du mécanisme ?
- 8 et 9. Décrivez un godet graisseur. Quels sont ses avantages et inconvénients ?
- 10 et 11. Décrivez un graisseur à mèche. Quels sont ses avantages et inconvénients ?
- 12 et 13. Décrivez un graisseur à pointeau. Quels sont ses avantages et inconvénients ?
- 14 et 15. Décrivez un graisseur à épinglette. Quels sont ses avantages et inconvénients ?
16. Comment la lubrification est-elle assurée avec un graisseur à épinglette ?
17. Le débit d'huile d'un graisseur à épinglette peut-il varier ?
18. Quand utilise-t-on un graisseur à épinglette ?
21. Quels graisseurs utilise-t-on pour la lubrification des cylindres et des distributeurs ?
22. Où sont utilisés les graisseurs mécaniques et les graisseurs à condensation ?
- 23 et 24. Décrivez un graisseur mécanique.

Livret hlt

8. V.

Page 14.

25. Comment a lieu le réglage individuel de chaque pompe d'un graisseur mécanique ?
26. Comment a lieu le réglage du débit d'ensemble de toutes les pompes d'un graisseur mécanique ?
27. Quels sont les avantages du graisseur mécanique ?
- 28 et 29. Décrivez un graisseur à condensation à boule.
30. Décrivez un graisseur à condensation moderne.
31. Peut-il exister plusieurs départs sur un graisseur à condensation ?
32. Quels sont les inconvénients du graisseur à condensation ?
33. Quels sont les avantages du graisseur à condensation ?
34. Comment l'huile est-elle amenée du graisseur au point à graisser ?
35. Pourquoi utilise-t-on des soupapes de retenue sur les conduites de graissage ?
36. Comment est constituée une soupape de retenue installée sur une conduite de graissage ?
37. Les graisseurs à condensation sont-ils sensibles aux variations de pression des cylindres ?
38. Comment est assurée la distribution de l'huile dans les cylindres et les distributeurs ?

FASCICULE 8.

CHAPITRE II.

Le Moteur.

FIGURES

Décembre 1956.

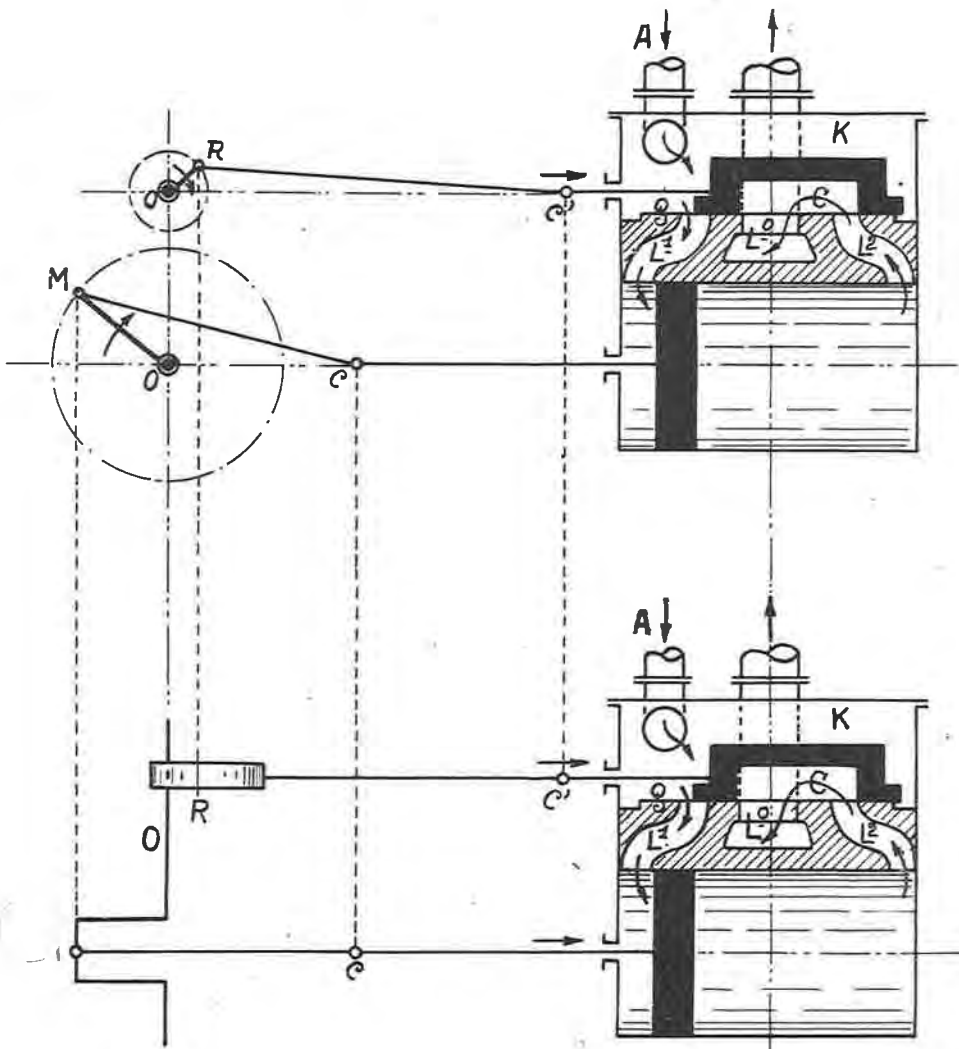


Fig. 1

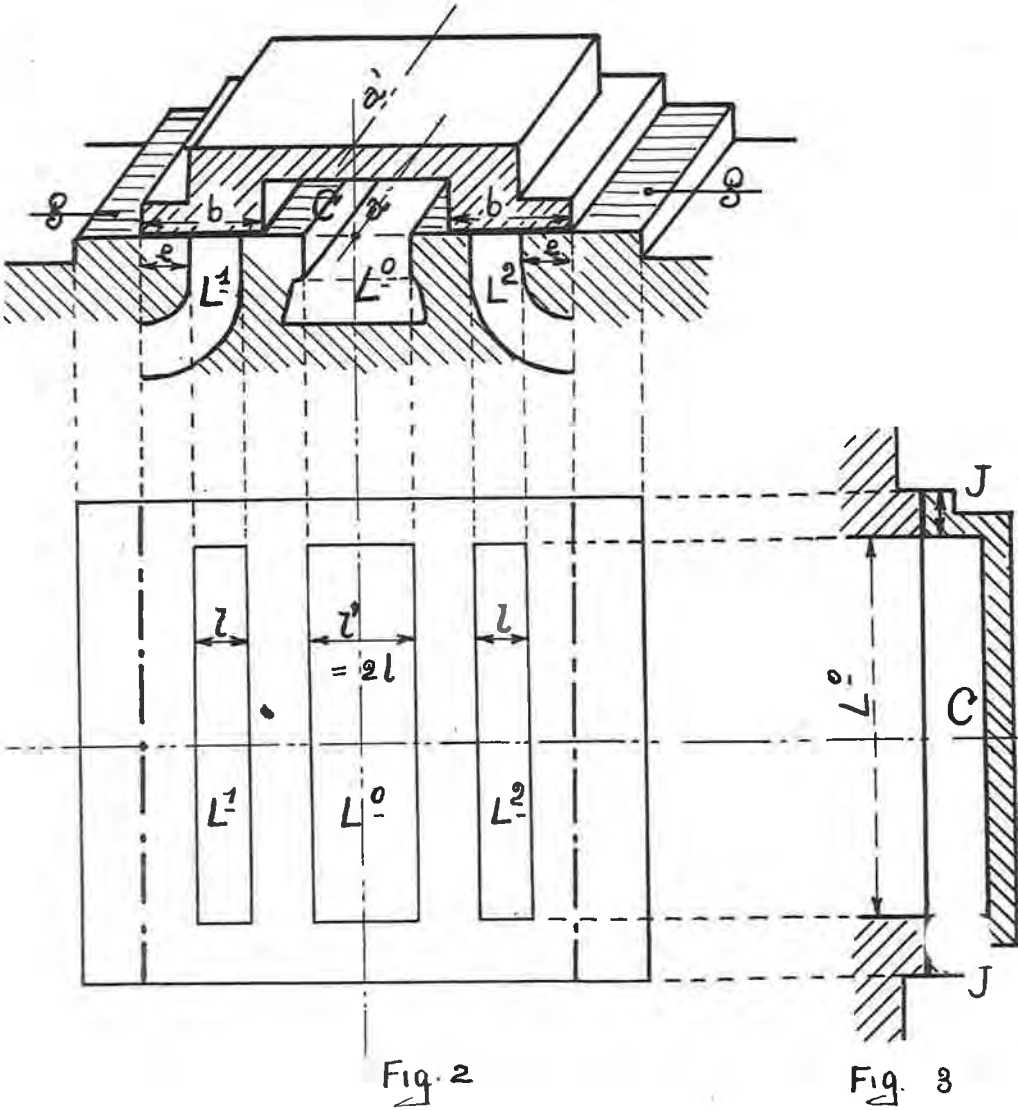


Fig. 2

Fig. 3

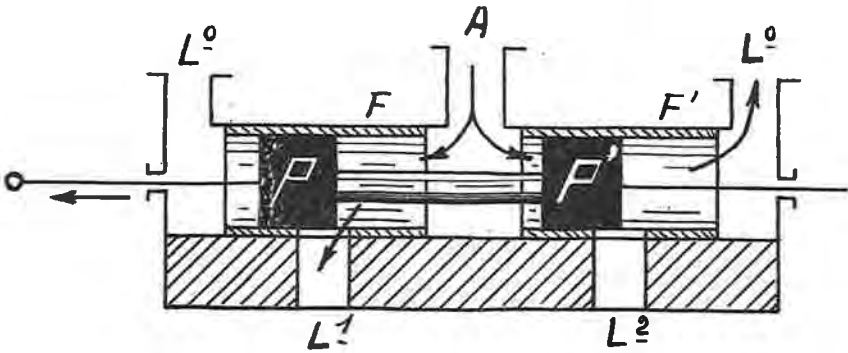


Fig. 4

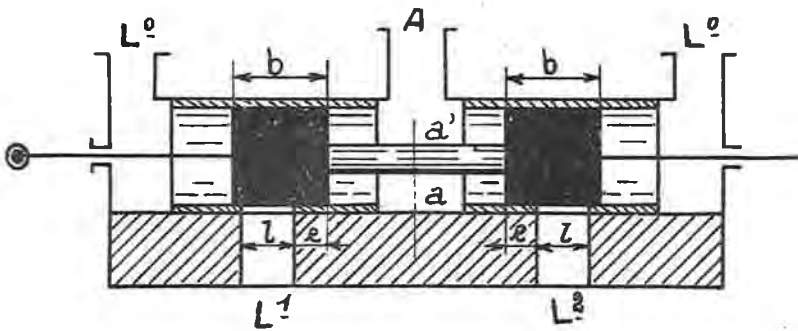


Fig 5

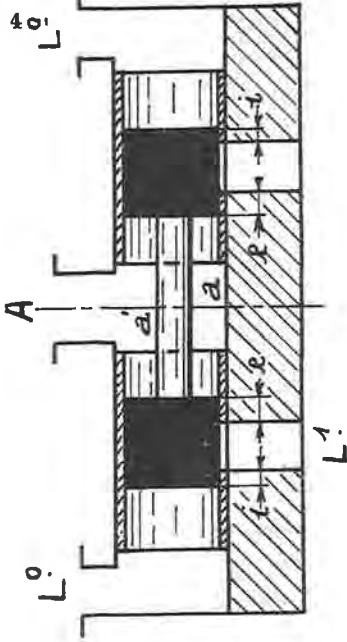


Fig: 7

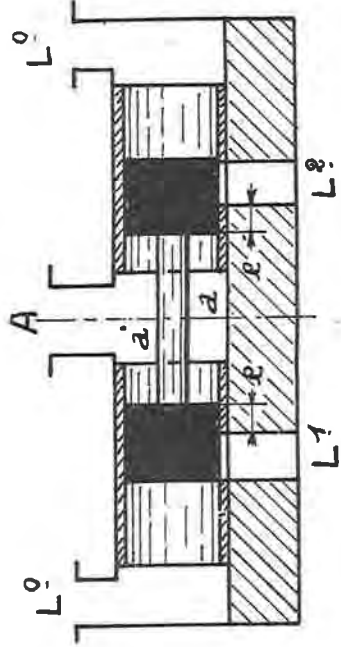


Fig: 9

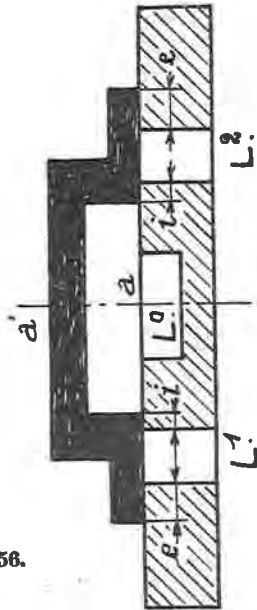


Fig: 6

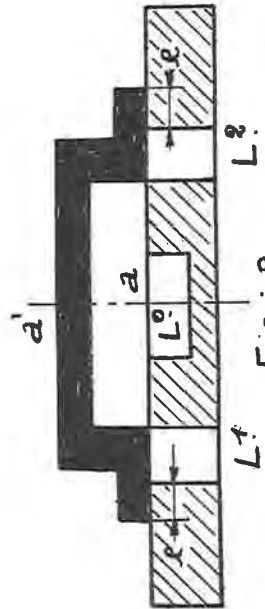


Fig: 8

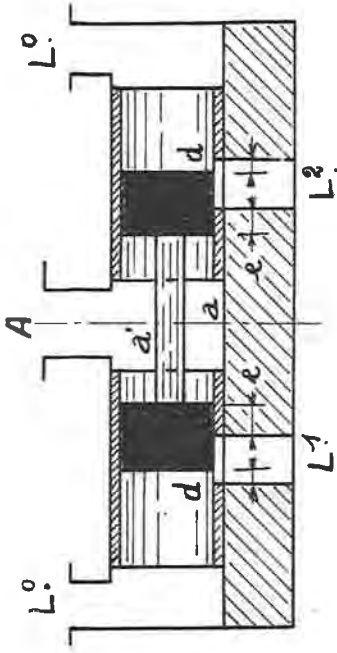


Fig. 11

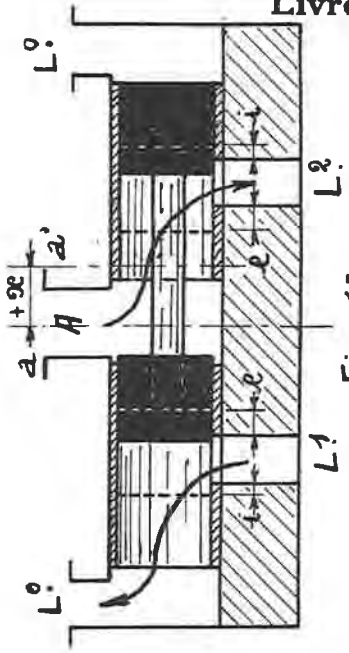


Fig. 13

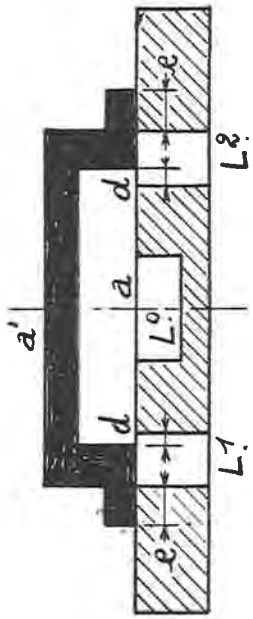


Fig. 10

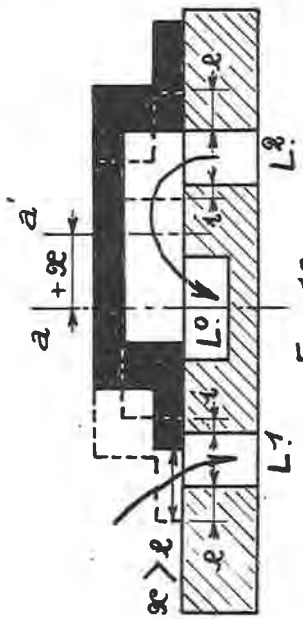


Fig. 12

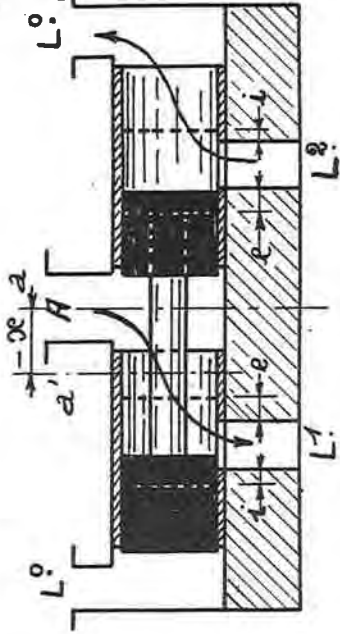


Fig: 15

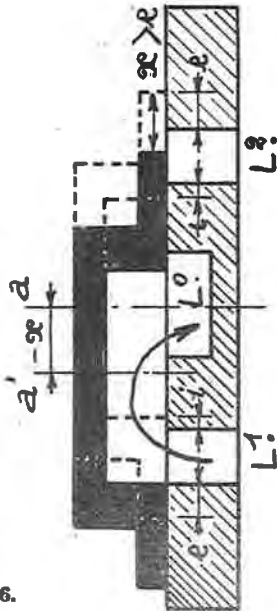


Fig: 14

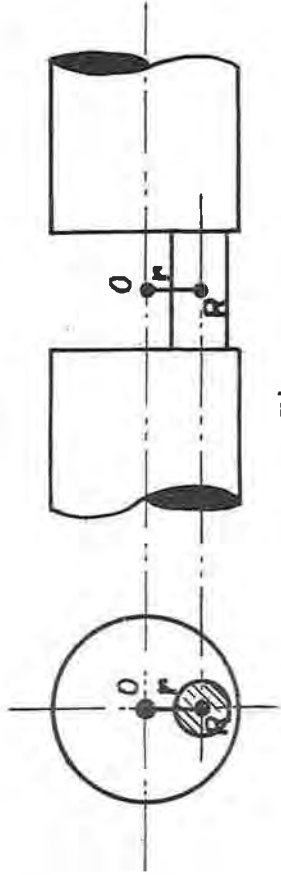


Fig: 16

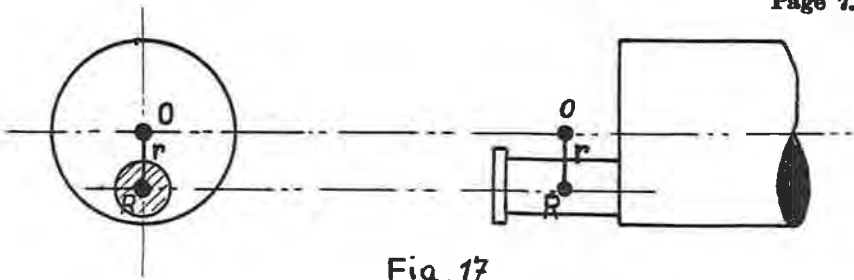


Fig. 17

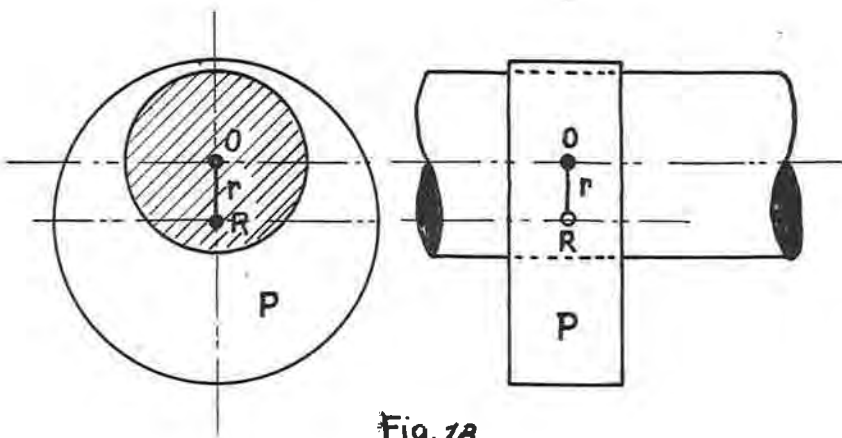


Fig. 18

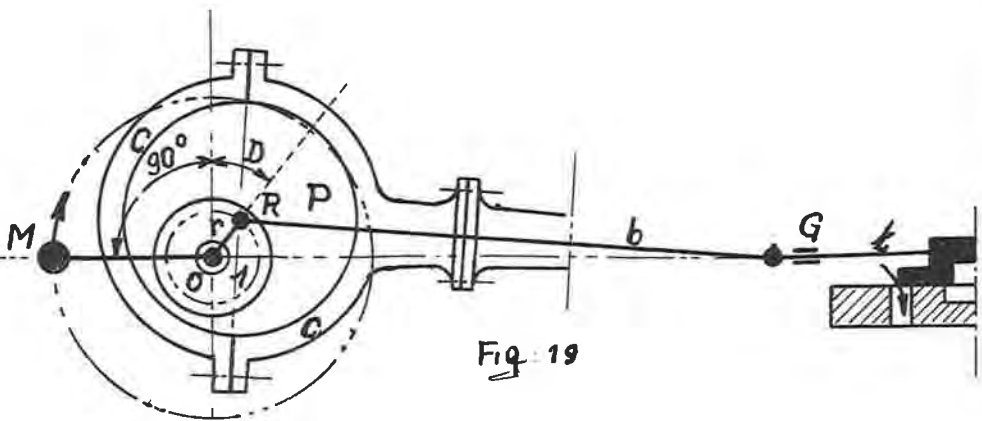


Fig. 19

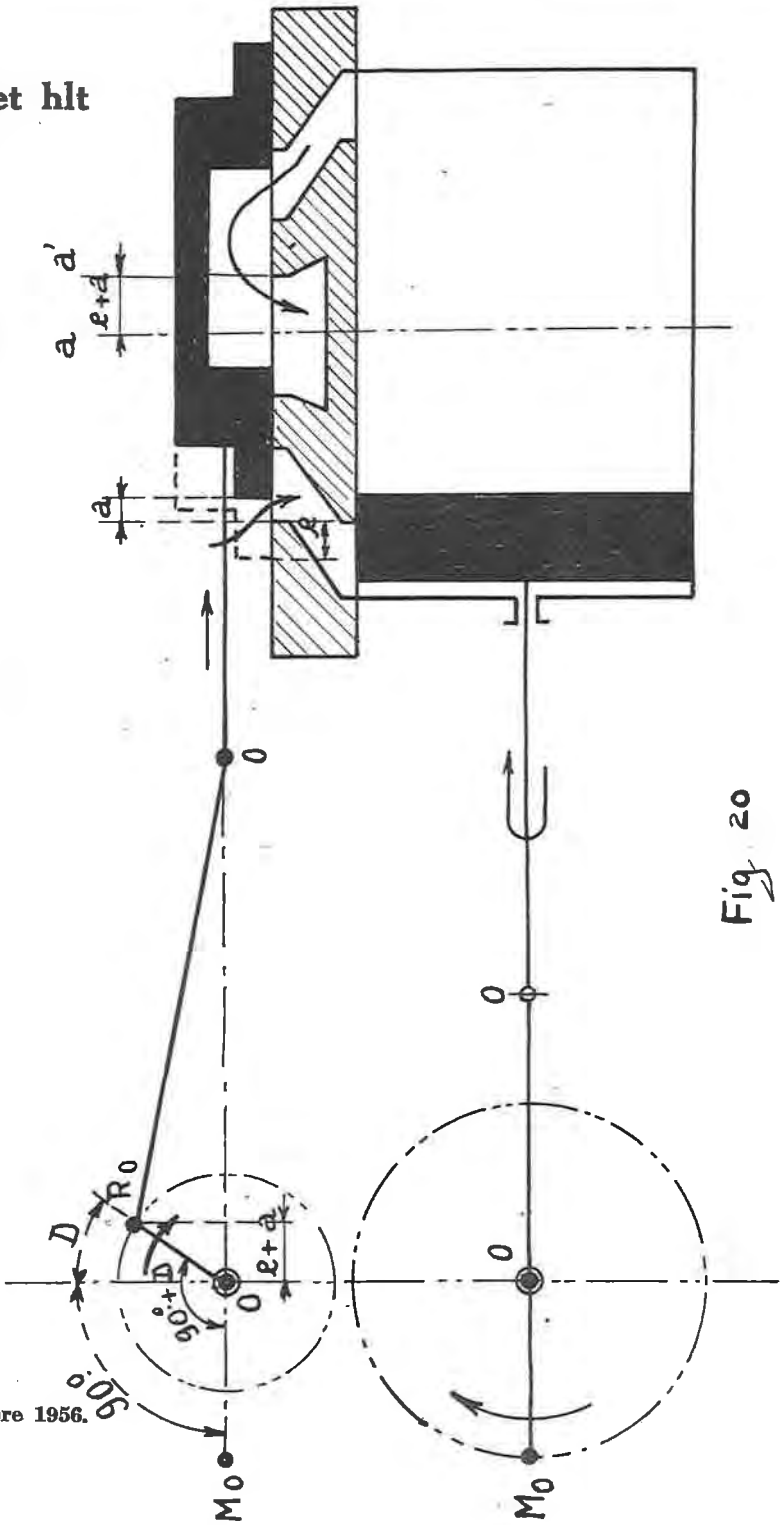


Fig. 20

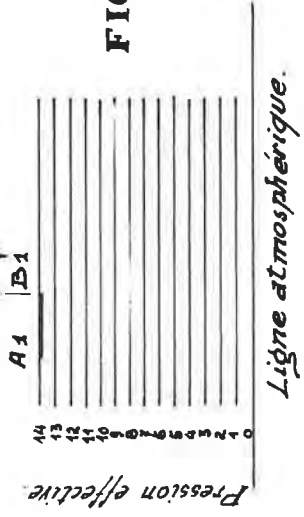
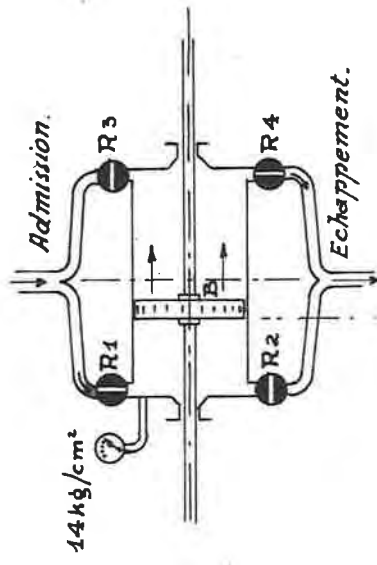


FIG. 22.

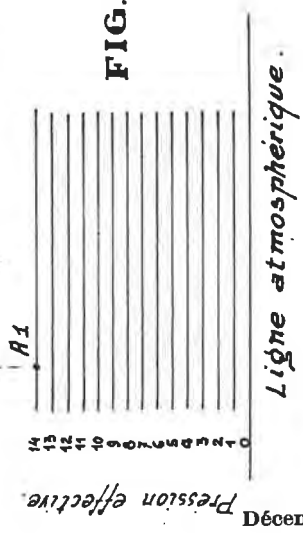
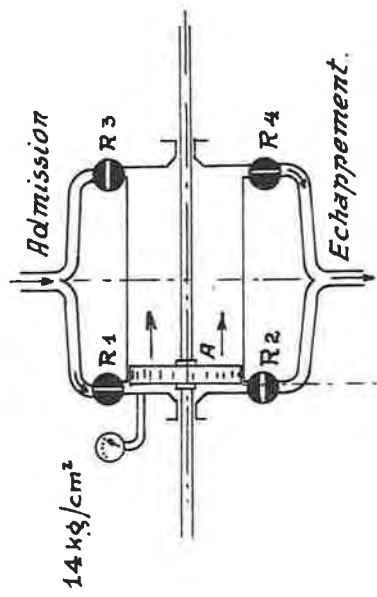
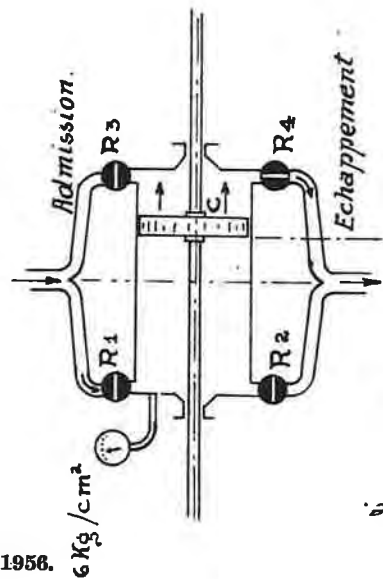
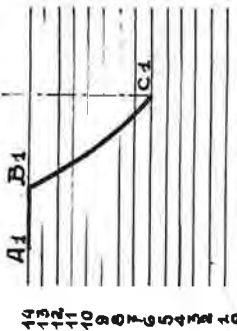


FIG. 21.

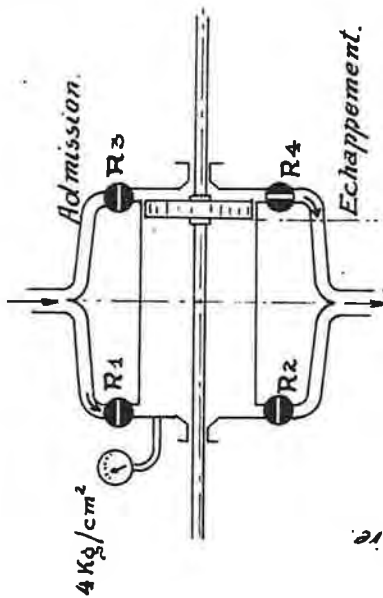


Pression effective.

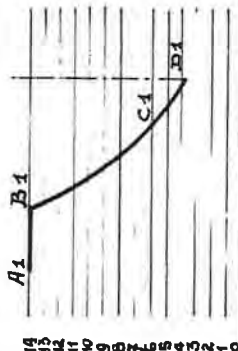


Ligne atmosphérique.

FIG. 23.

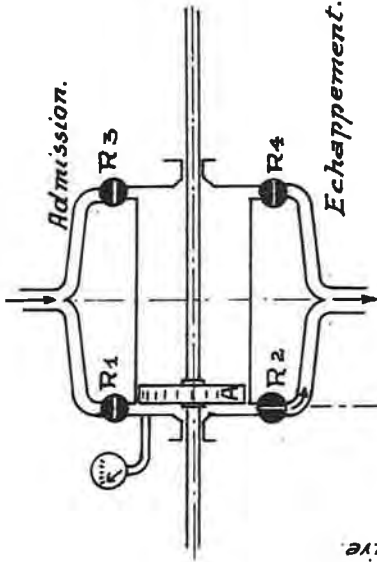


Pression effective.



Ligne atmosphérique.

FIG. 24.



Pression effective

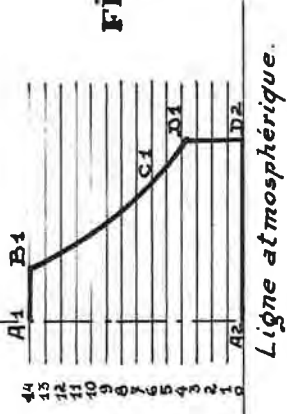
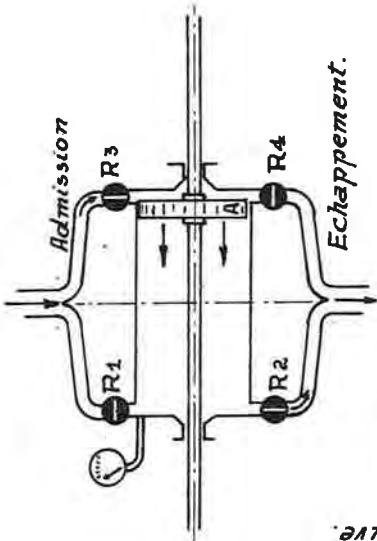


FIG. 26.



Pression effective

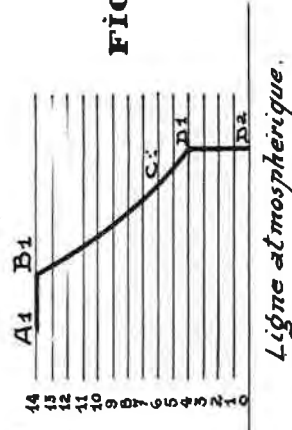
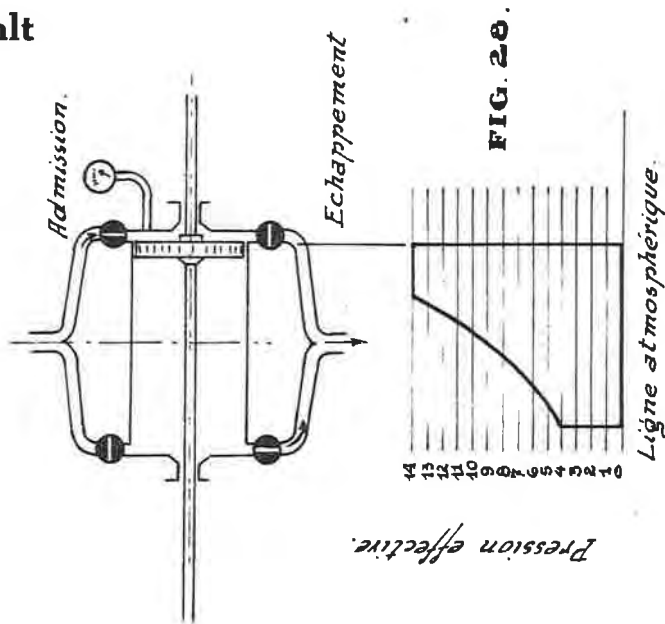
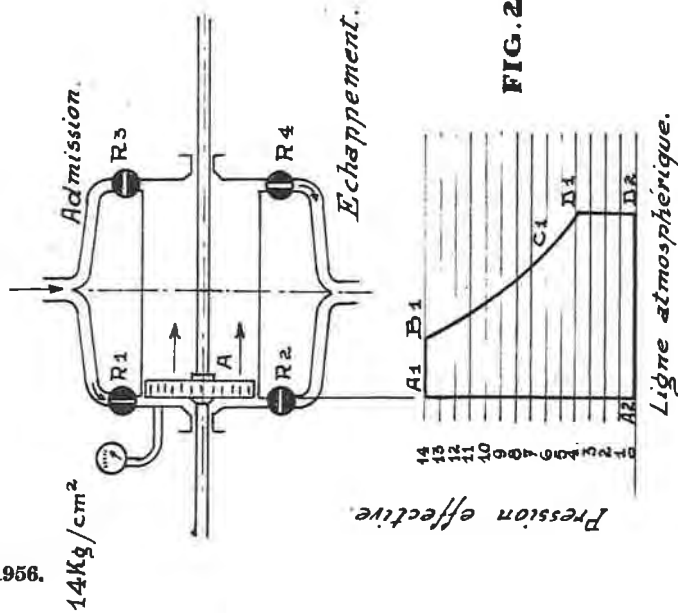


FIG. 25.



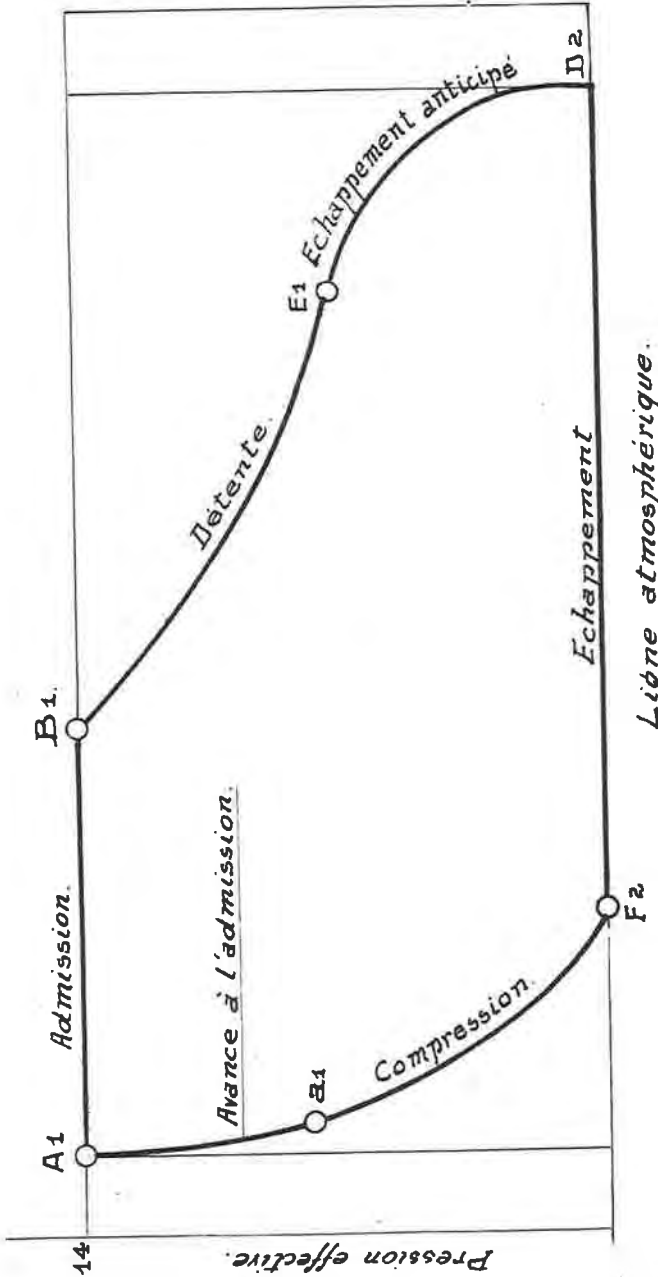
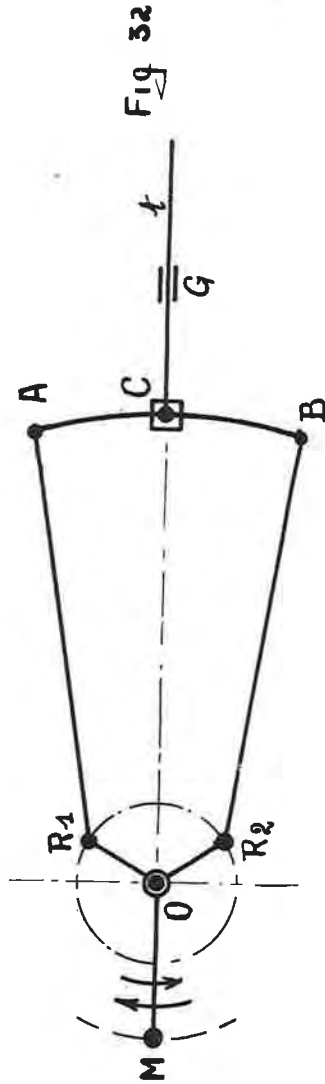
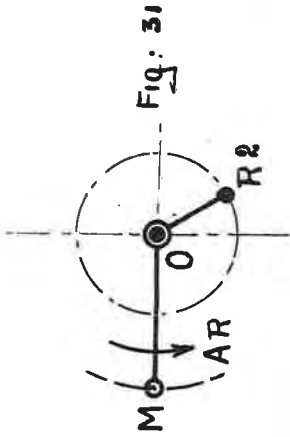
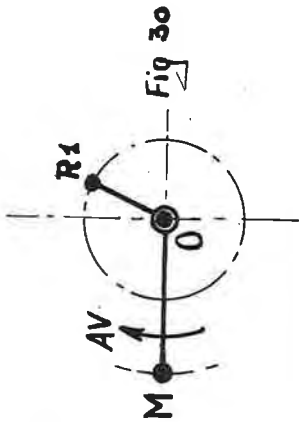
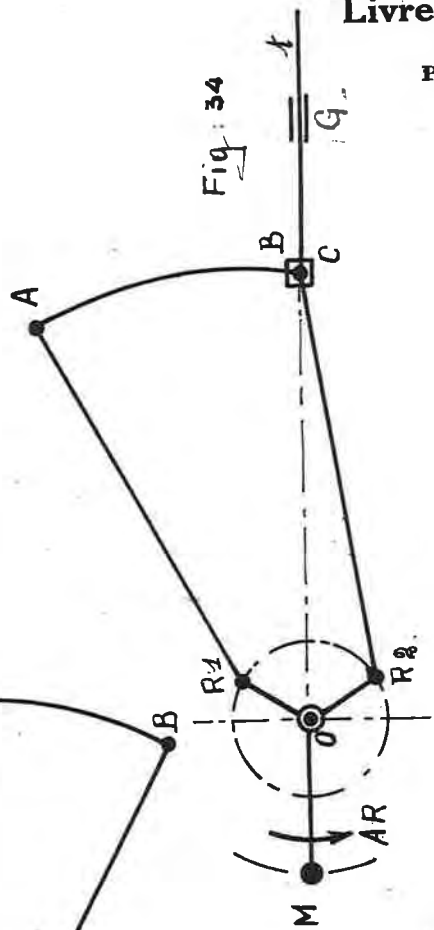
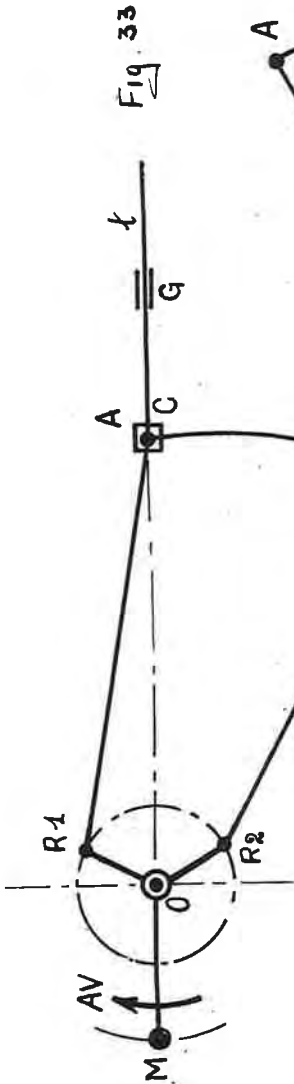
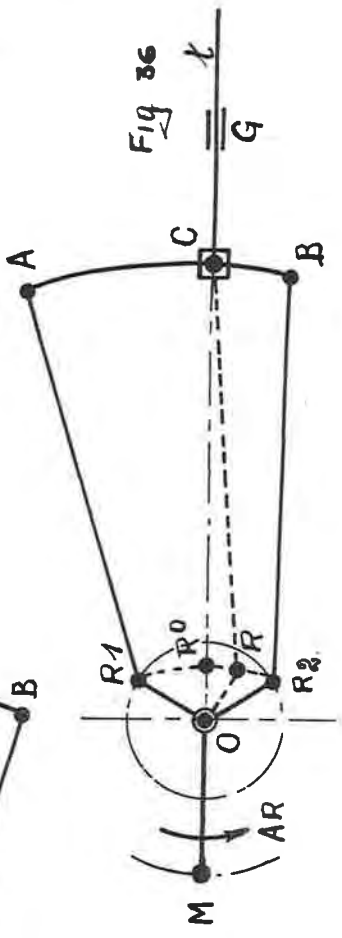
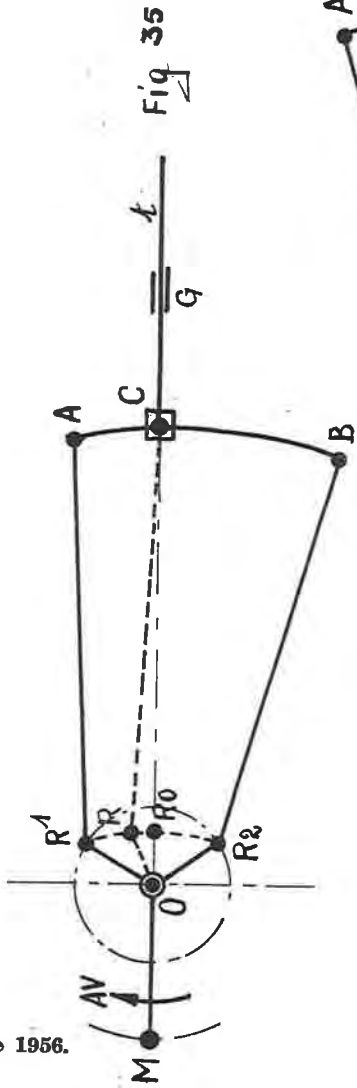


FIG. 29.

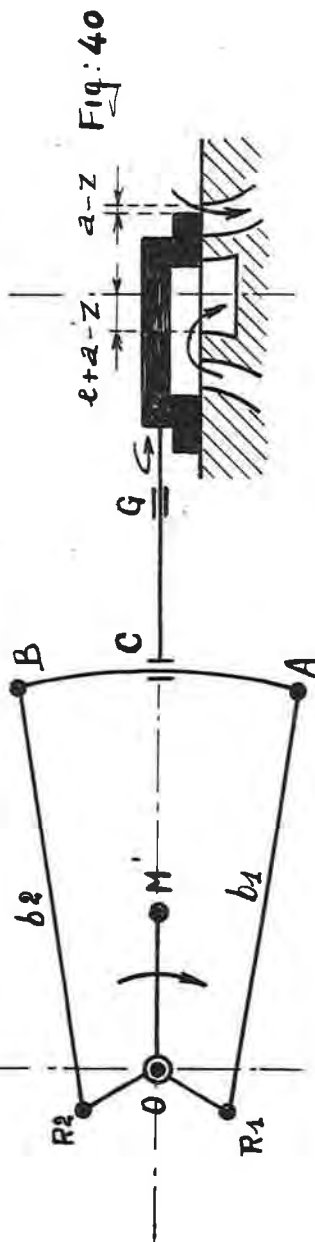
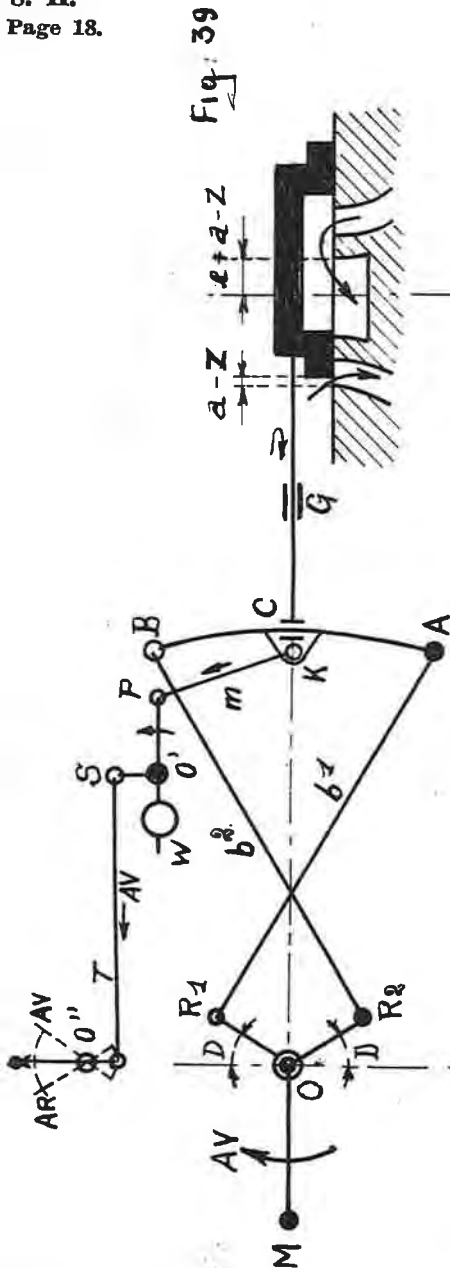
Ligne atmosphérique.







Décembre 1956.



Livret hlt

8. II.

Page 20.

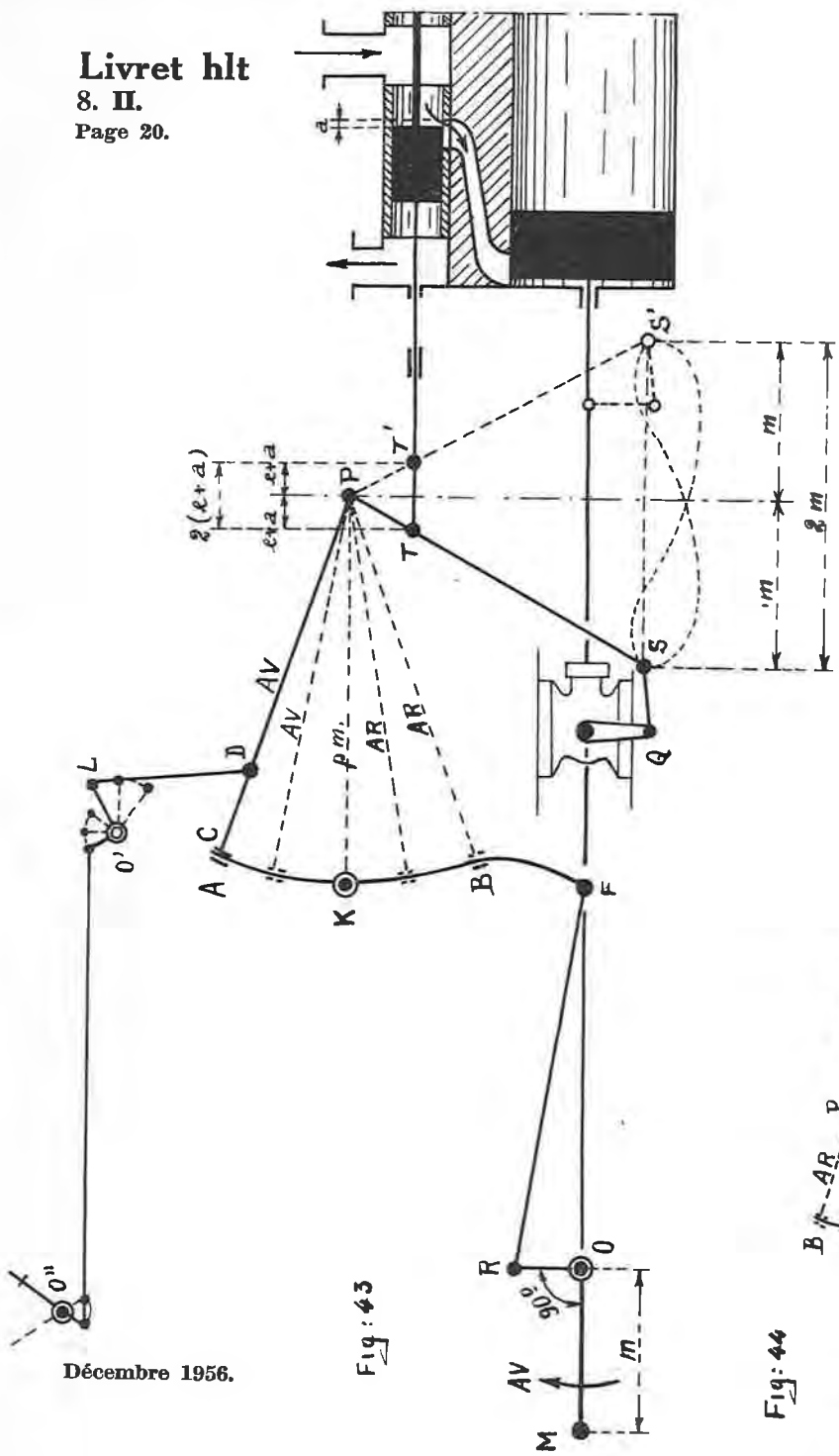


Fig: 43

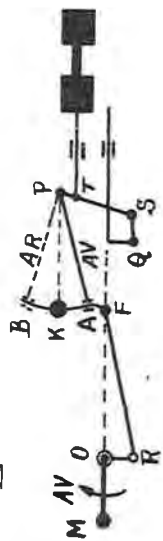


Fig: 44

Décembre 1956.

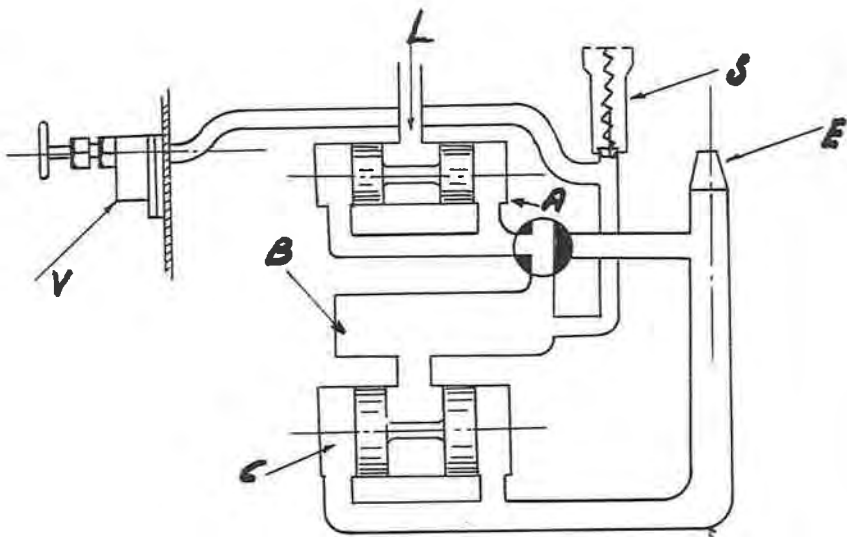


Fig. 45

Fig. 46 bis

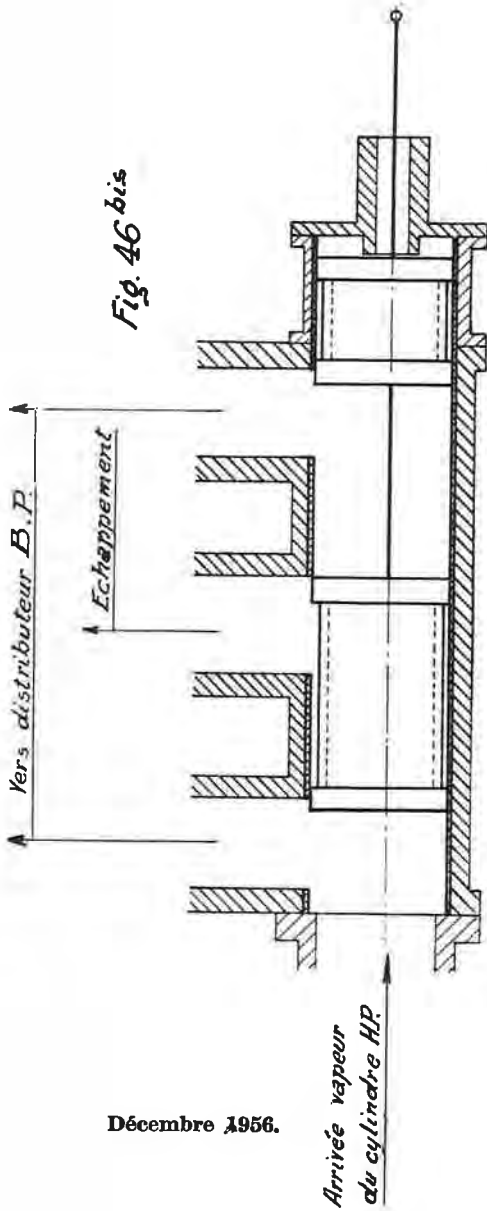
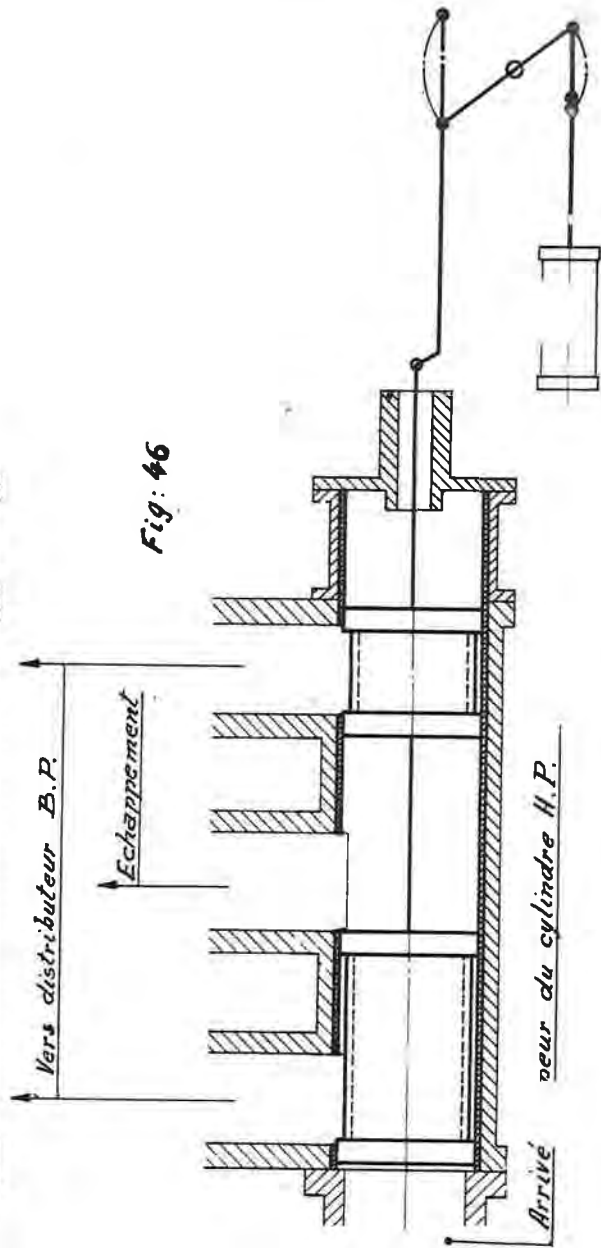


Fig: 46



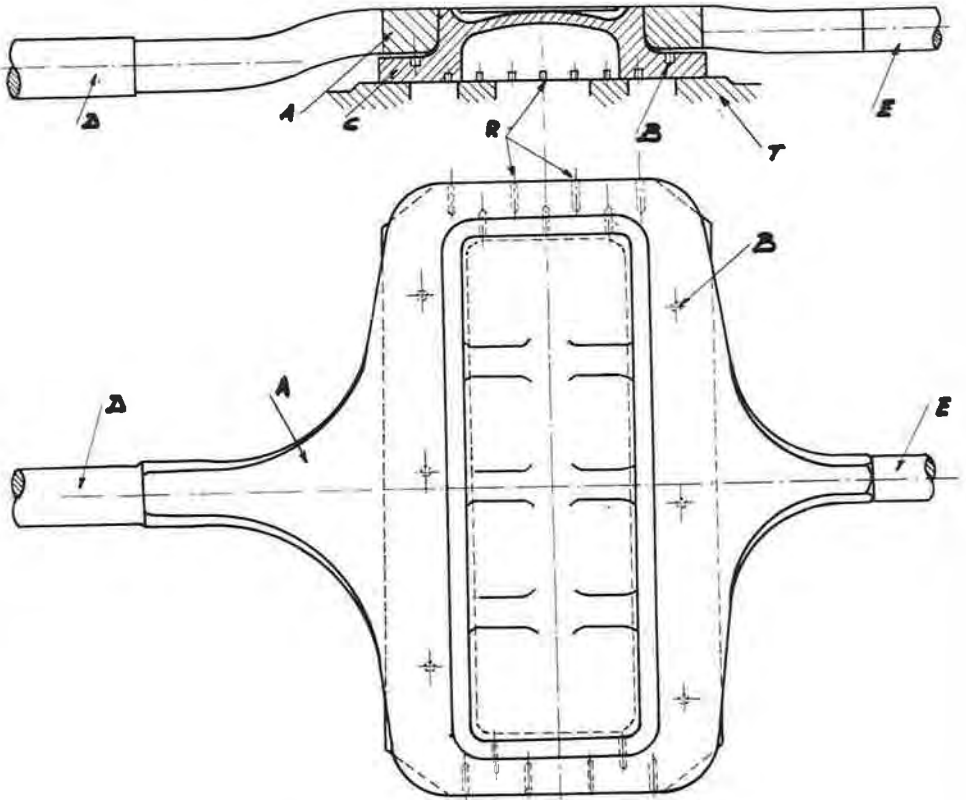


Fig. 47

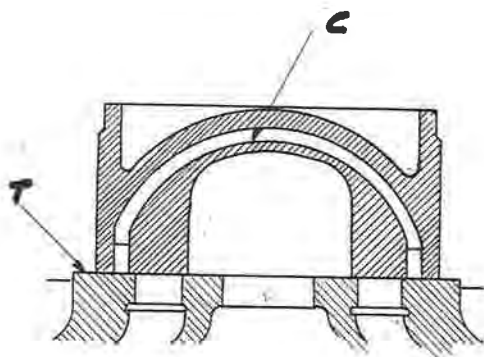


Fig. 48

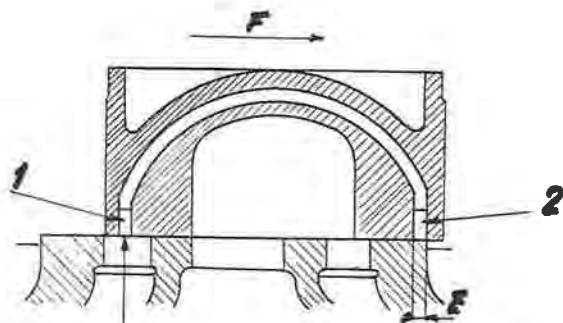


Fig. 49

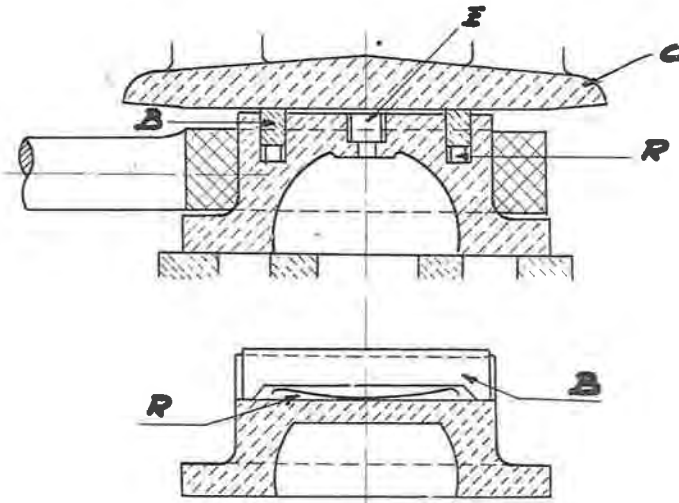


Fig. 50

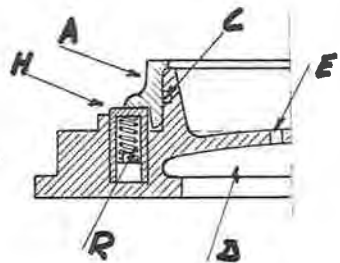
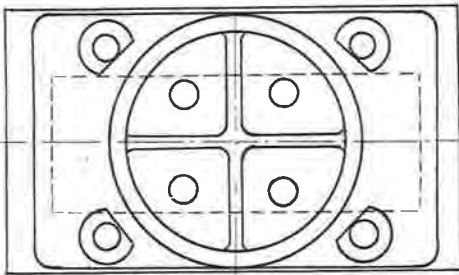


Fig. 51

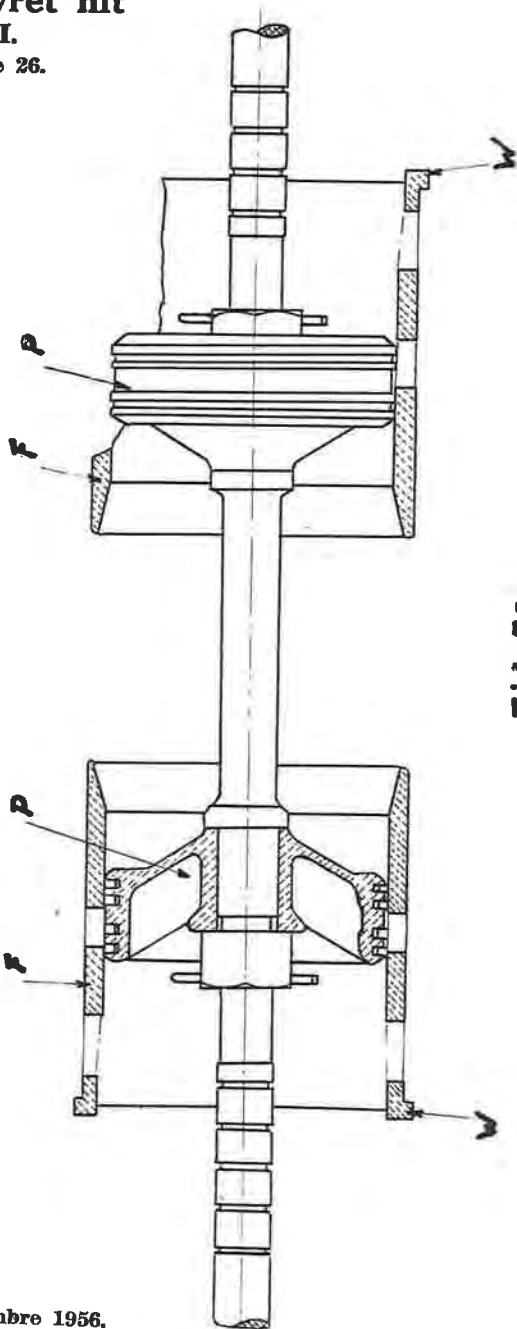


Fig. 52

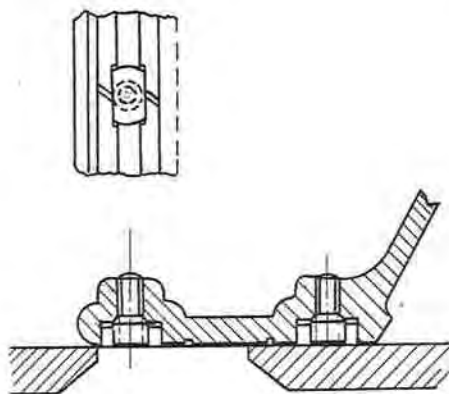


Fig. 53

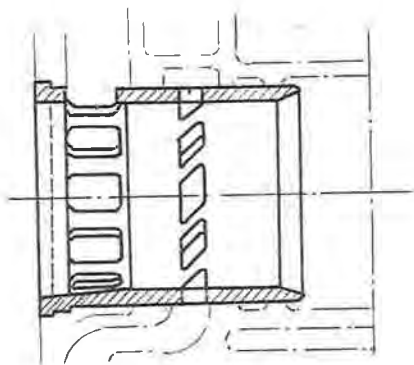


Fig. 54

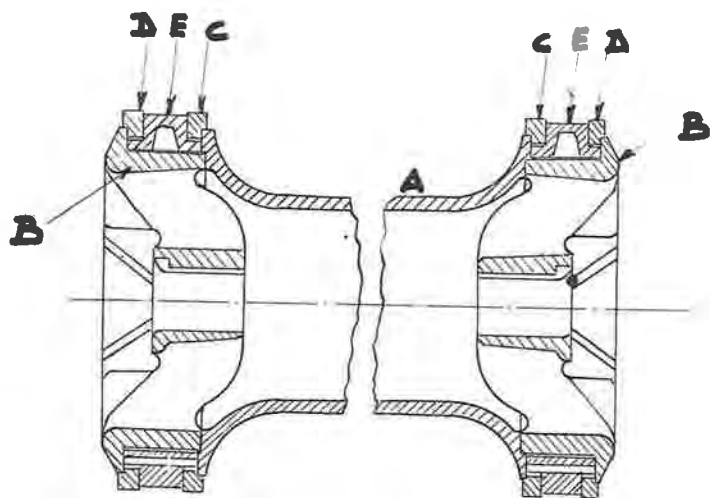


Fig. 55

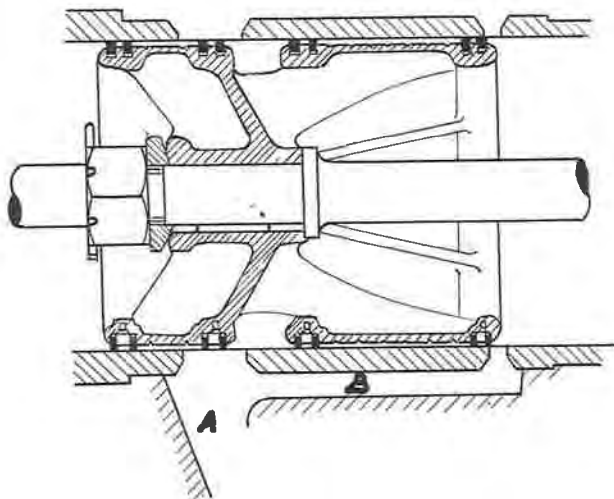


Fig. 56

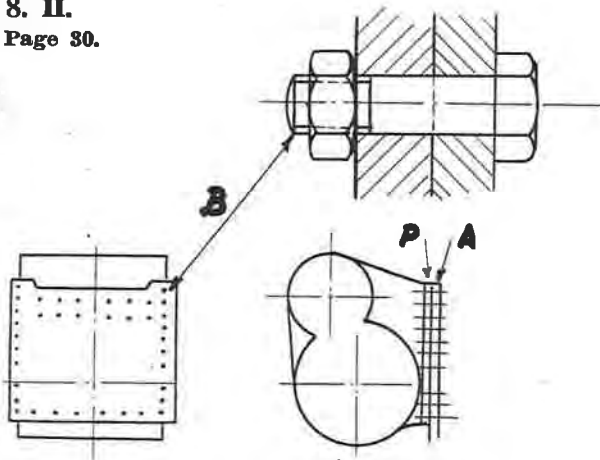


Fig.58

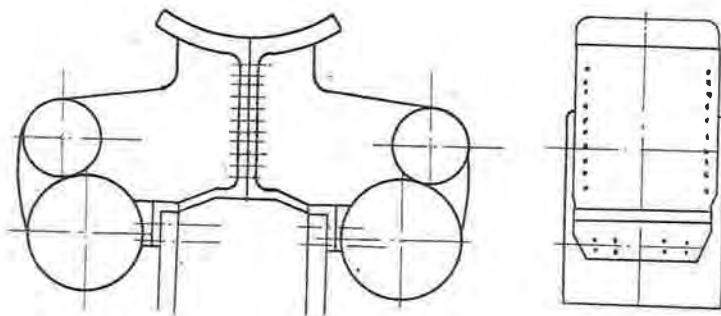


Fig.59

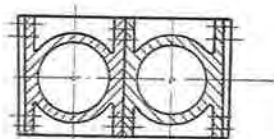


Fig.60

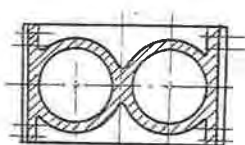


Fig.61

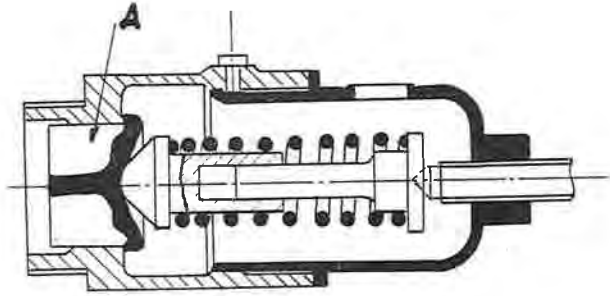


Fig. 62

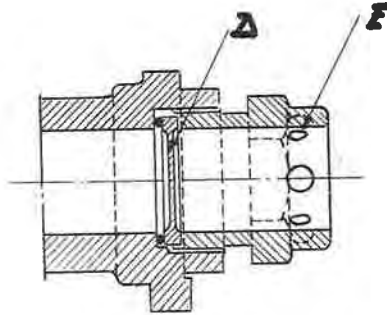


Fig. 63

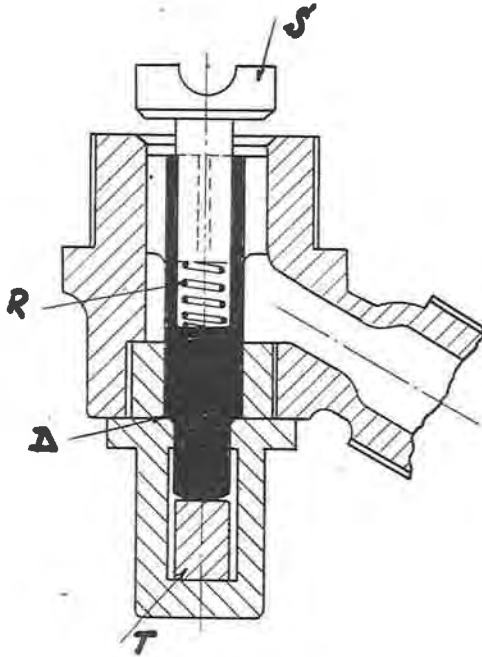


Fig. 64

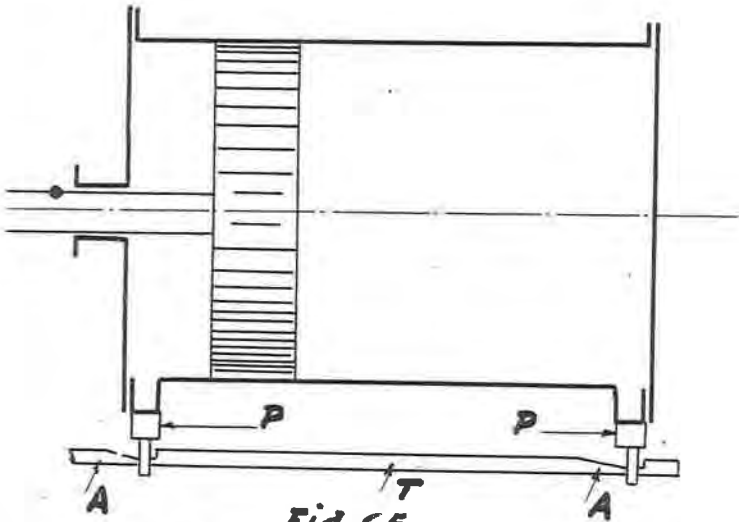


Fig. 65

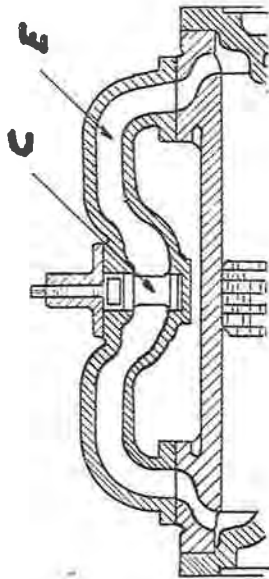


Fig. 66

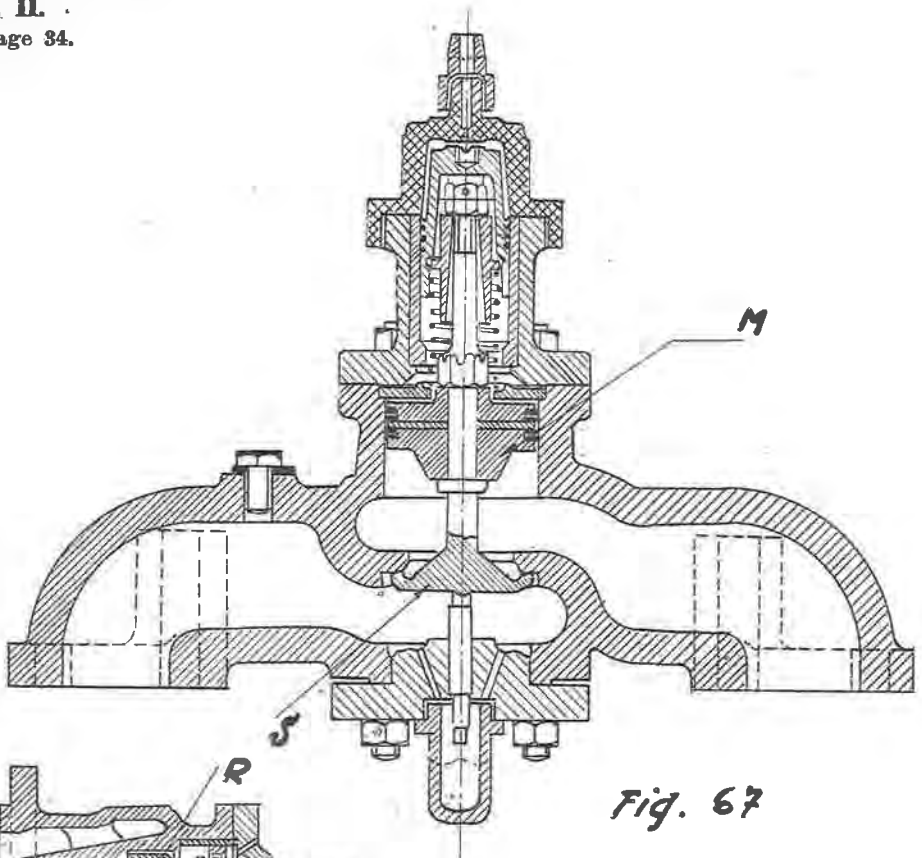


Fig. 67

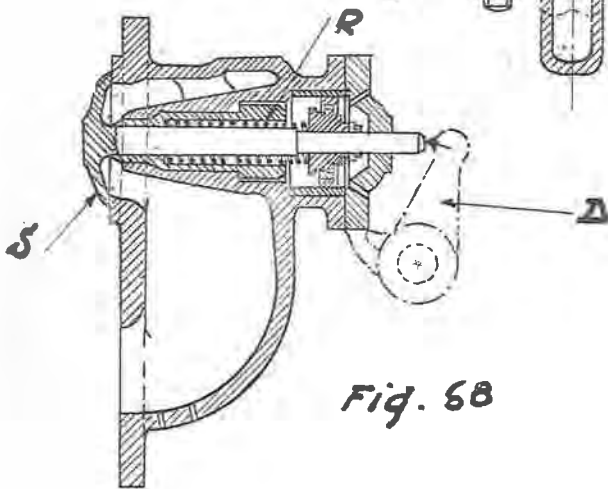


Fig. 68

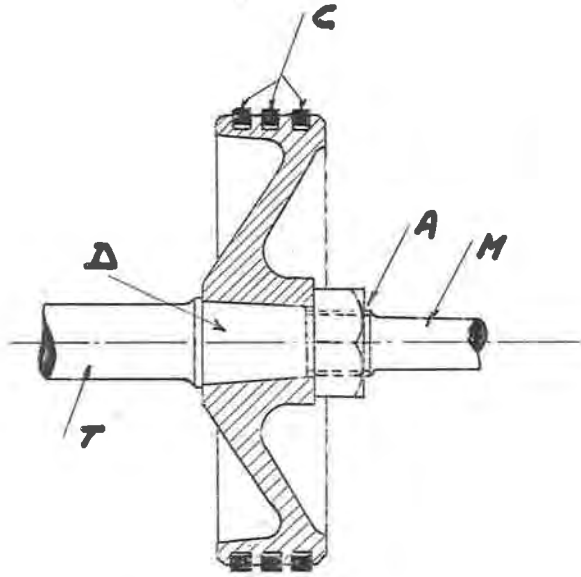


Fig. 69

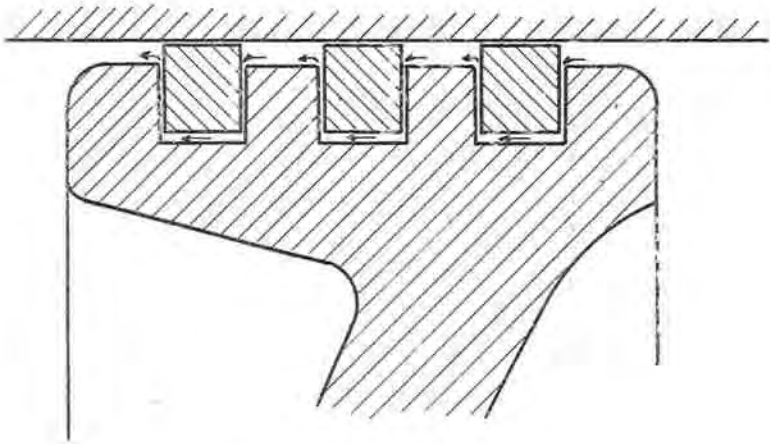
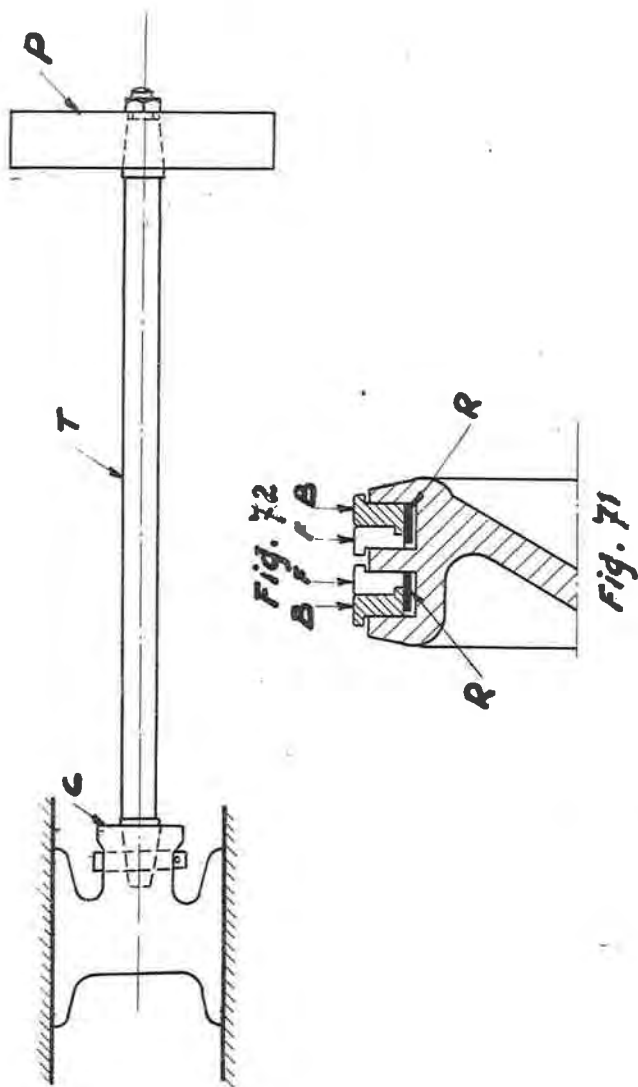
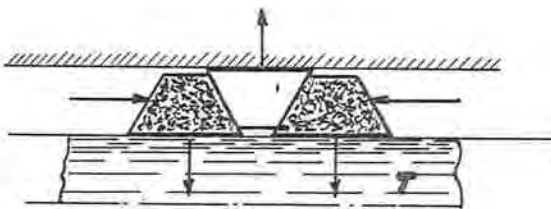
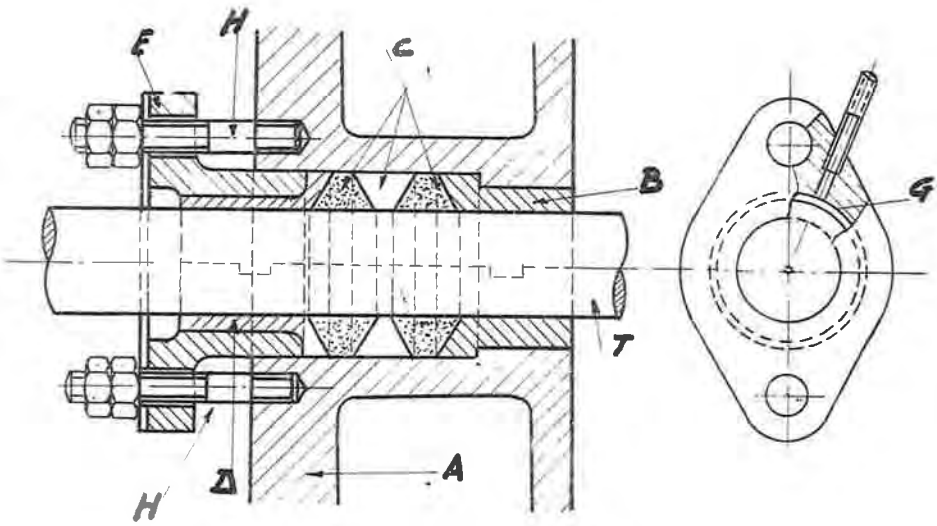


Fig. 70





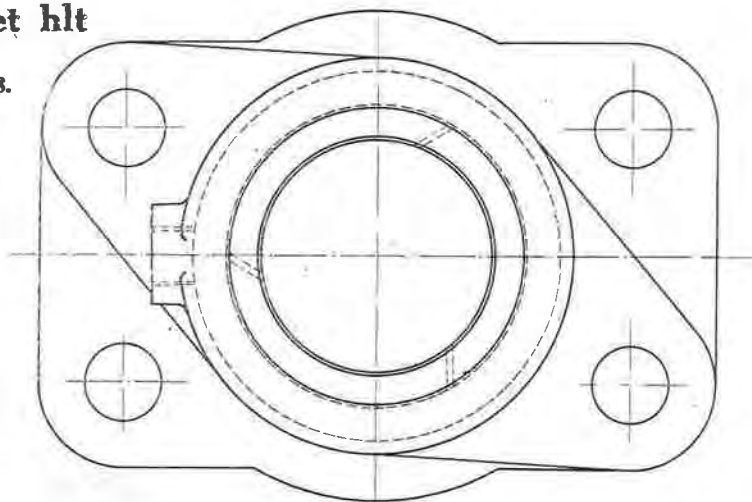
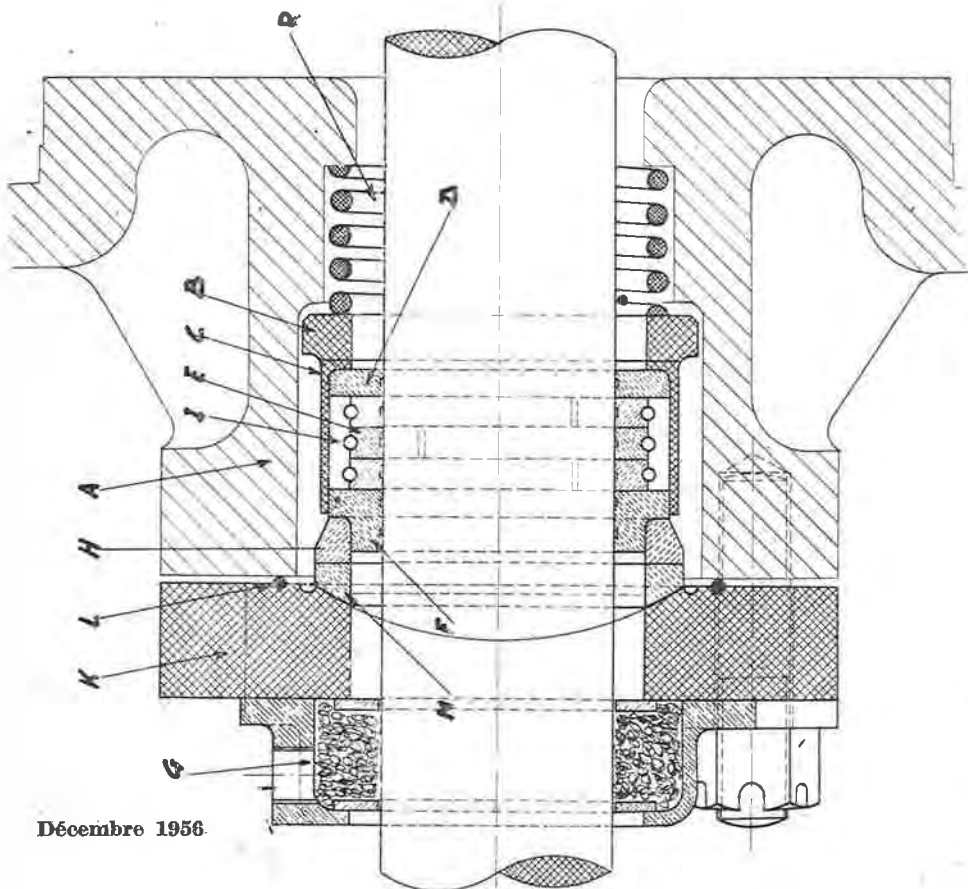


Fig. 75



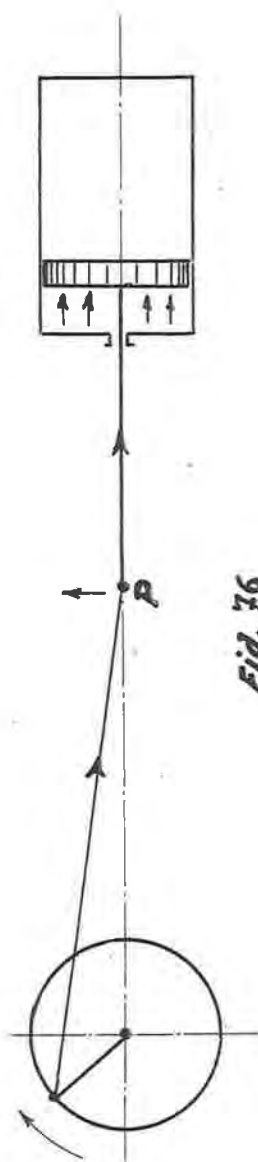


Fig. 76



Fig. 77

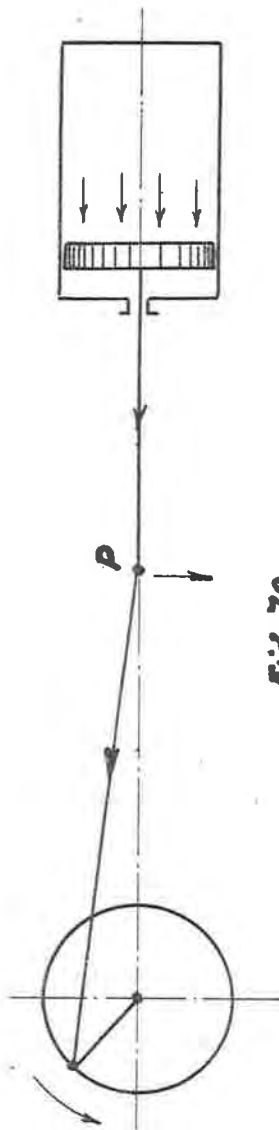


Fig. 78

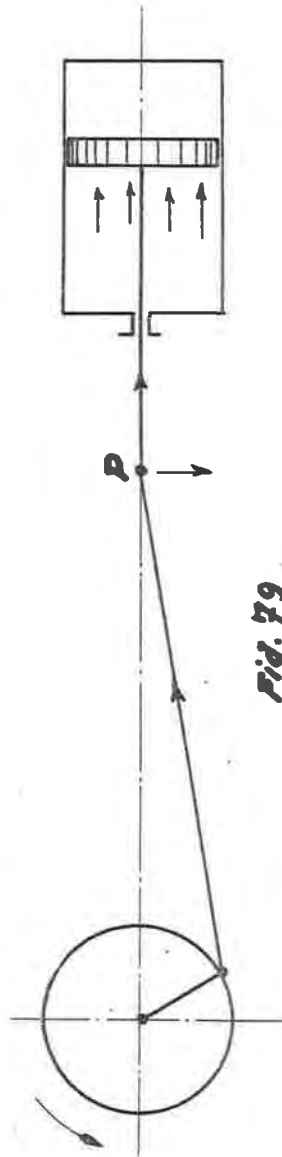


Fig. 79

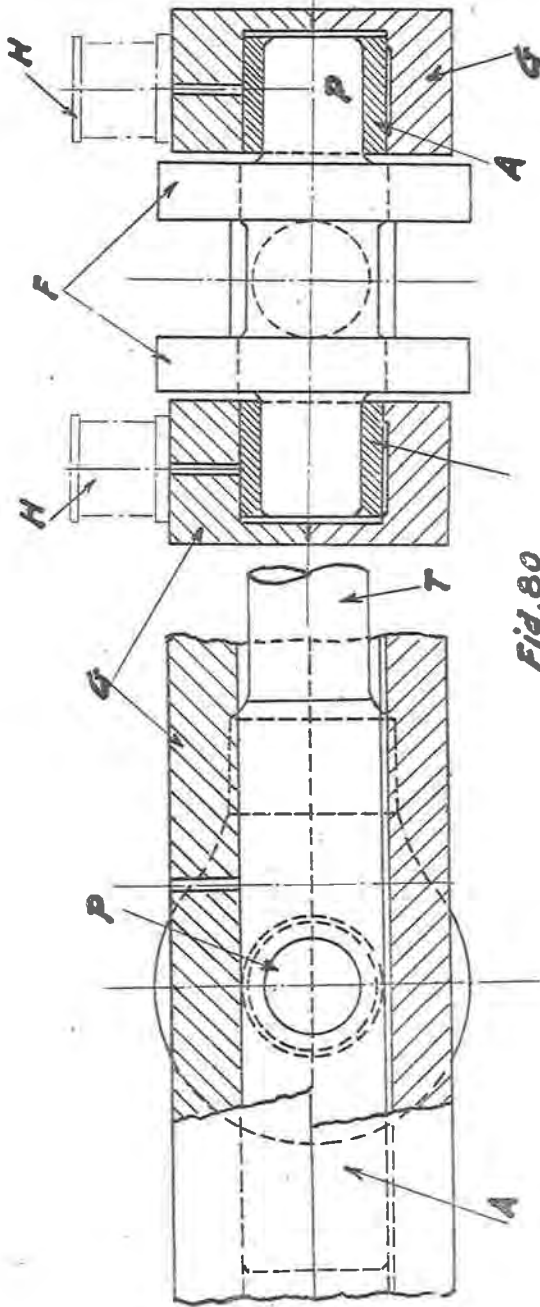


Fig. 80

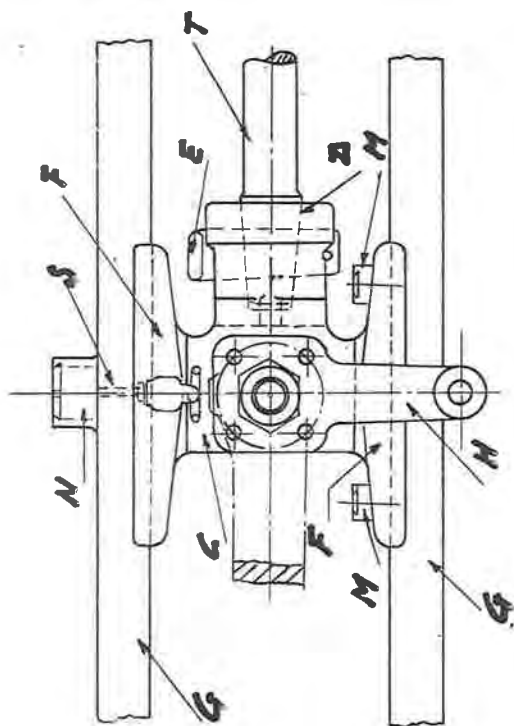
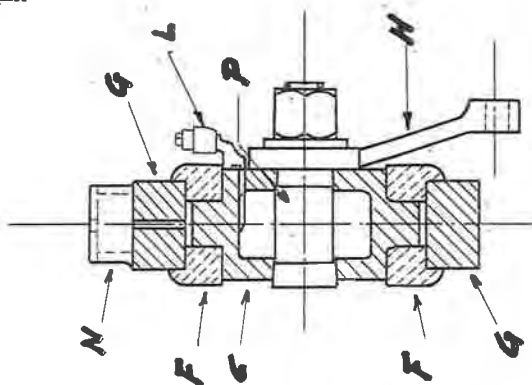


Fig. 01

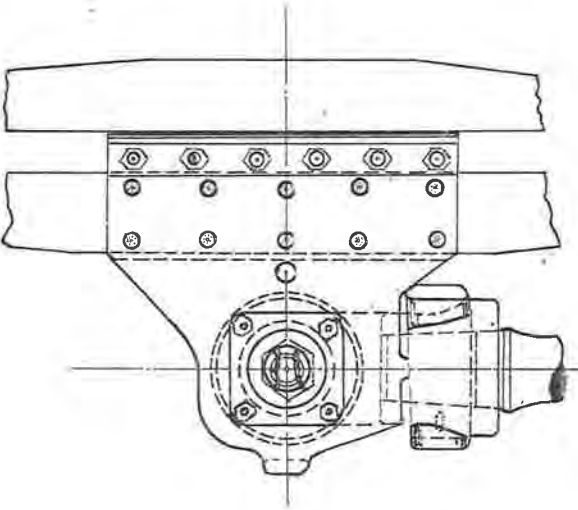
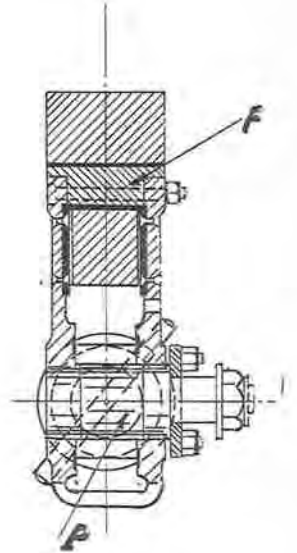


Fig. 82



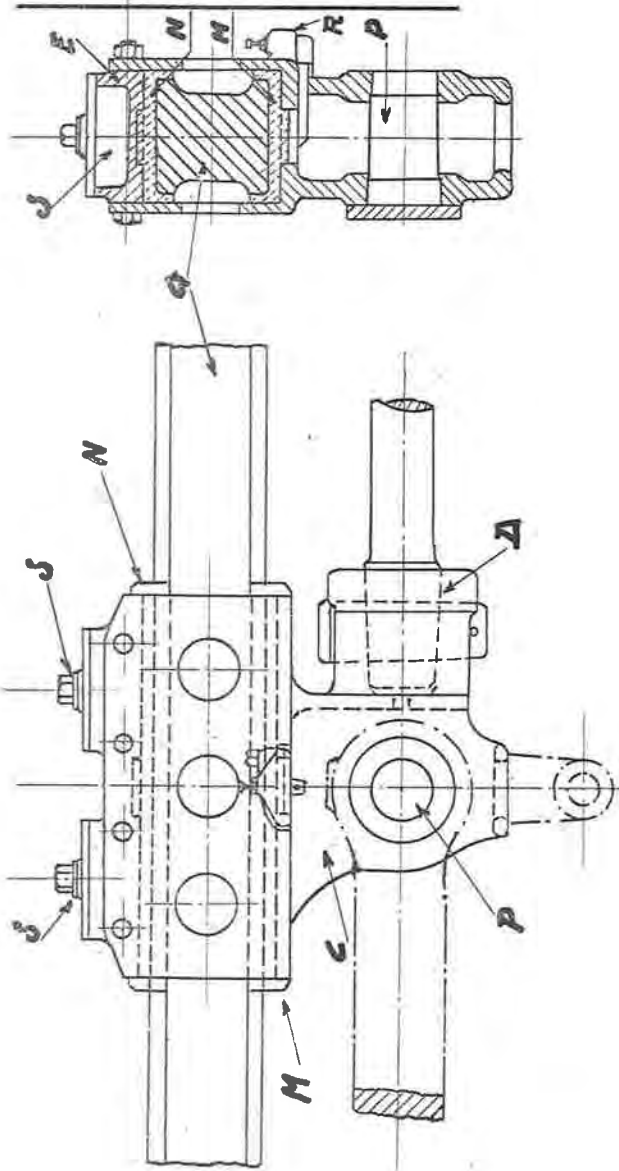


Fig. 83

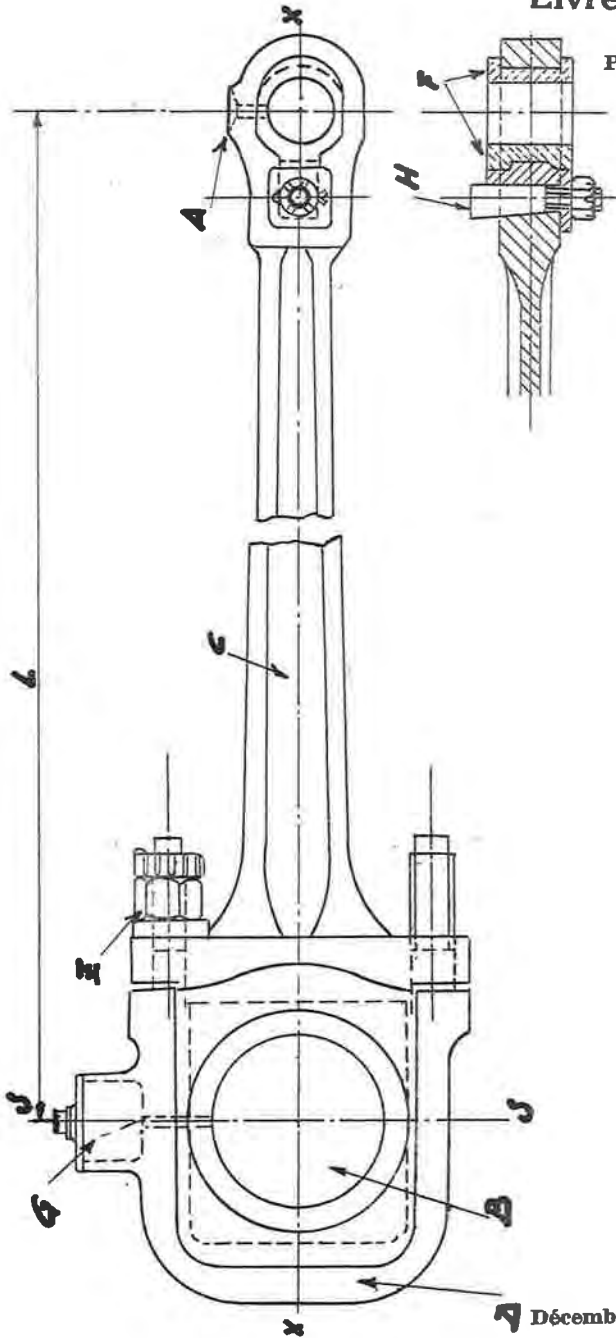


Fig 04

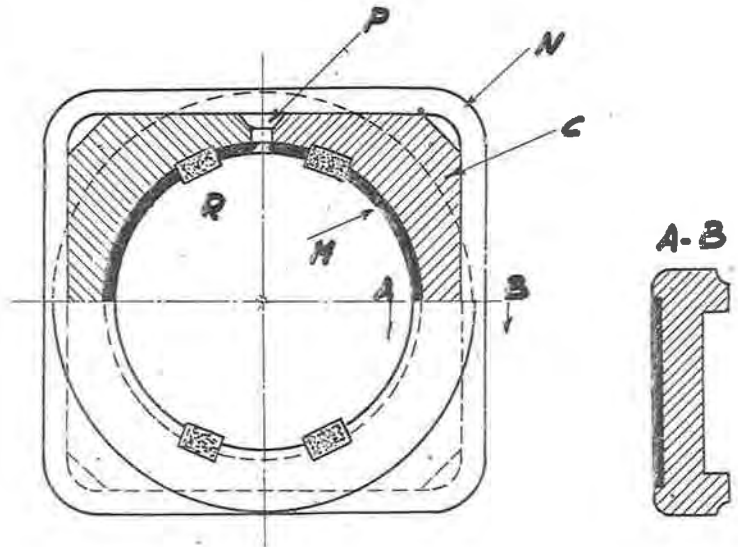


Fig. 85

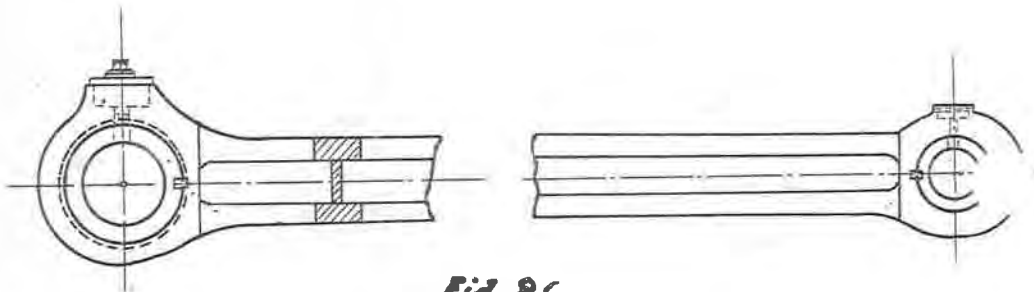


Fig. 86

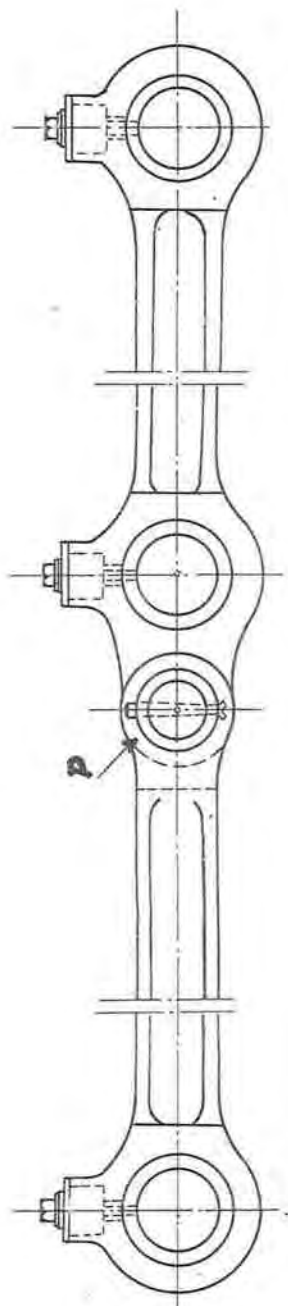


Fig. 87

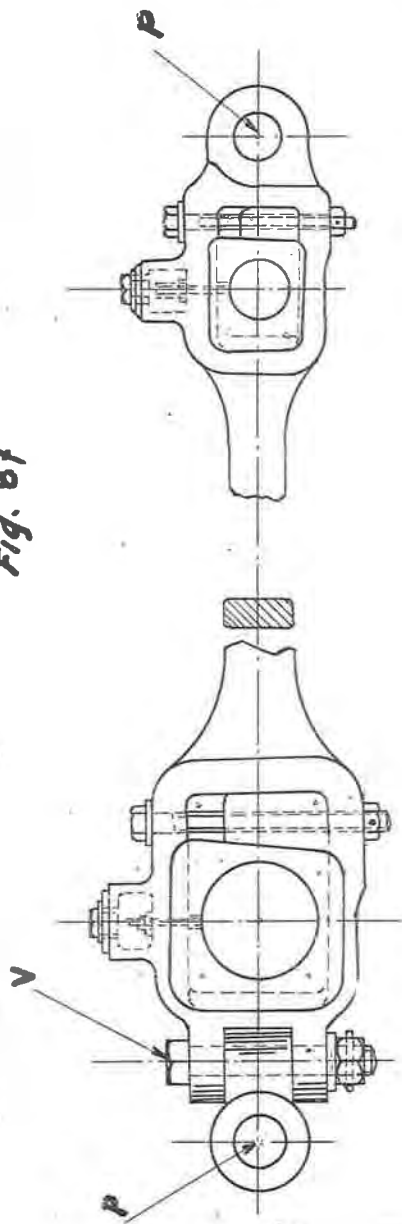
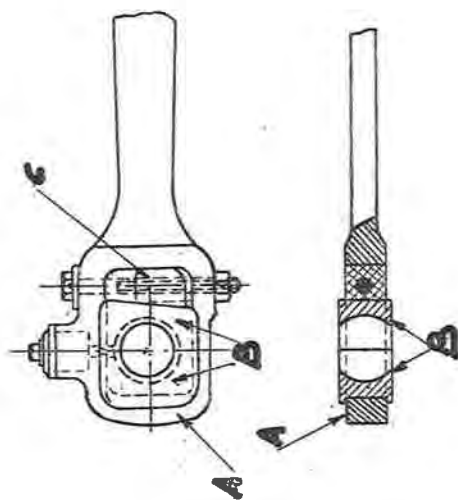
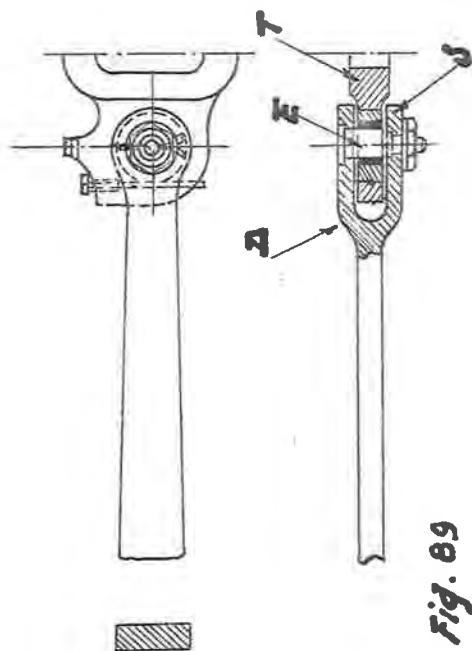


Fig. 88



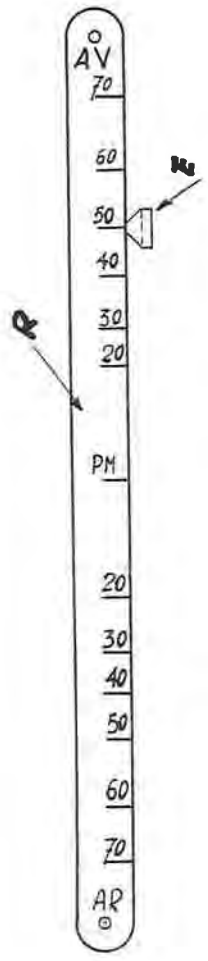


Fig. 90

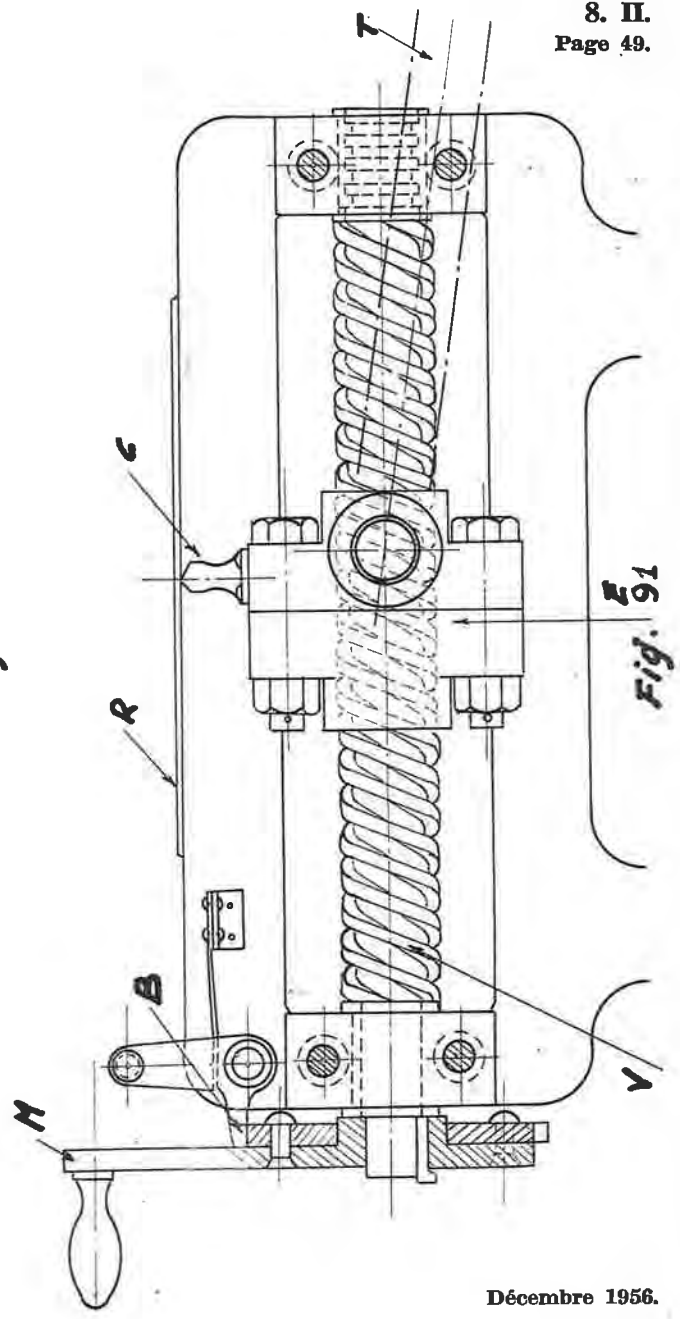
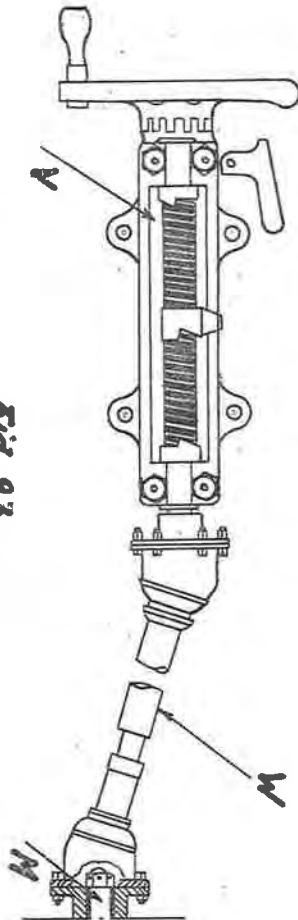


Fig. 91

Fig. 93



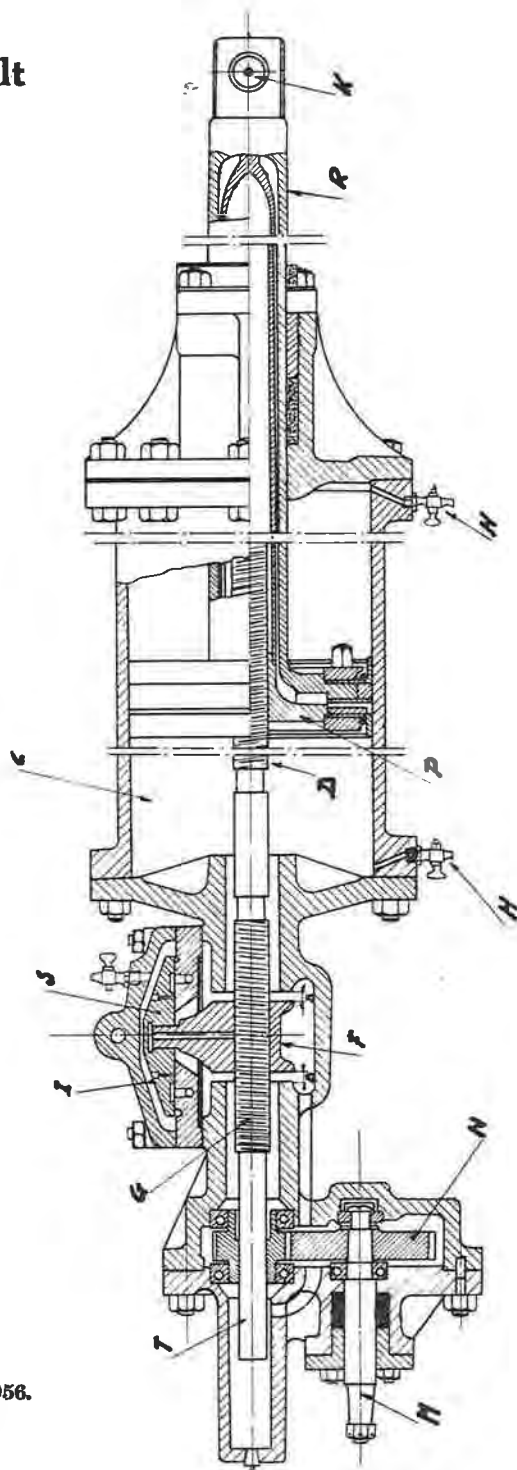


Fig. 94

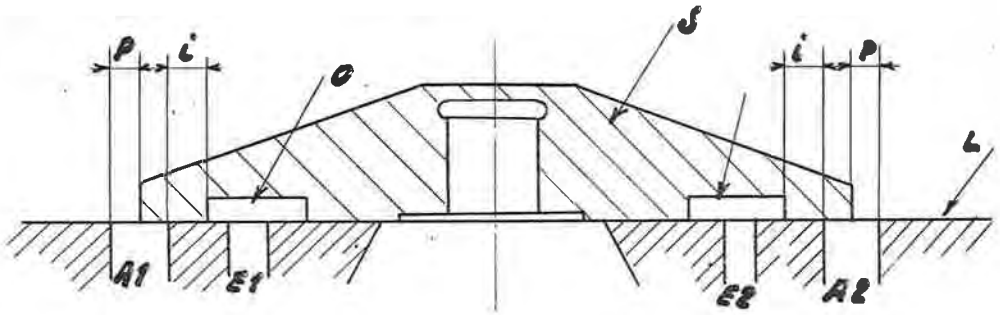


Fig. 95

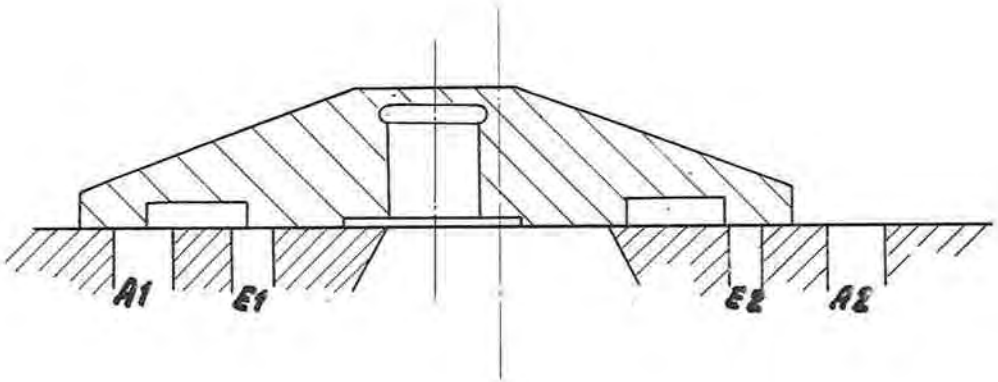


Fig. 96

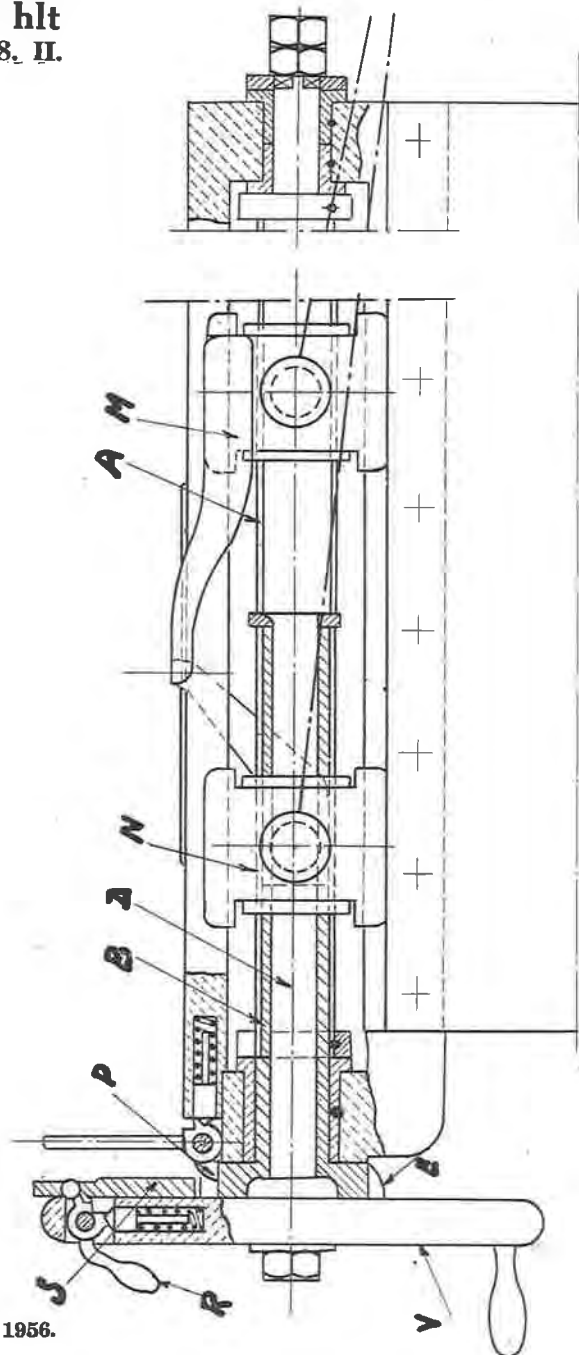


Fig. 97.

FASCICULE 8.

CHAPITRE III.

Le Véhicule — Divers.

FIGURES

Décembre 1956.

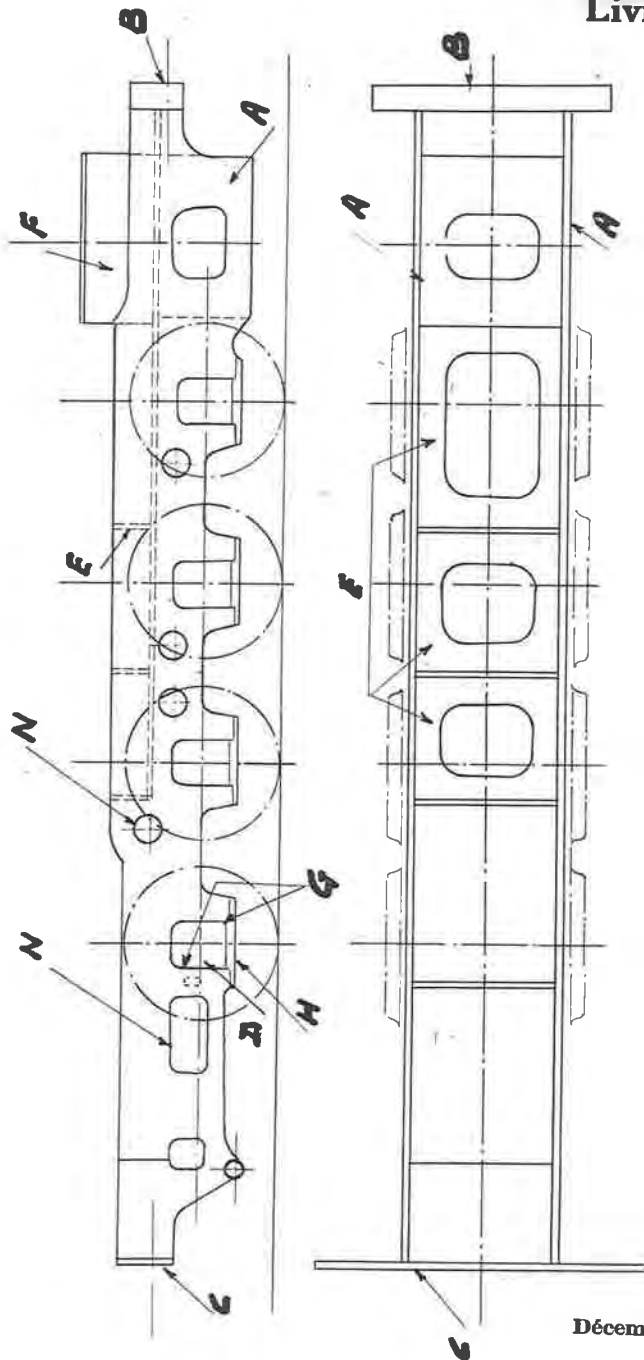


Fig. 1

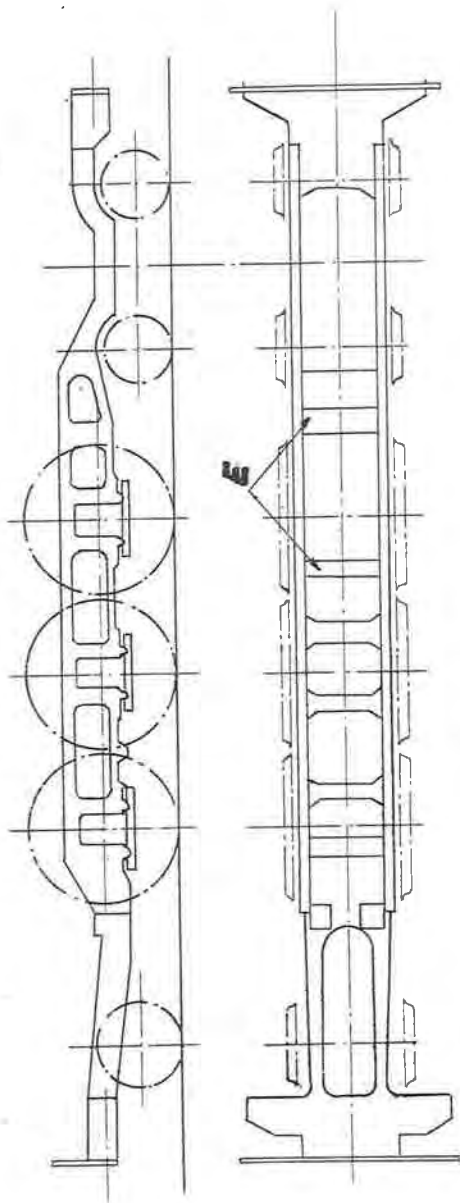


Fig. 2

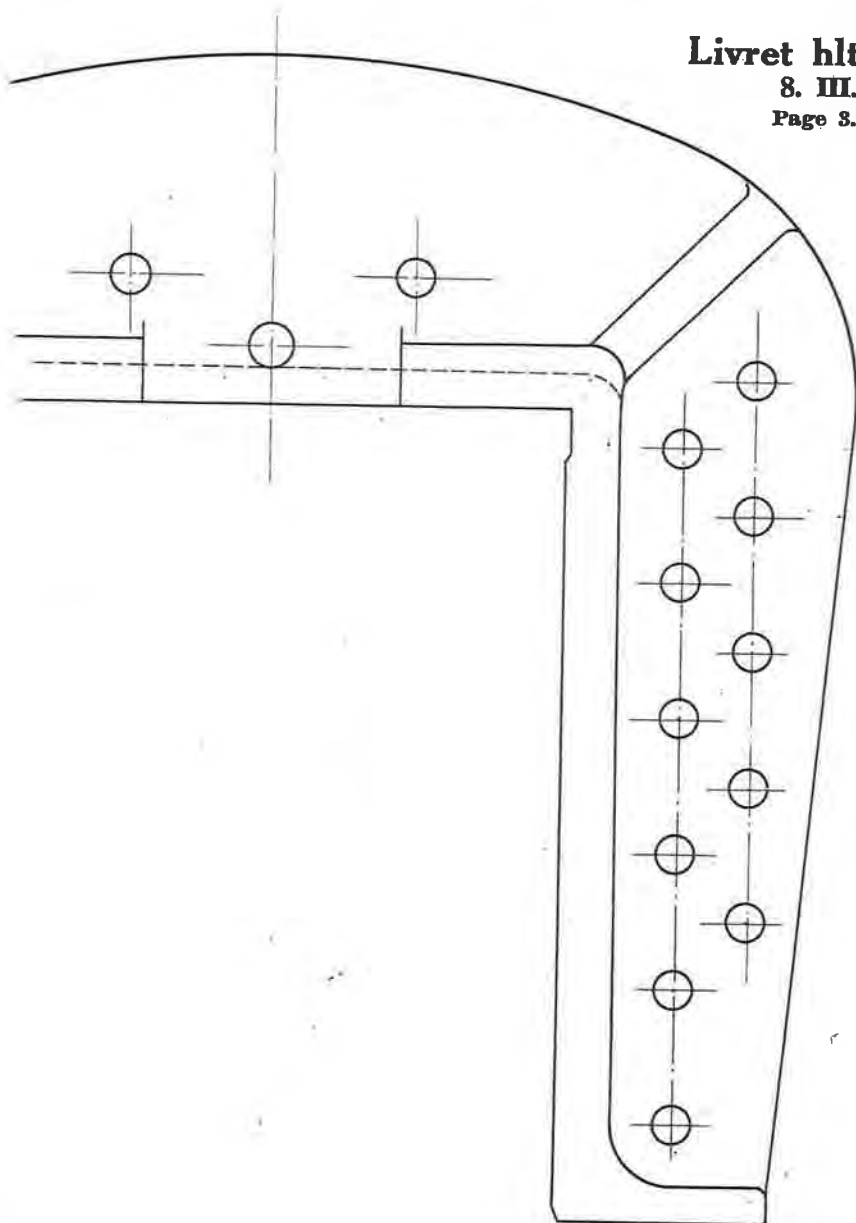
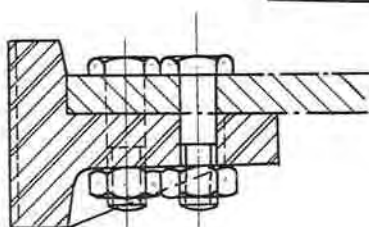


Fig. 3



Décembre, 1956.

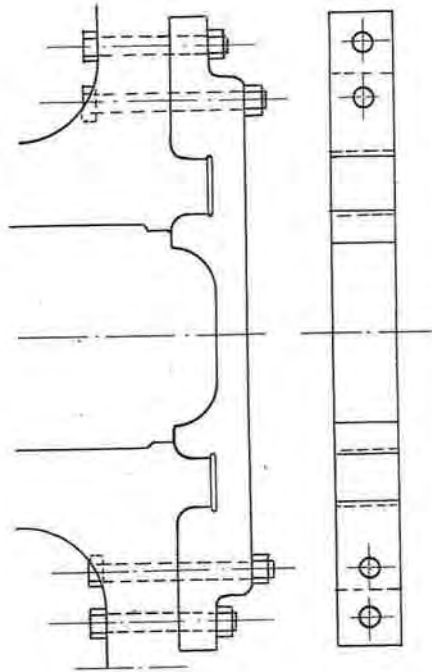


Fig. 5

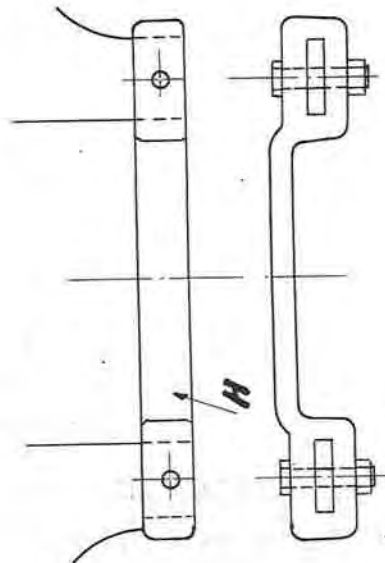


Fig. 4

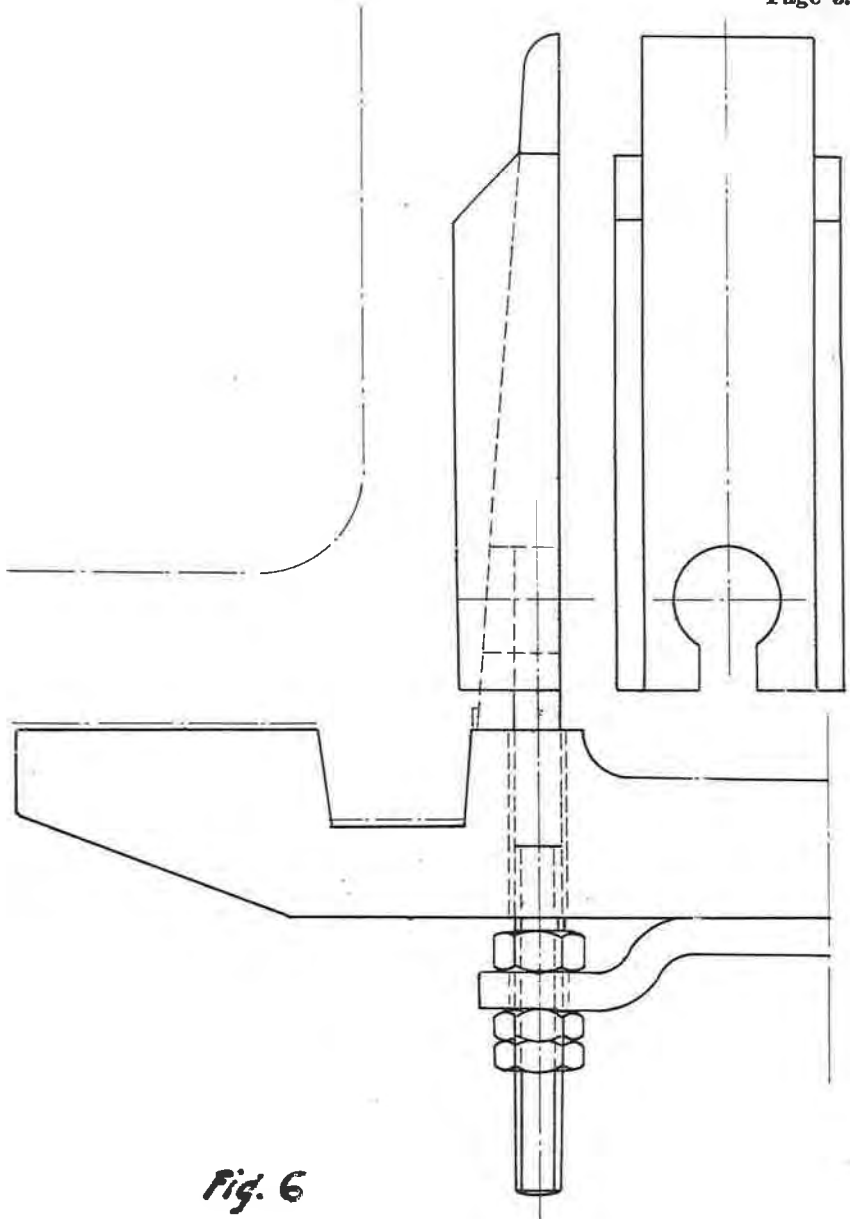


Fig. 6

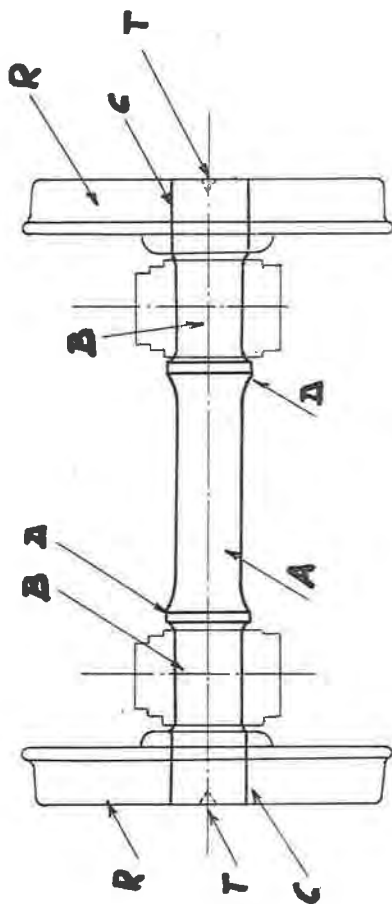


Fig. 7

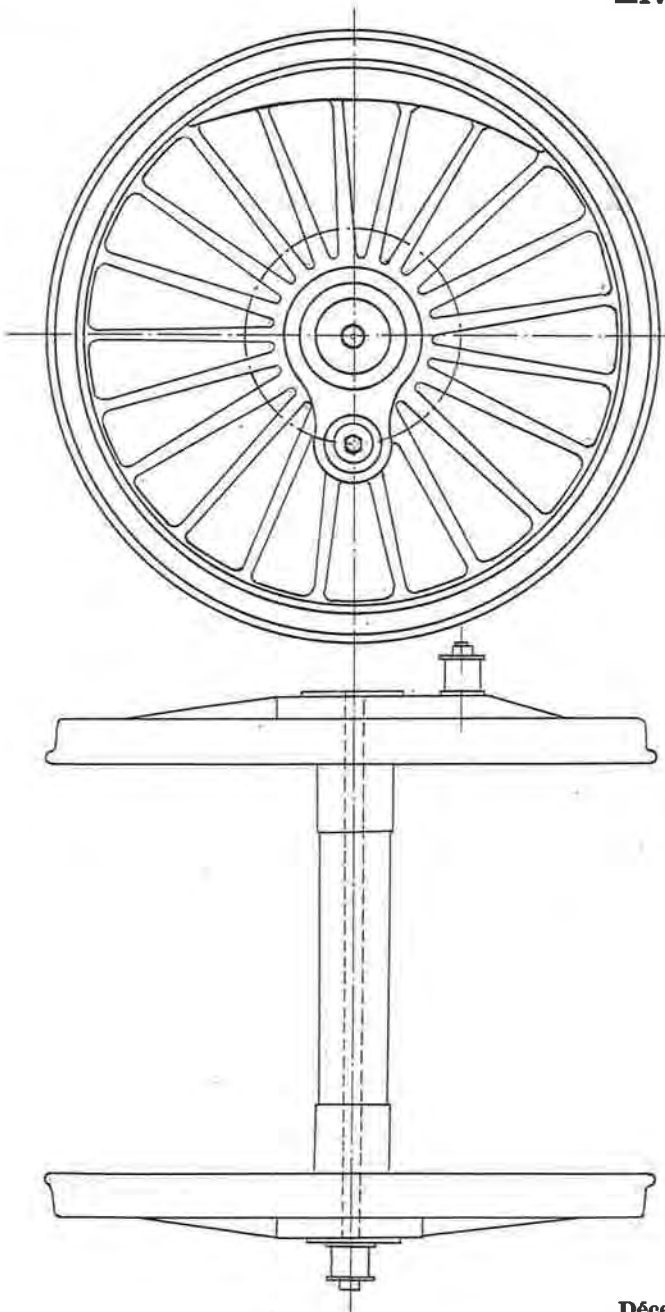


Fig. 6

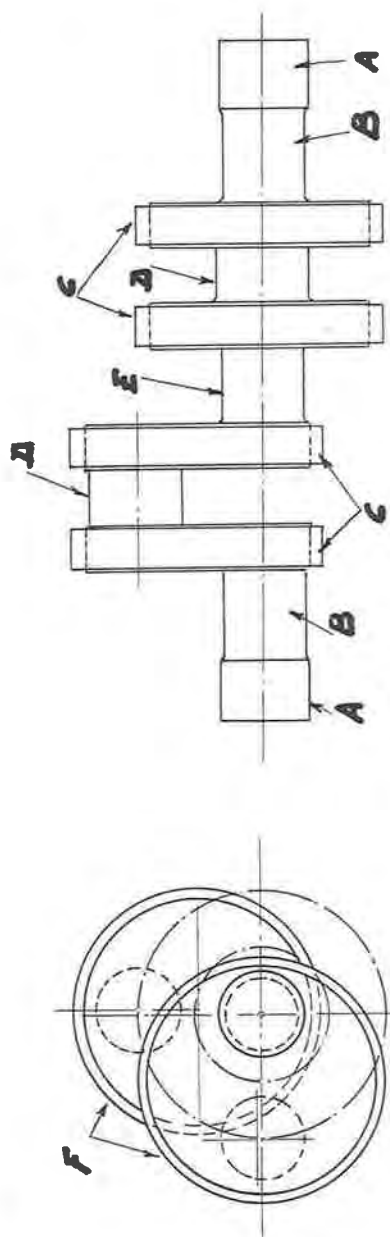


Fig. 9

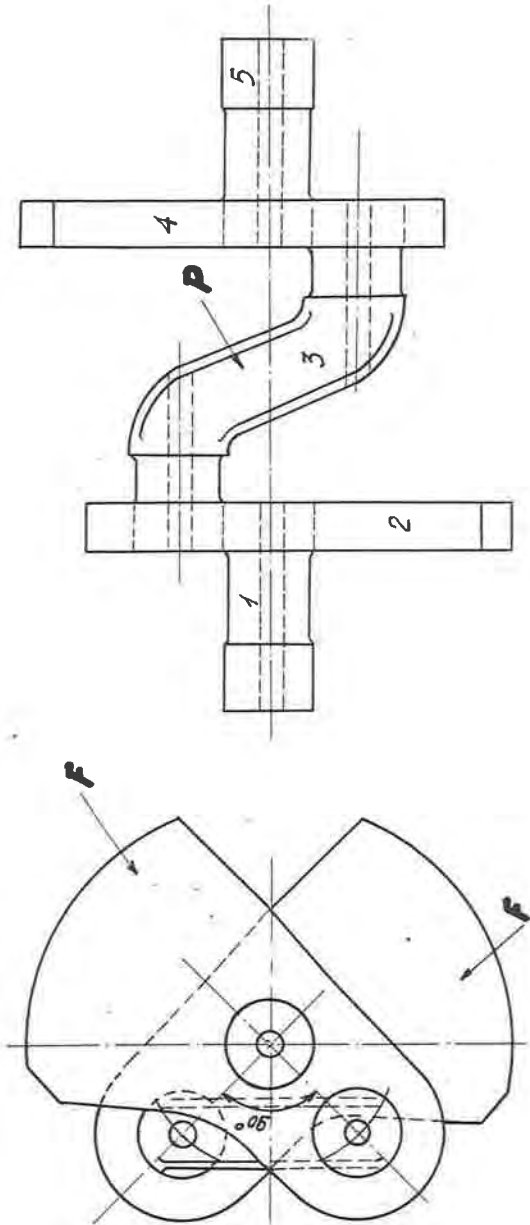


Fig. 10

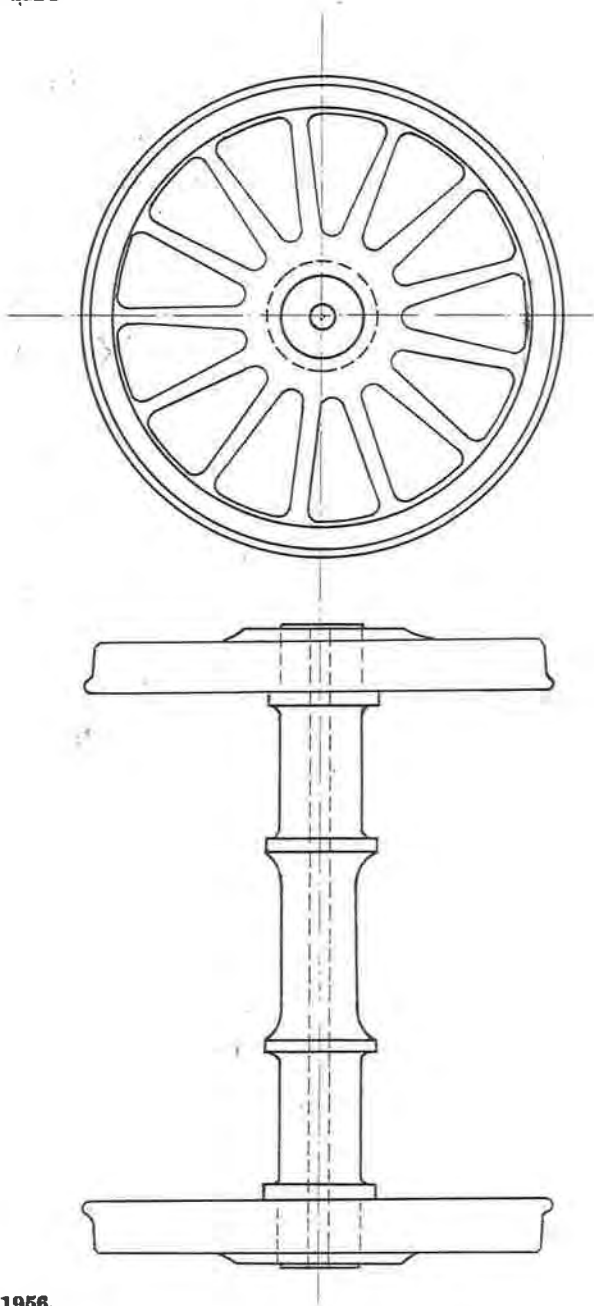


Fig. 11

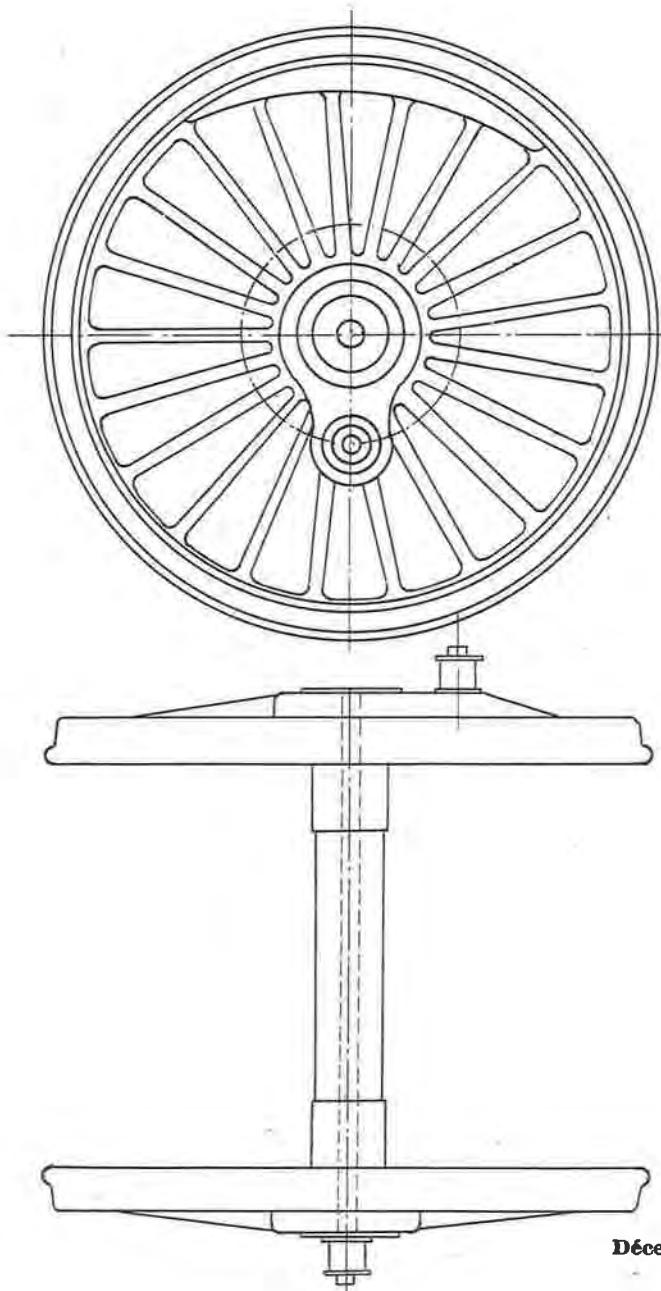


Fig. 12

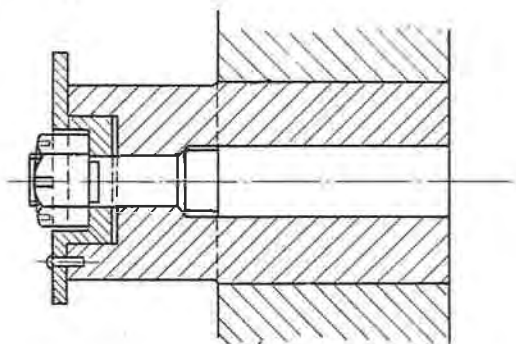


Fig. 13

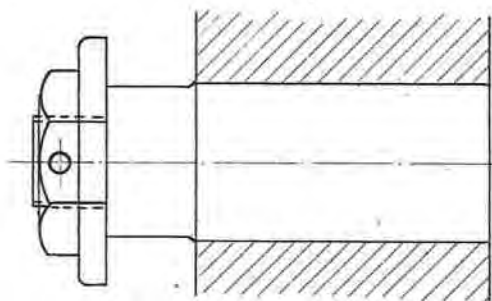


Fig. 14

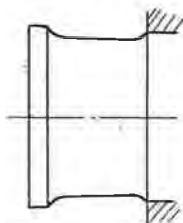
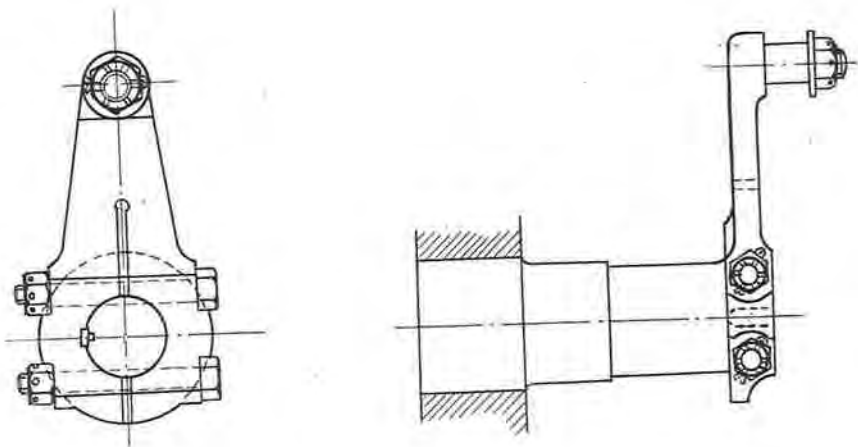
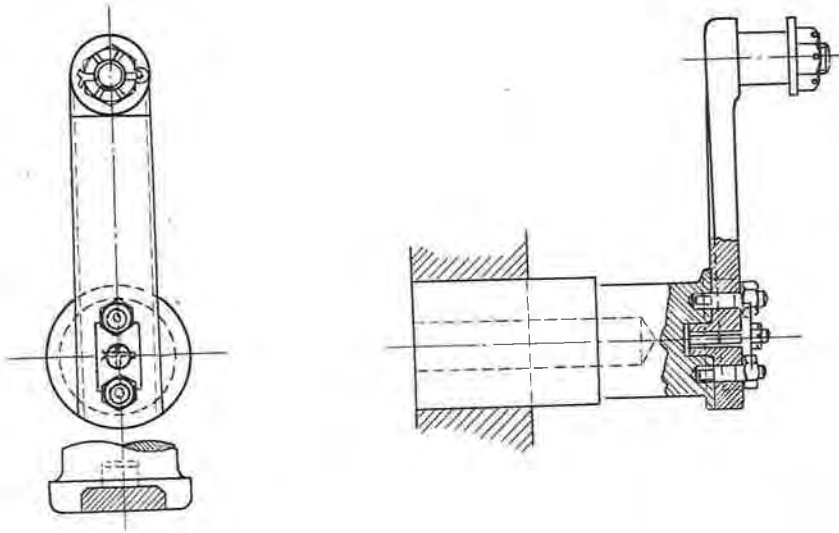


Fig. 15



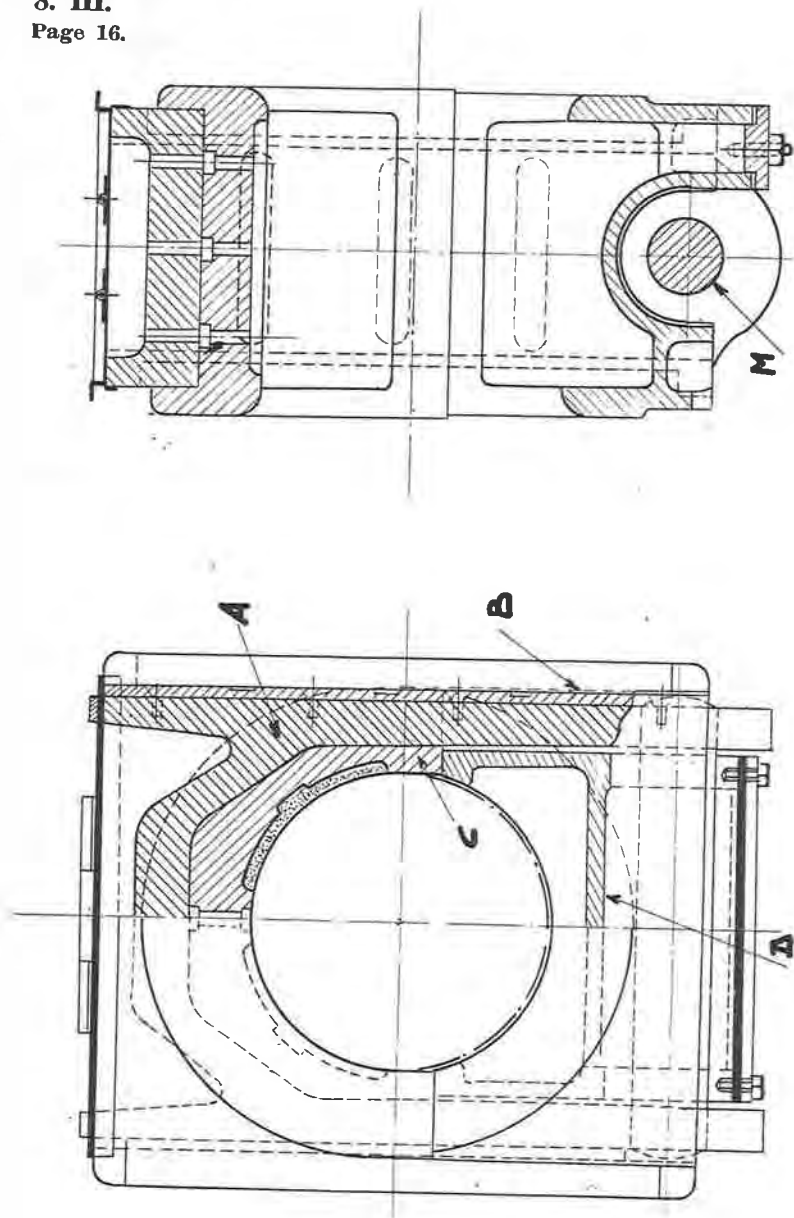


Fig. 20

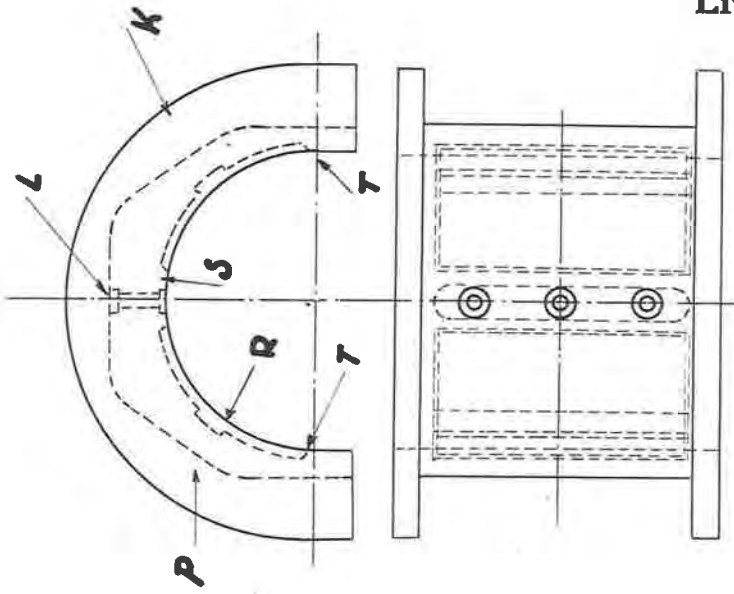


Fig. 23

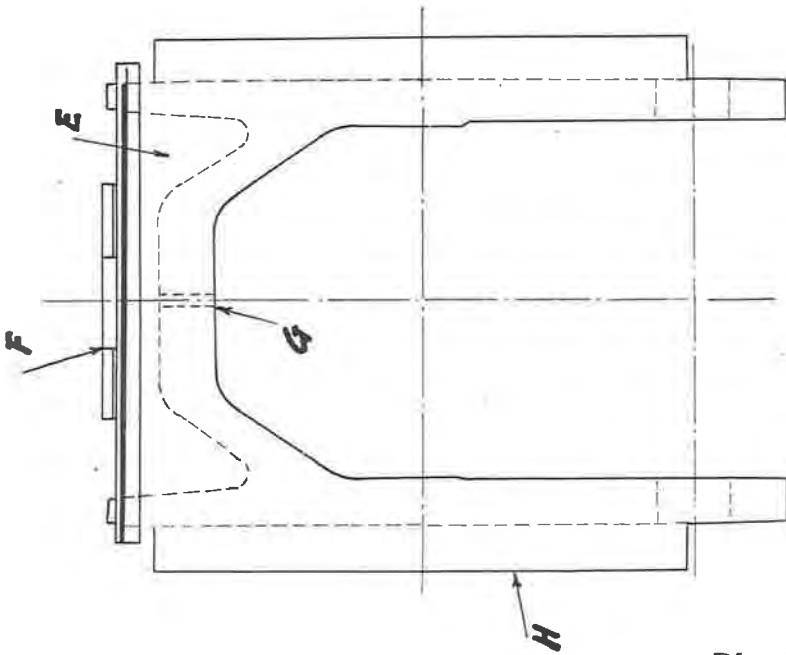


Fig. 21

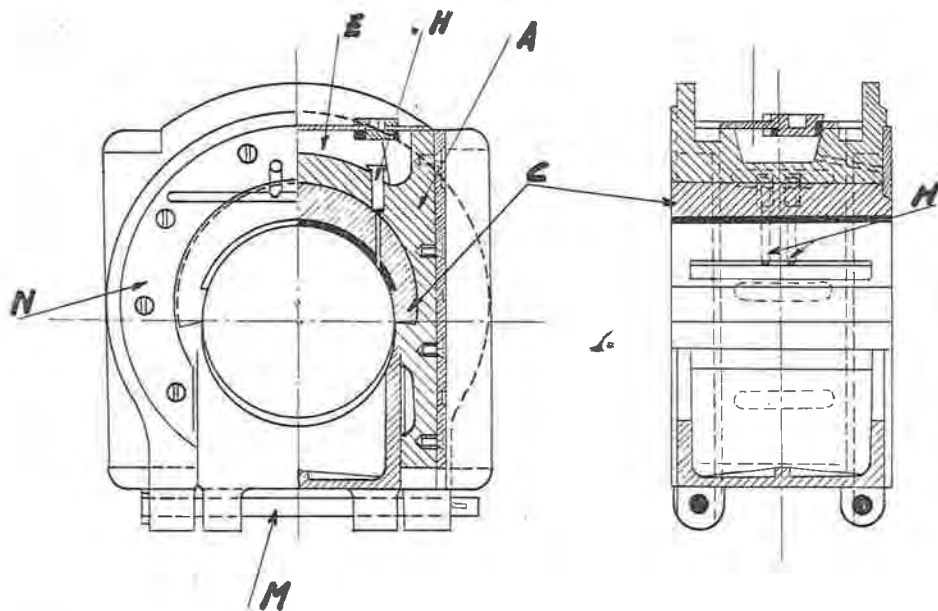


Fig. 22

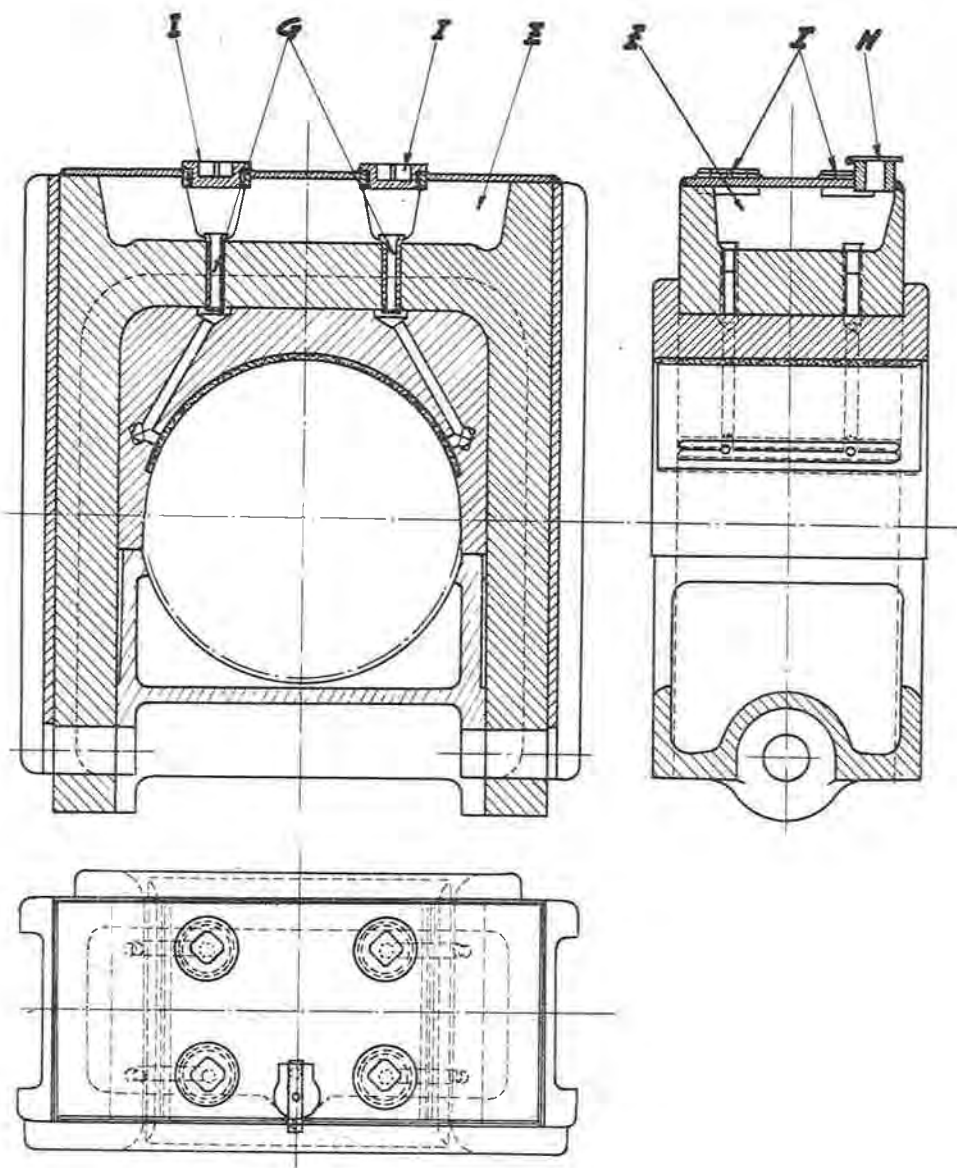


Fig. 24

Décembre 1956.

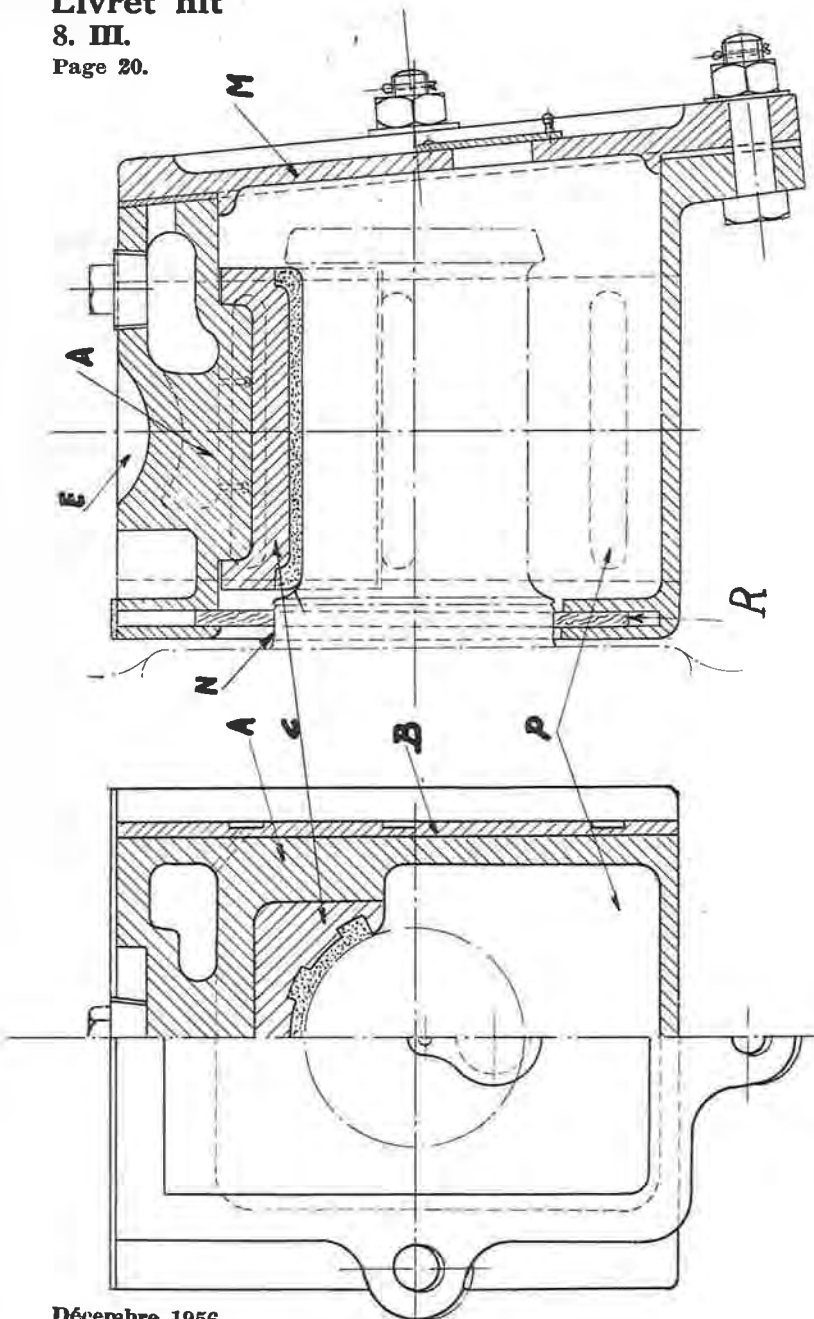


Fig. 35

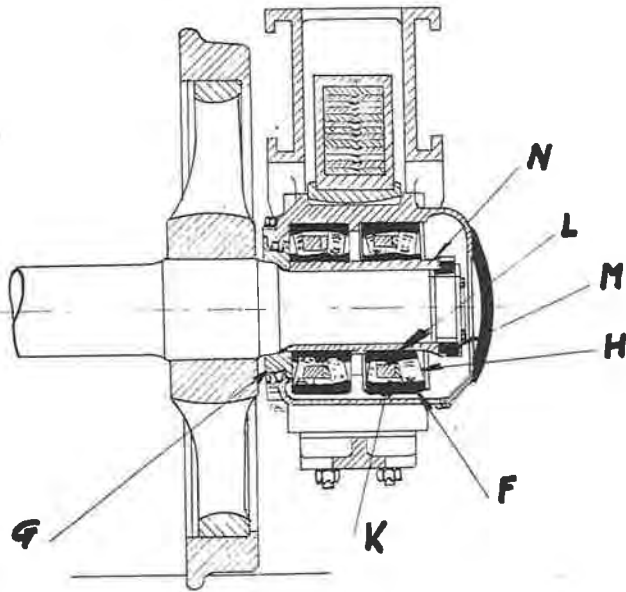


Fig. 26

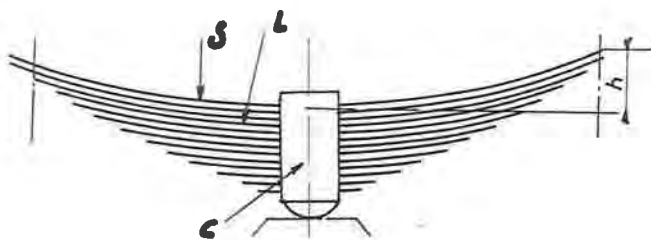


Fig. 27

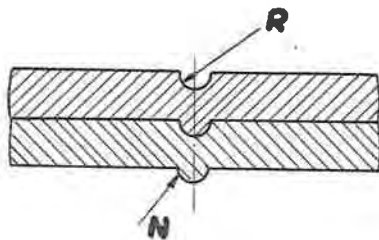


Fig. 28

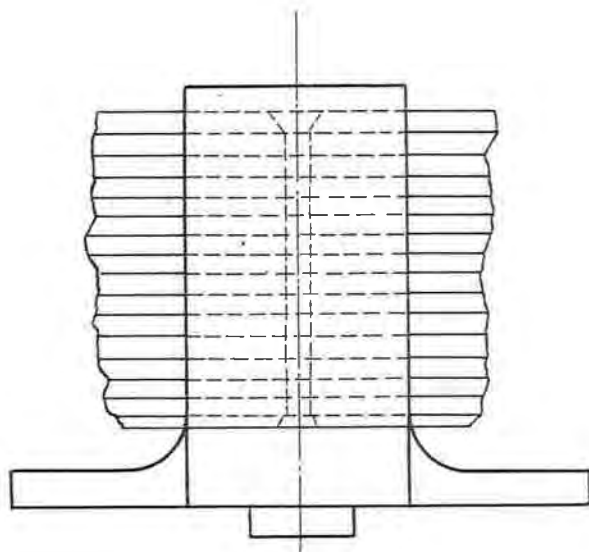


Fig. 29

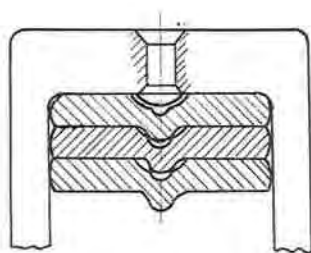


Fig. 30

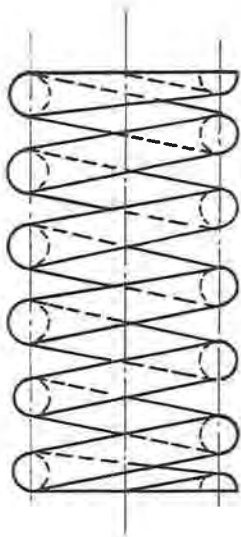


Fig. 31

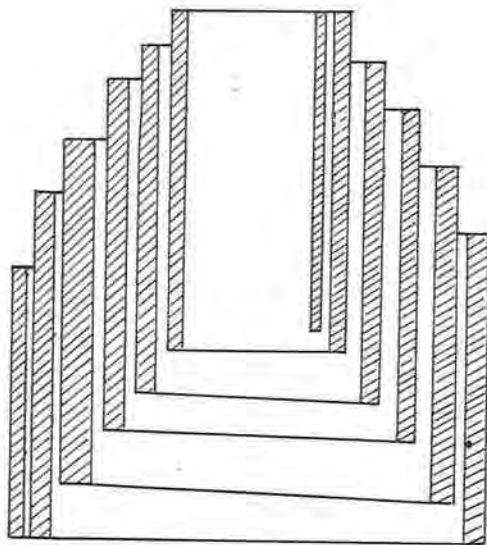


Fig. 32

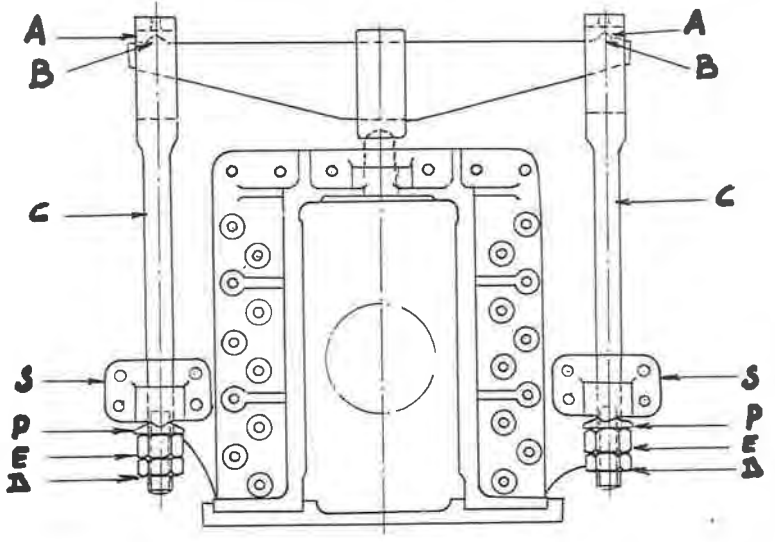


Fig. 33

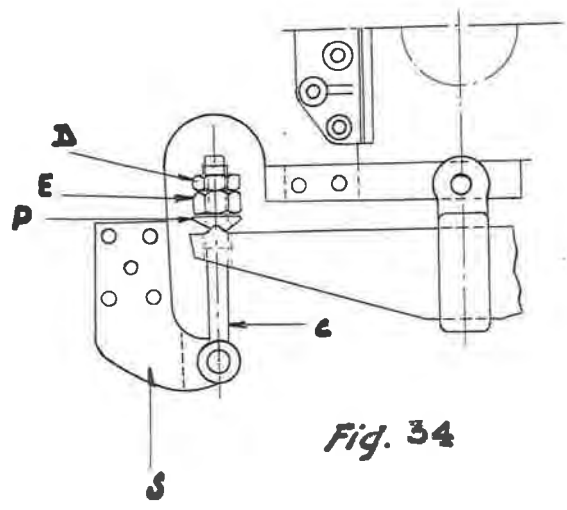


Fig. 34

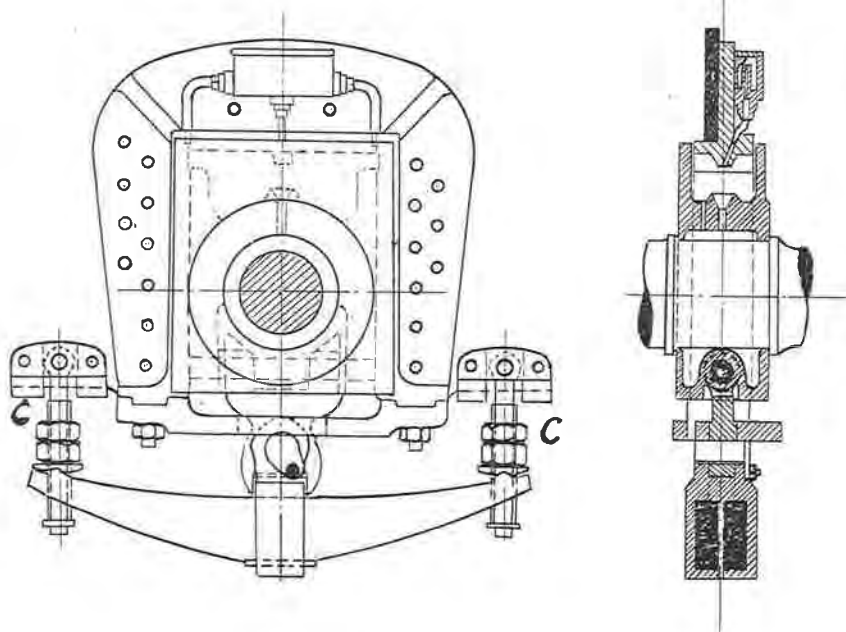


Fig. 35

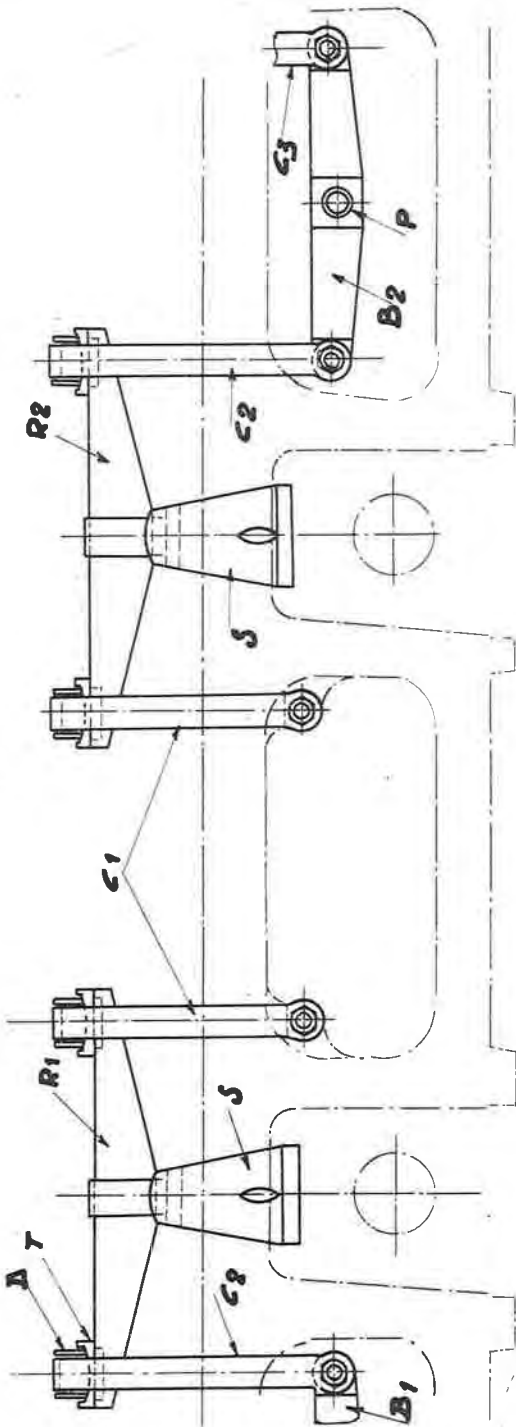


Fig. 36

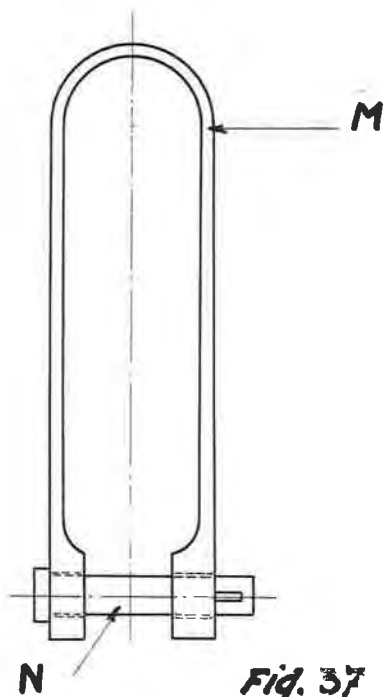


Fig. 37

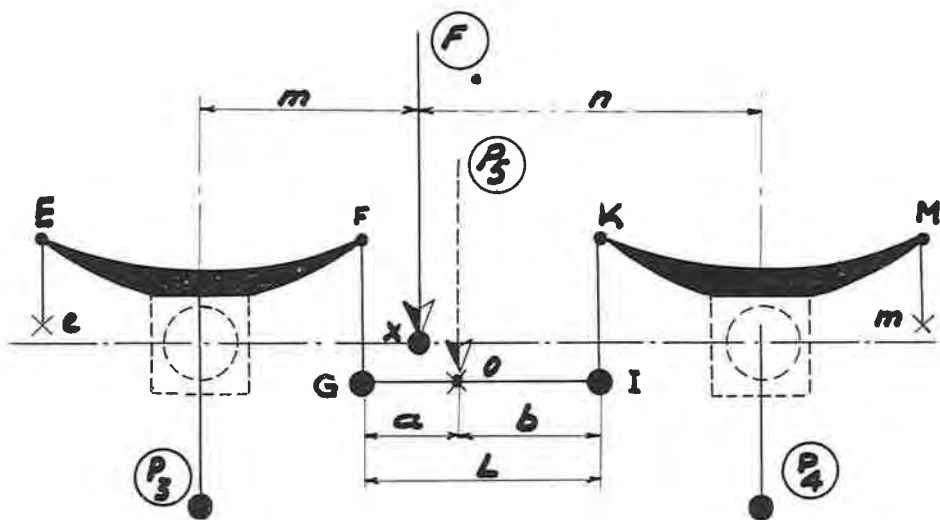


Fig. 38



Fig. 39

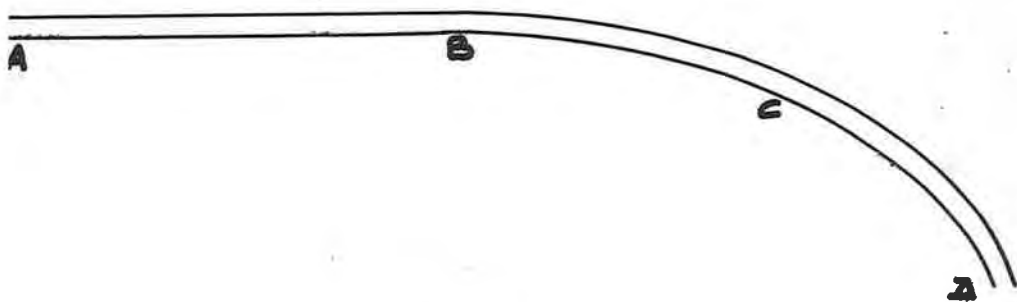
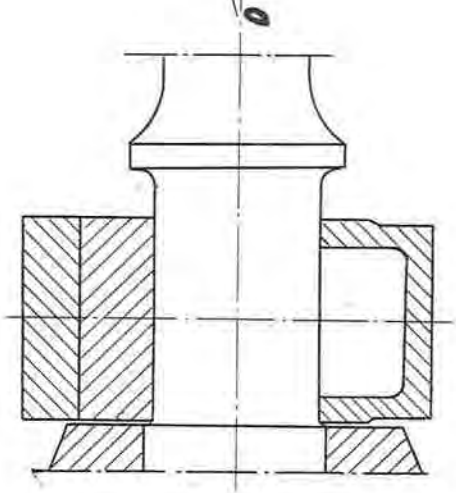
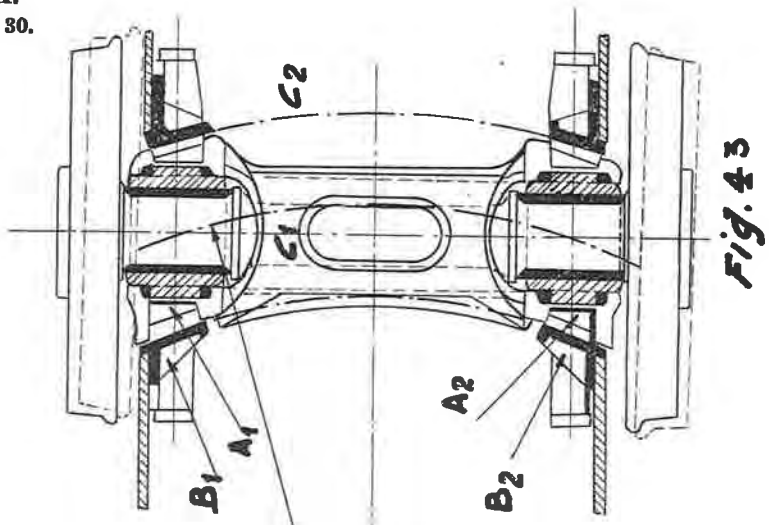


Fig. 40



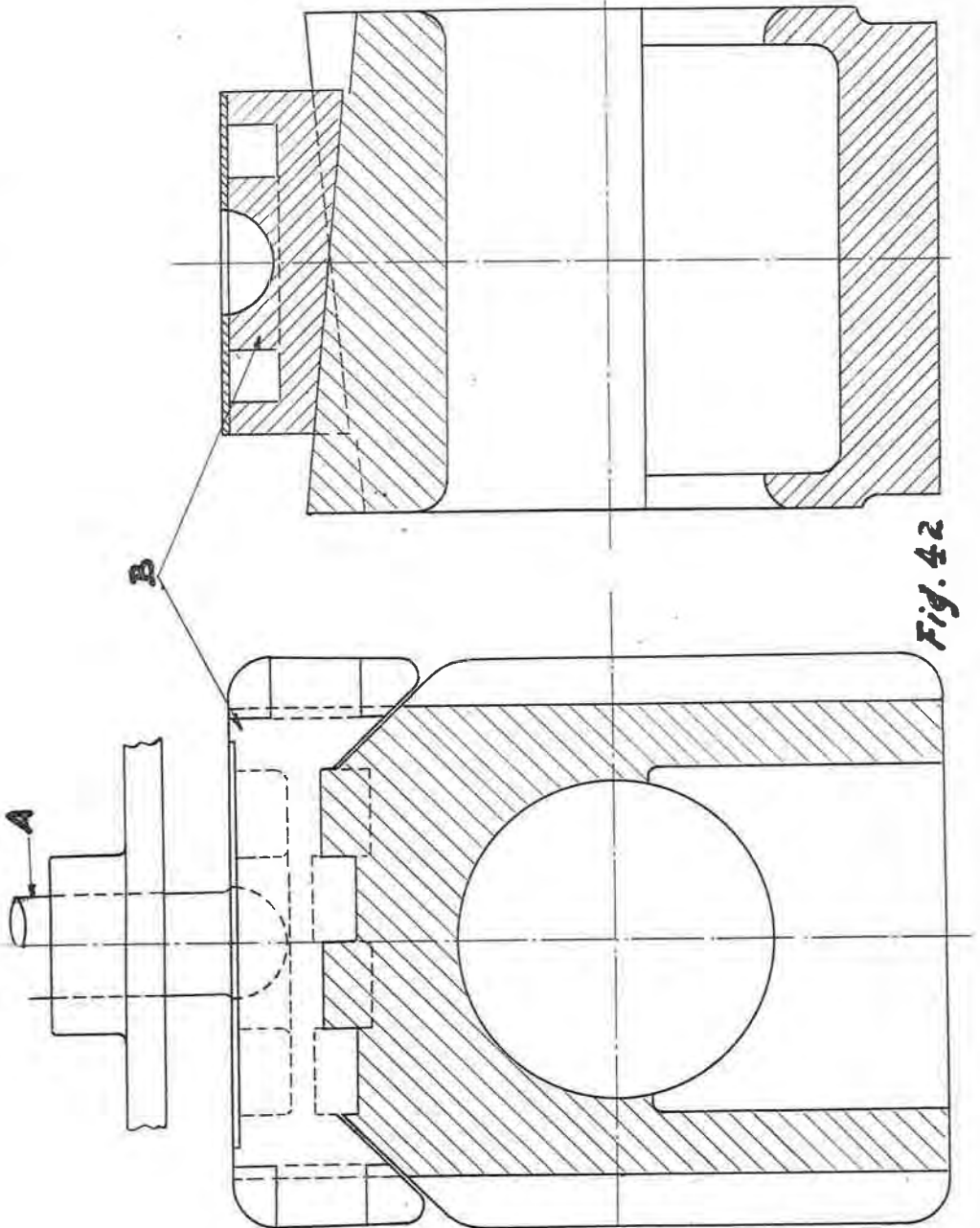


Fig. 42

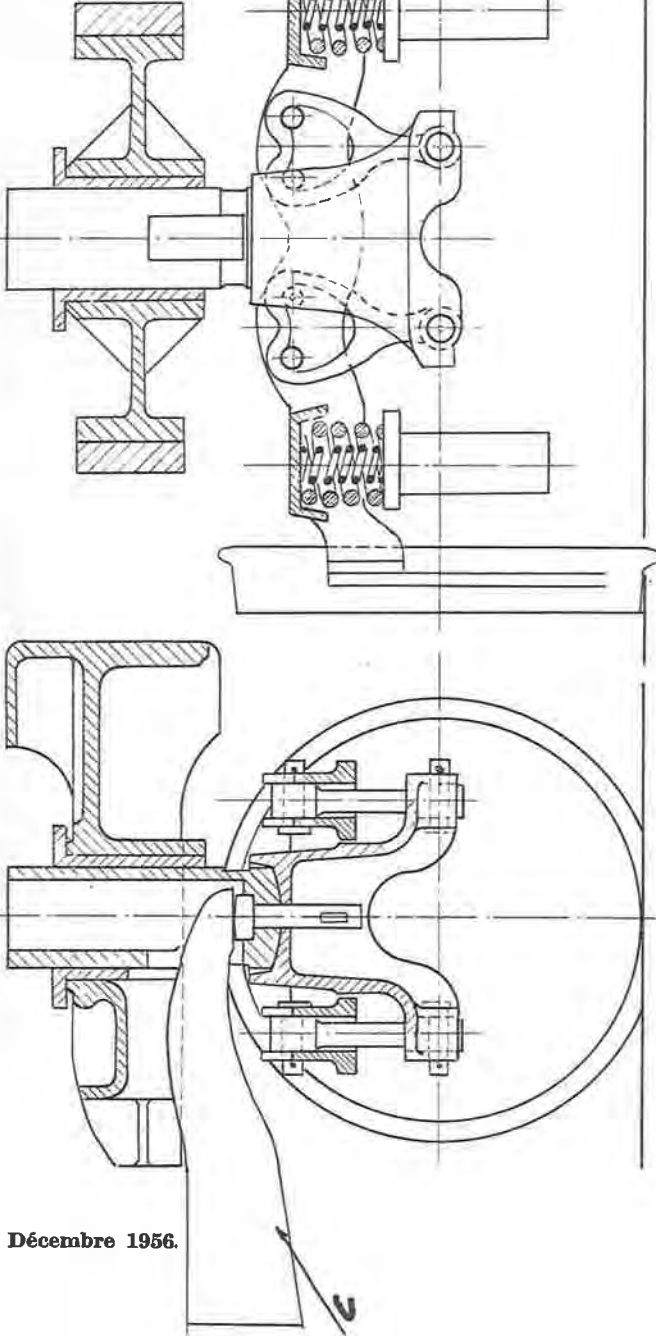


Fig. 45

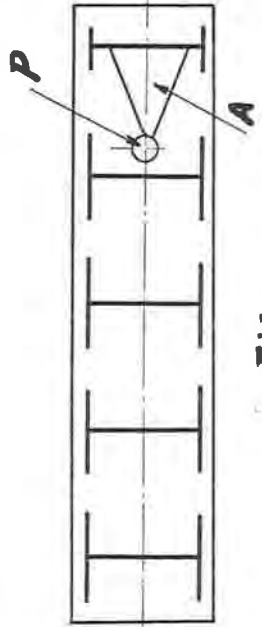


Fig.

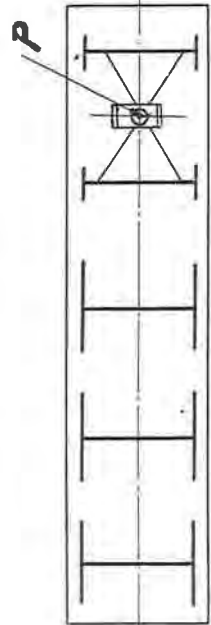


Fig. 46

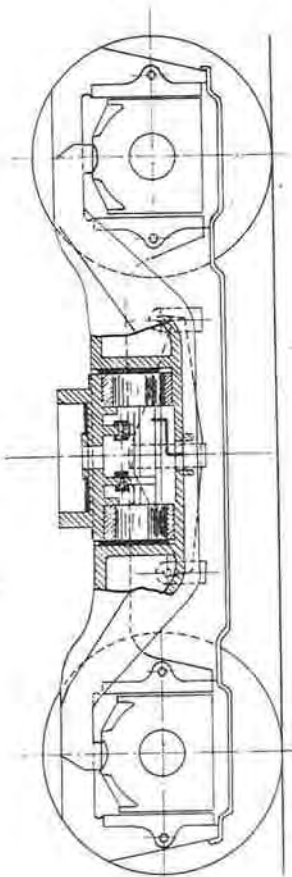
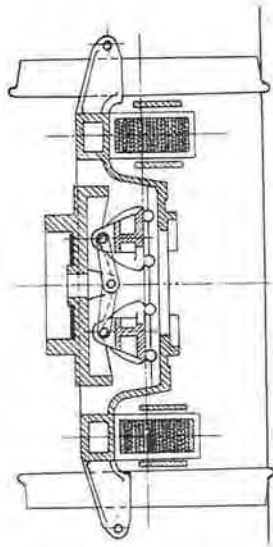


Fig. 47

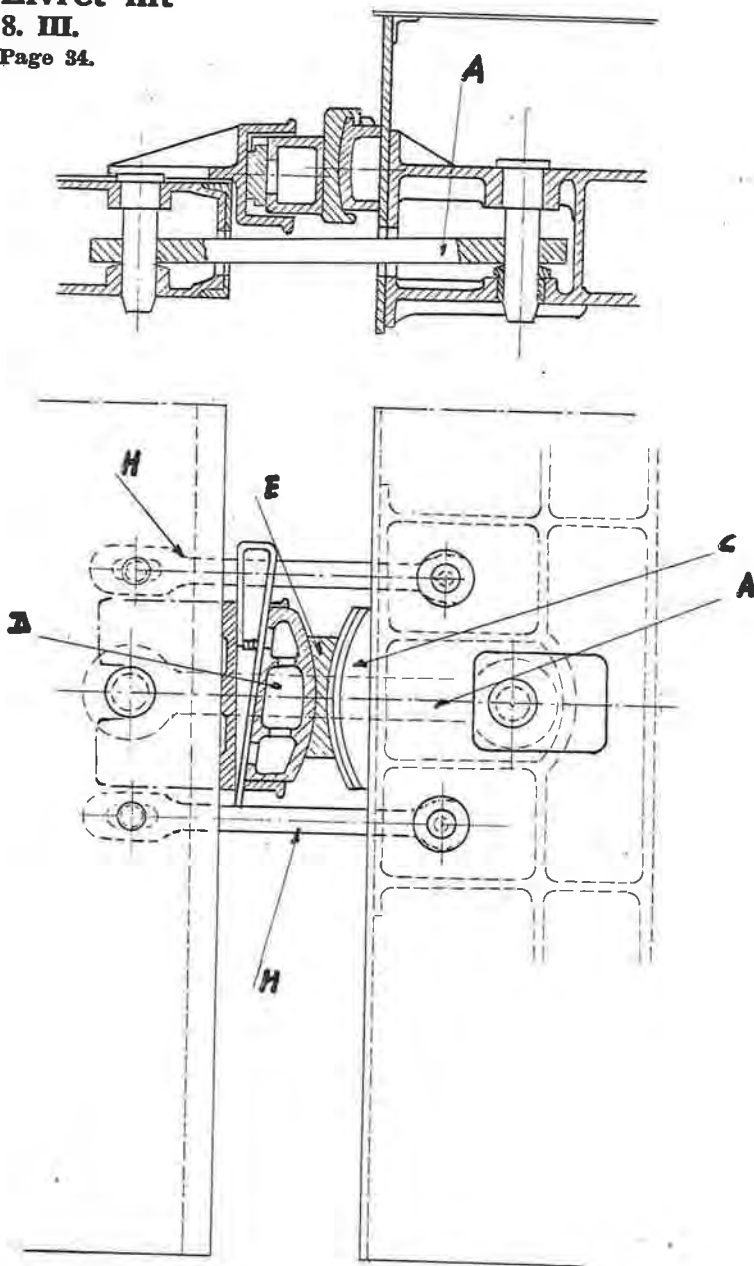


Fig. 48

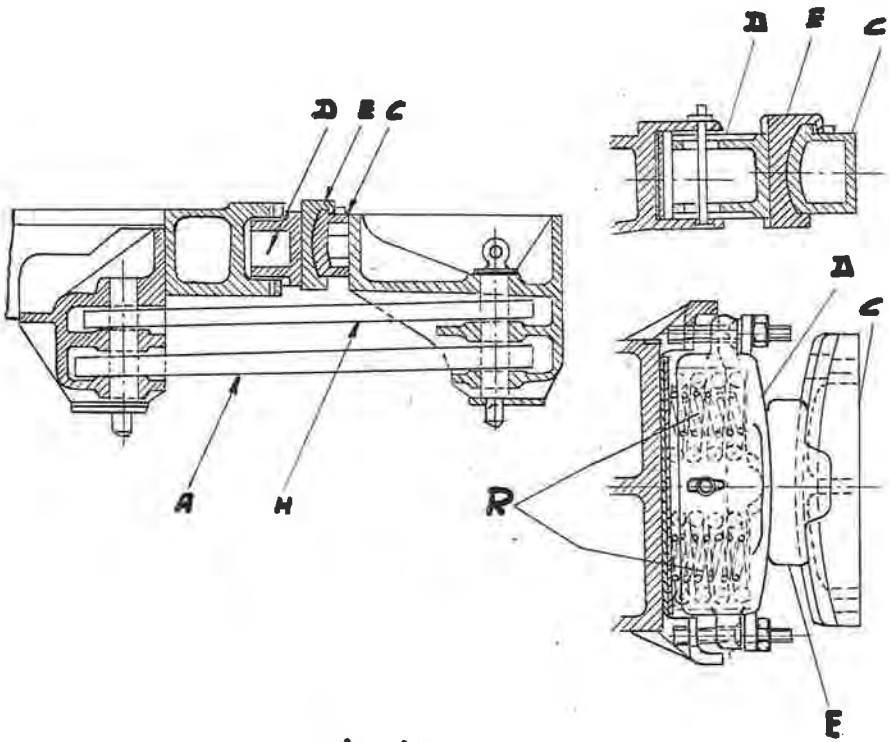


Fig. 49

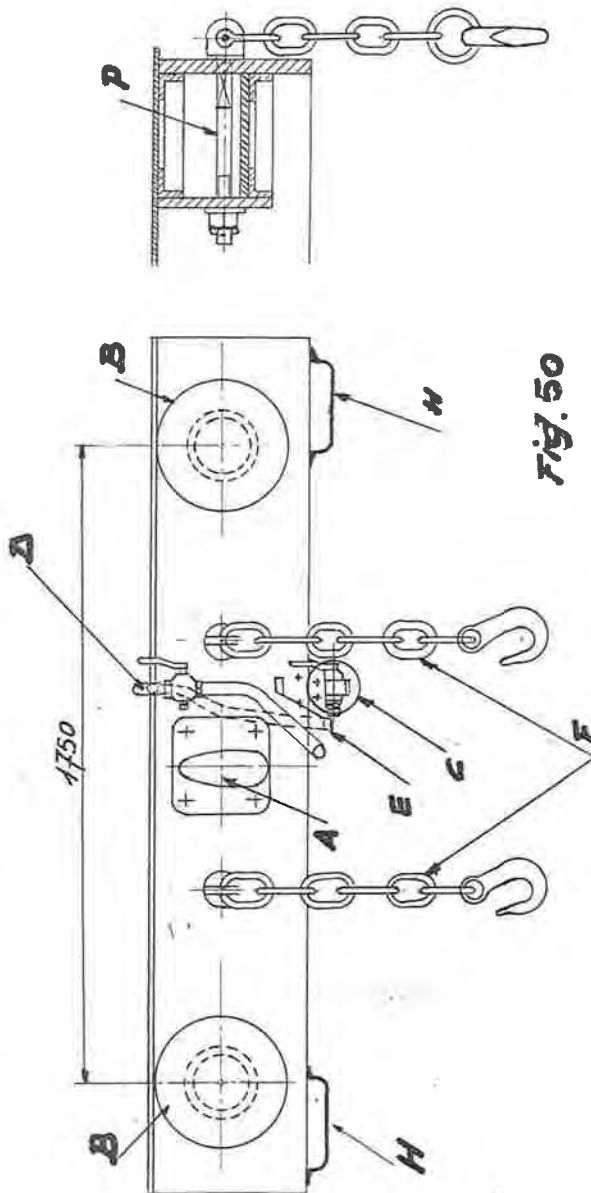


Fig. 50

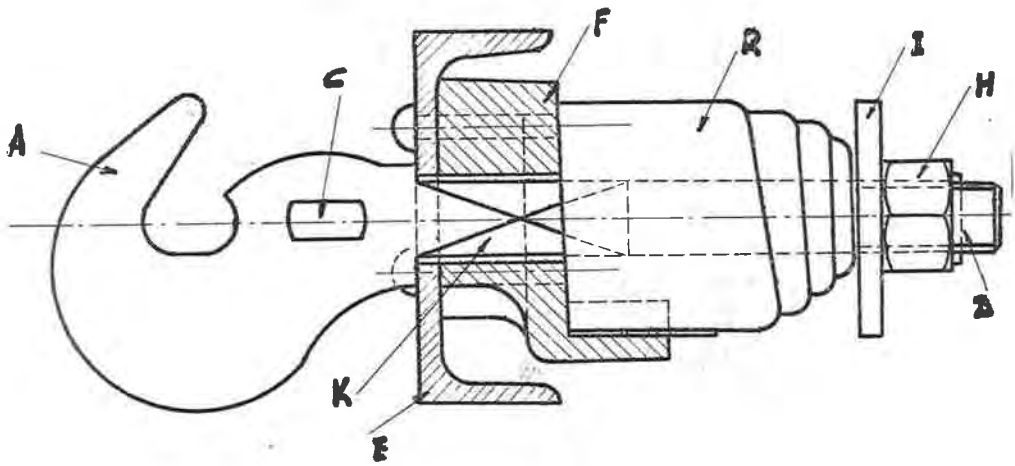


Fig. 51

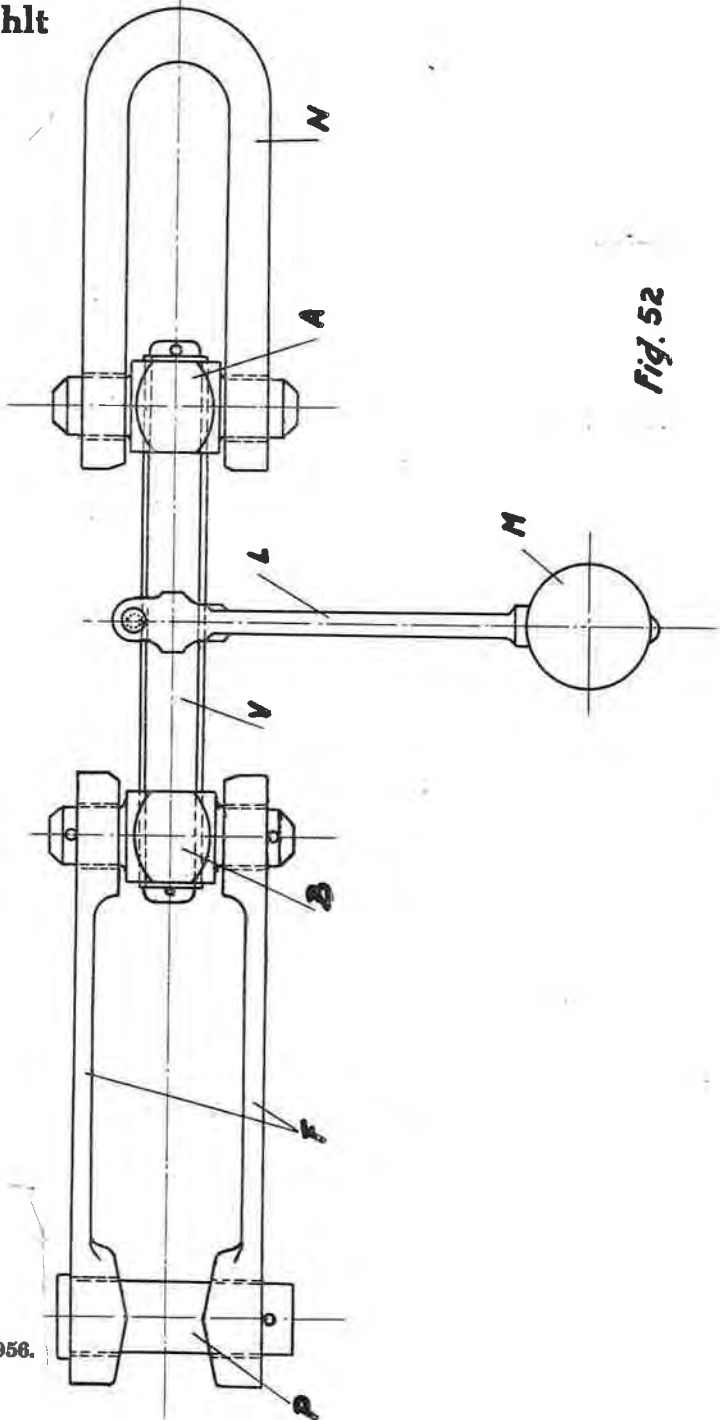


Fig. 52

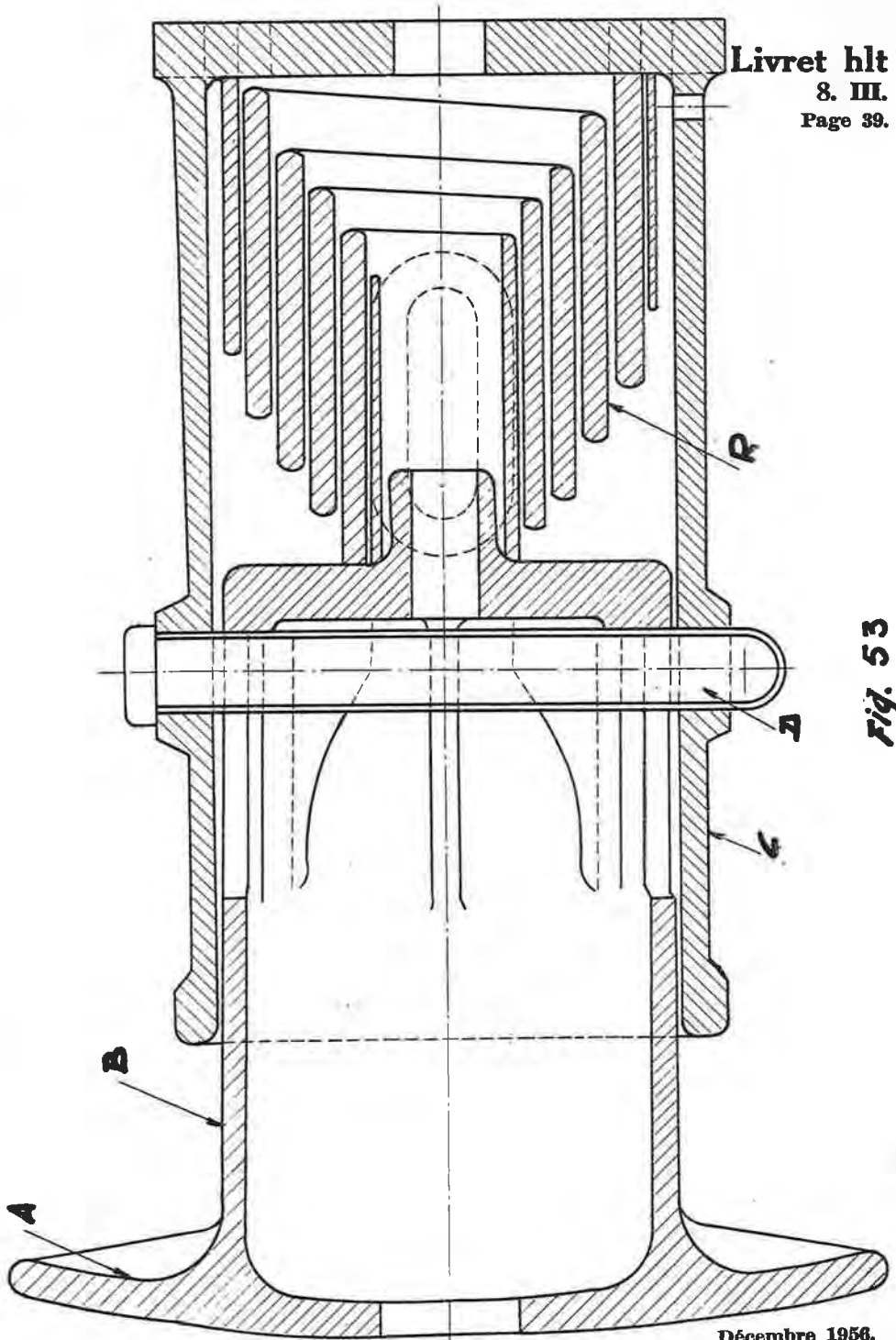
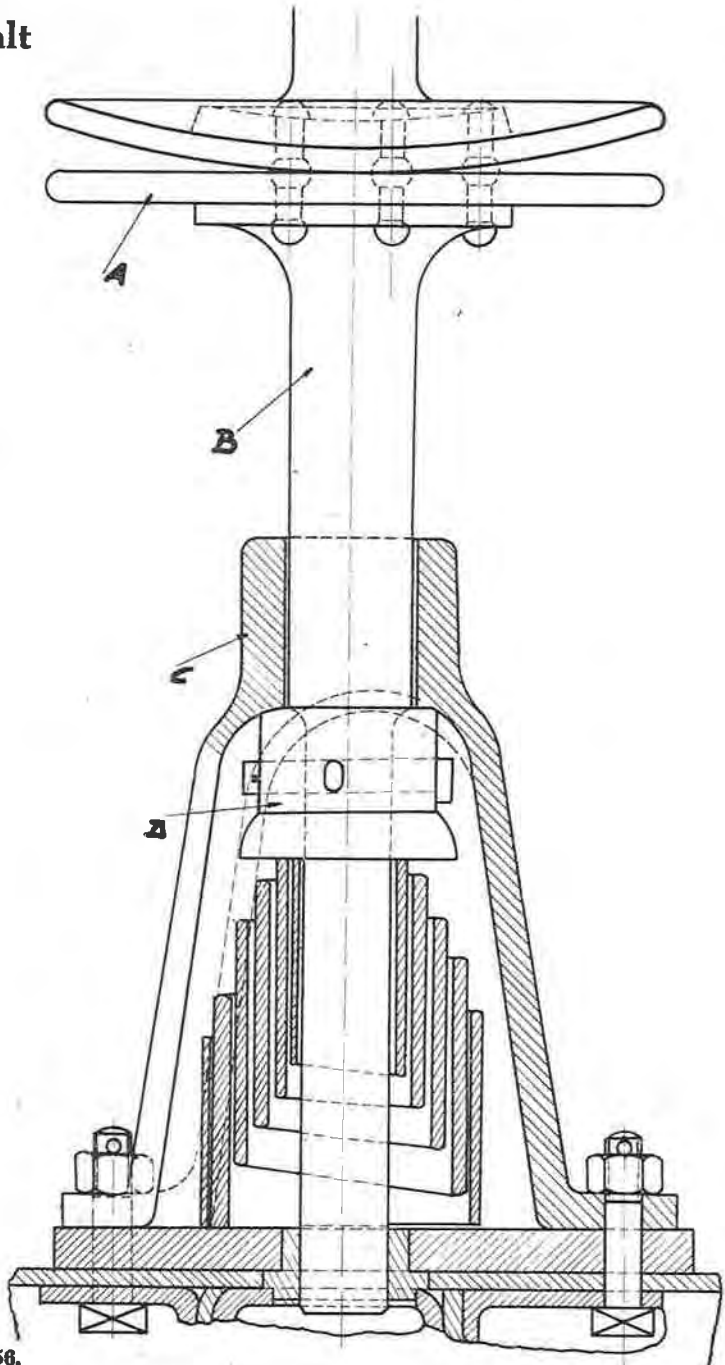


Fig. 53



Décembre 1956.

Fig. 54

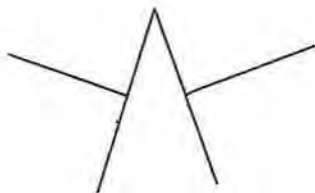


Fig. 55

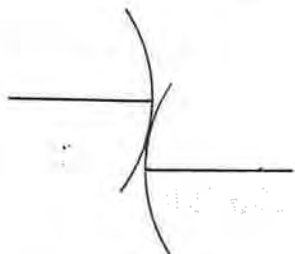


Fig. 56

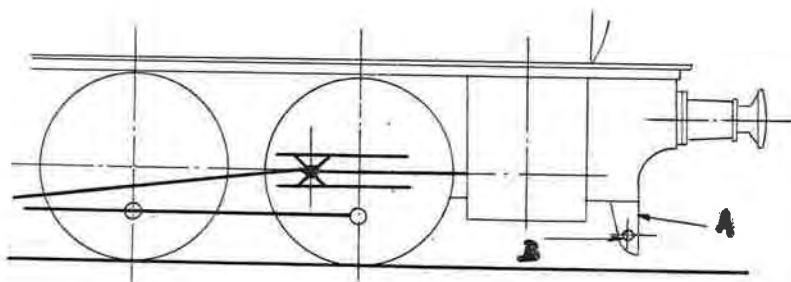


Fig. 57

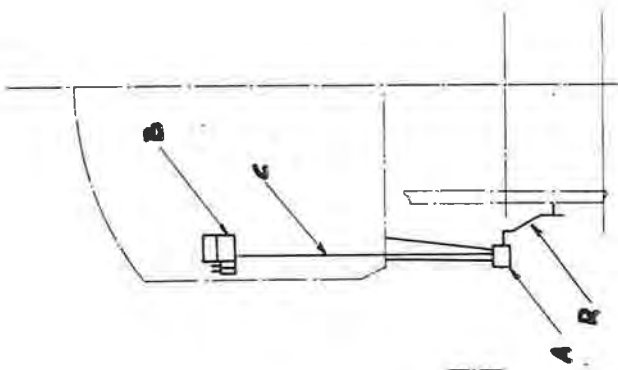
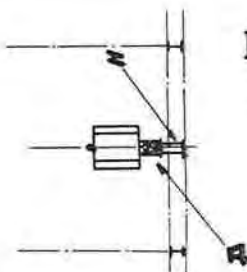
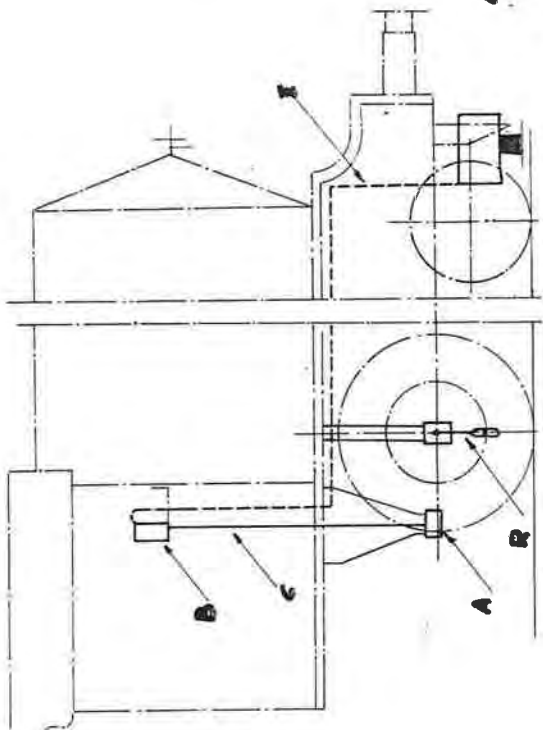


Fig. 50



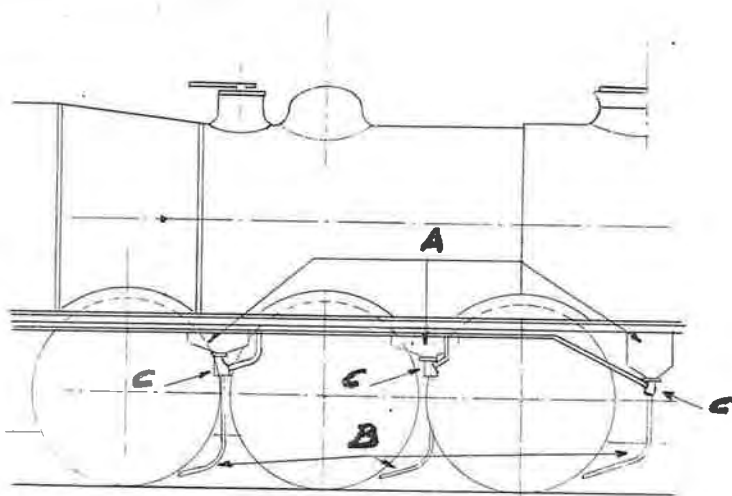


Fig. 59

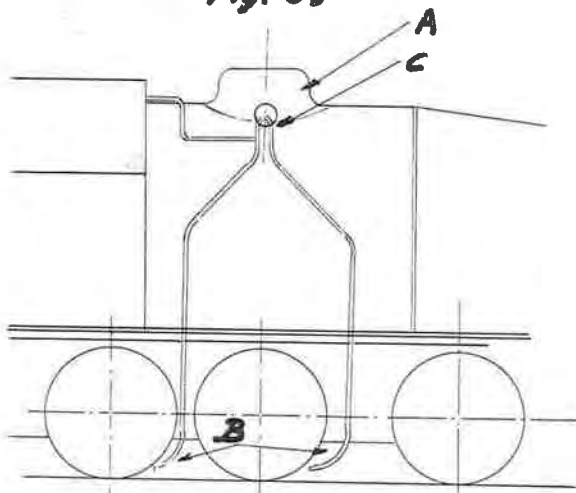


Fig. 60

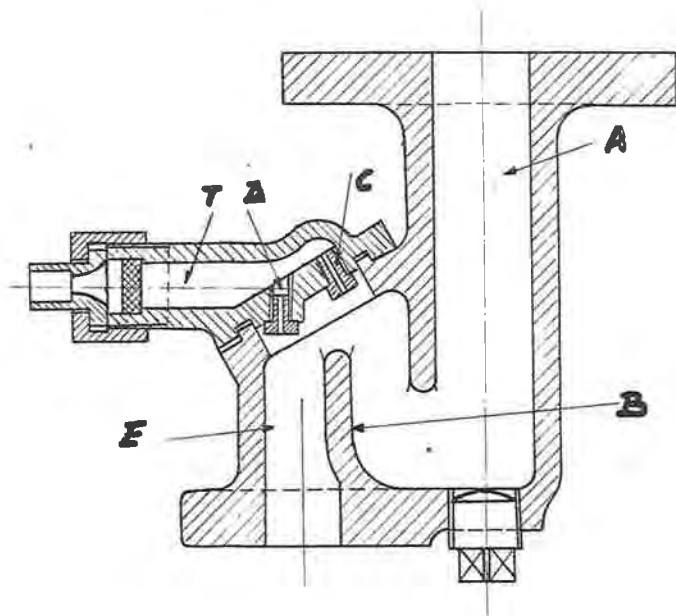


Fig. 61

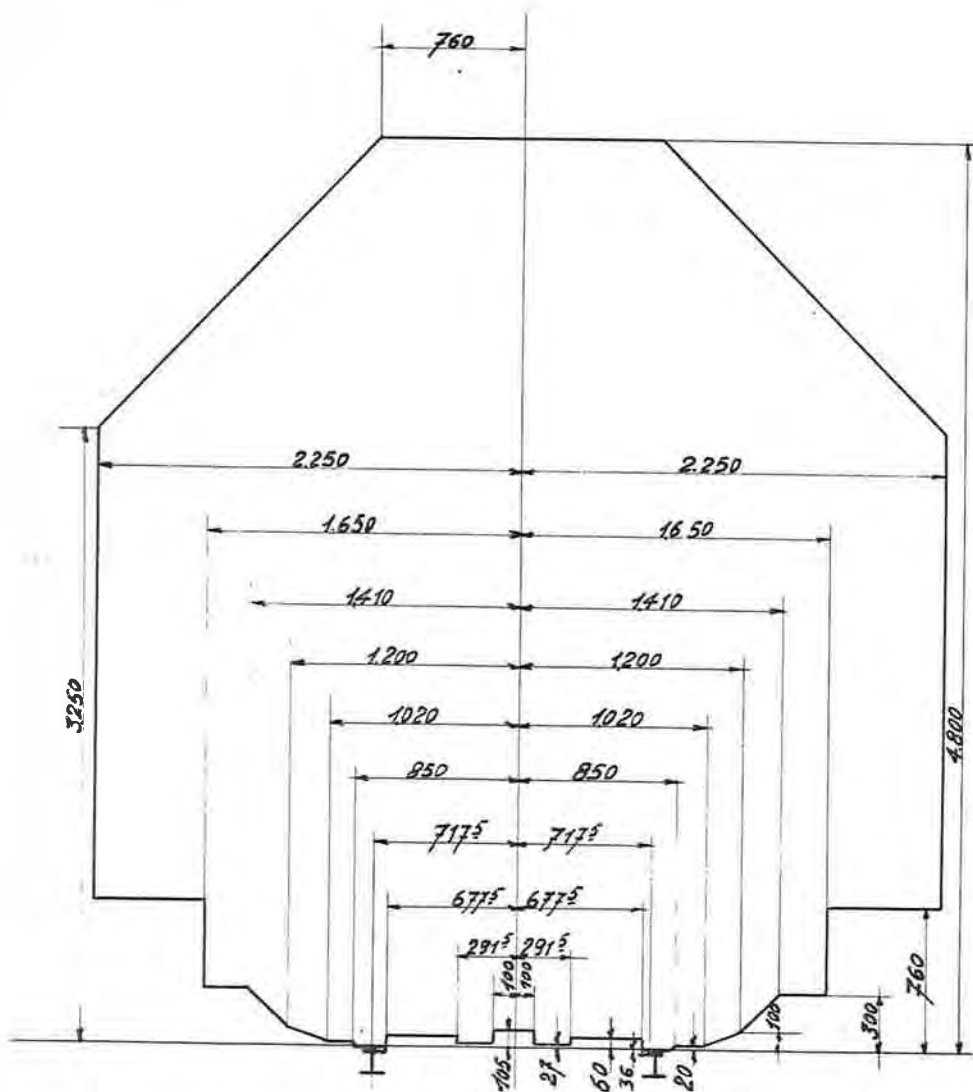


Fig. 62

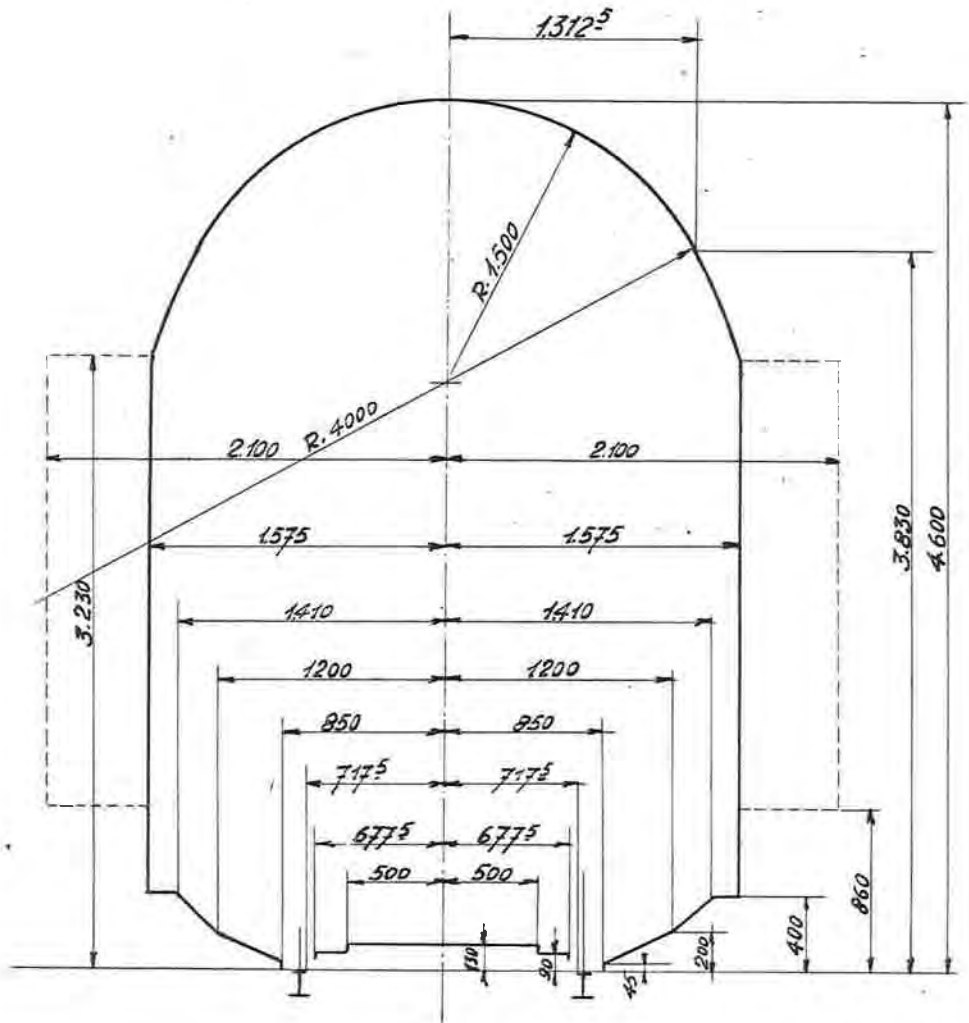


Fig. 63.

FASCICULE 8.

CHAPITRE IV.

Le Tender.

FIGURES

Décembre 1956.

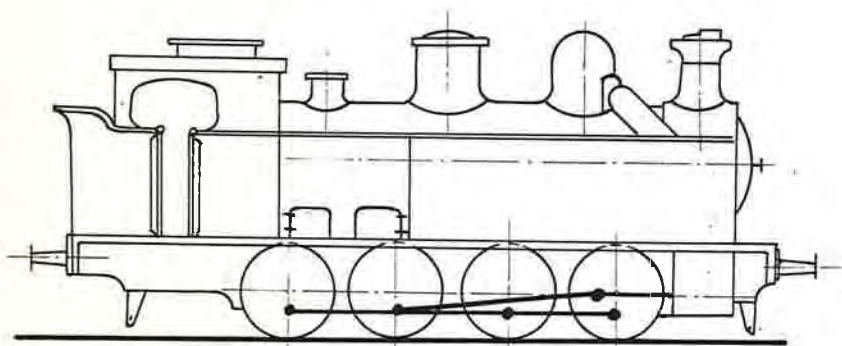


Fig. 3

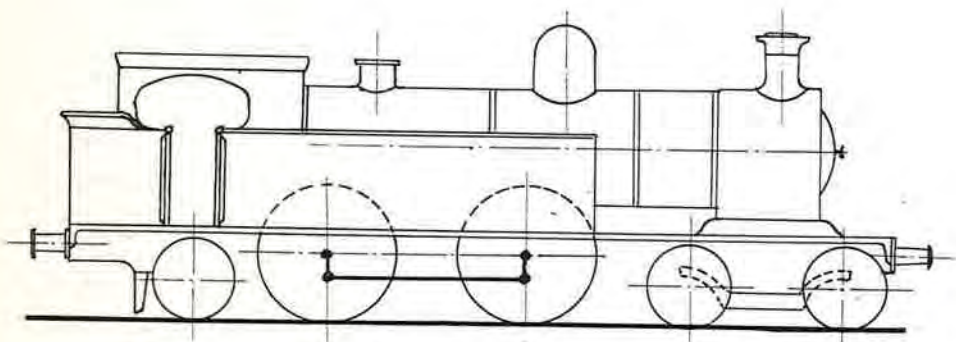


Fig. 4

FASCICULE 8.

CHAPITRE V.

Equipements de graissage.

FIGURES

Décembre 1956.

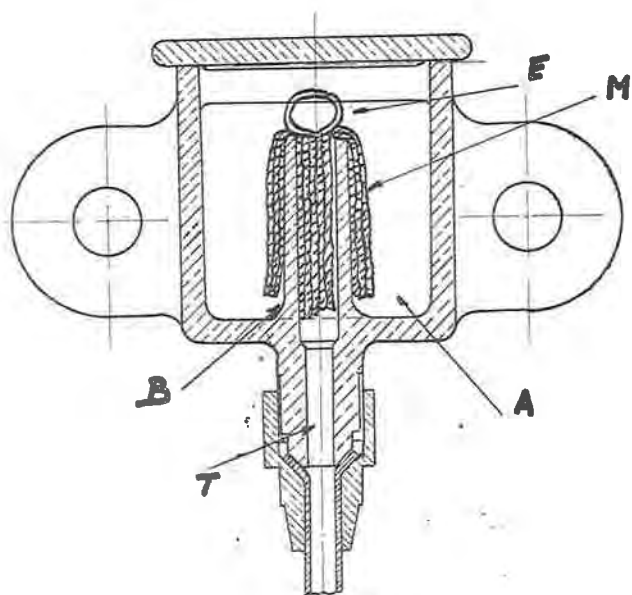


Fig. 3

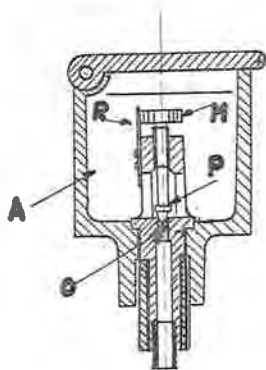


Fig. 4

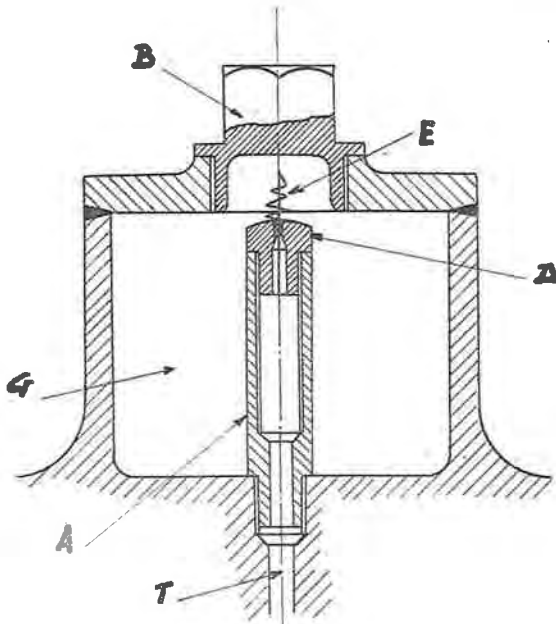


Fig. 5

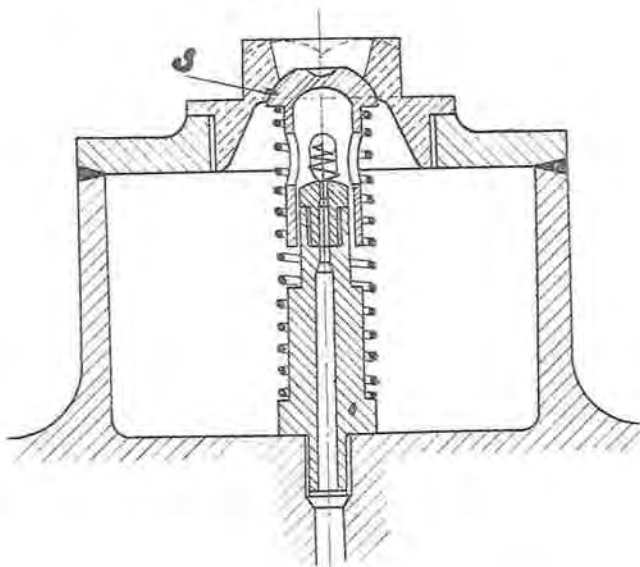


Fig. 6

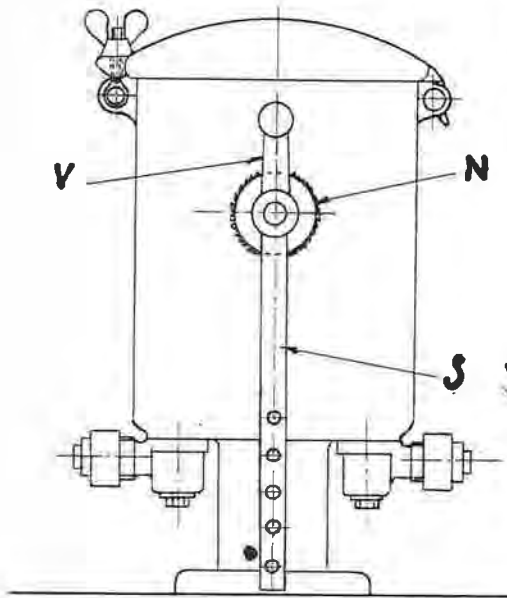


Fig. 7

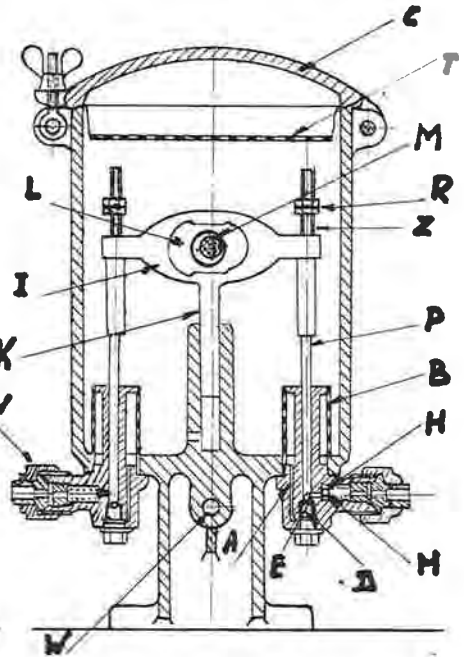


Fig. 8

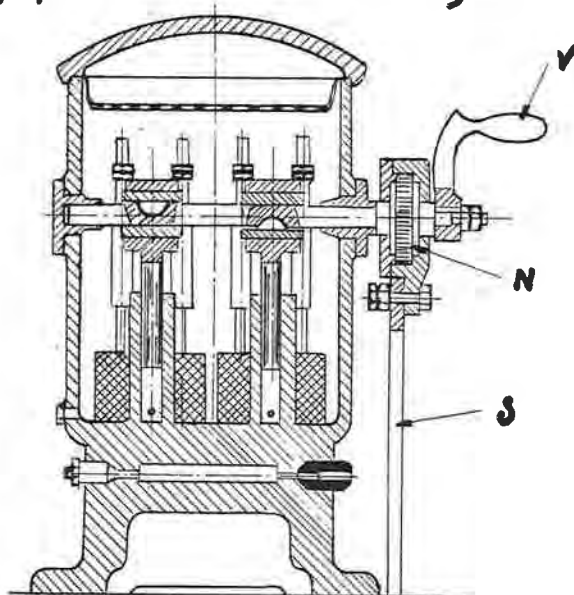


Fig. 9

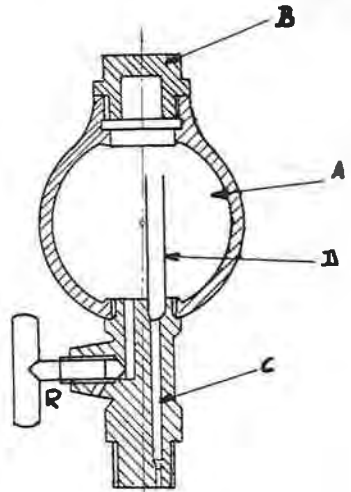


Fig. 10

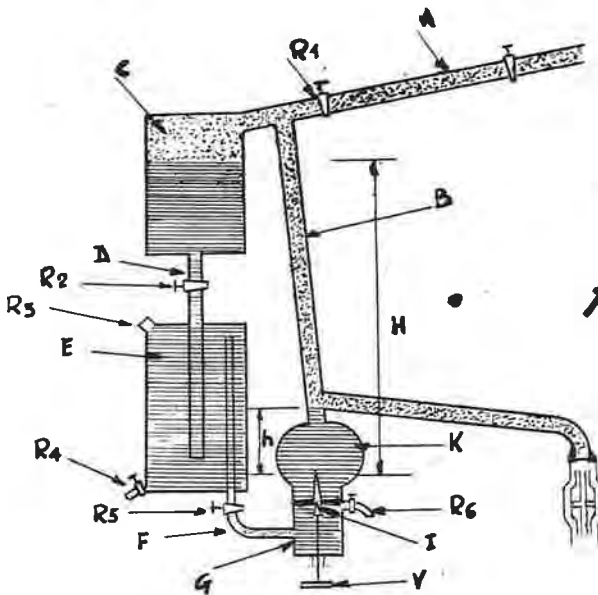


Fig. 11

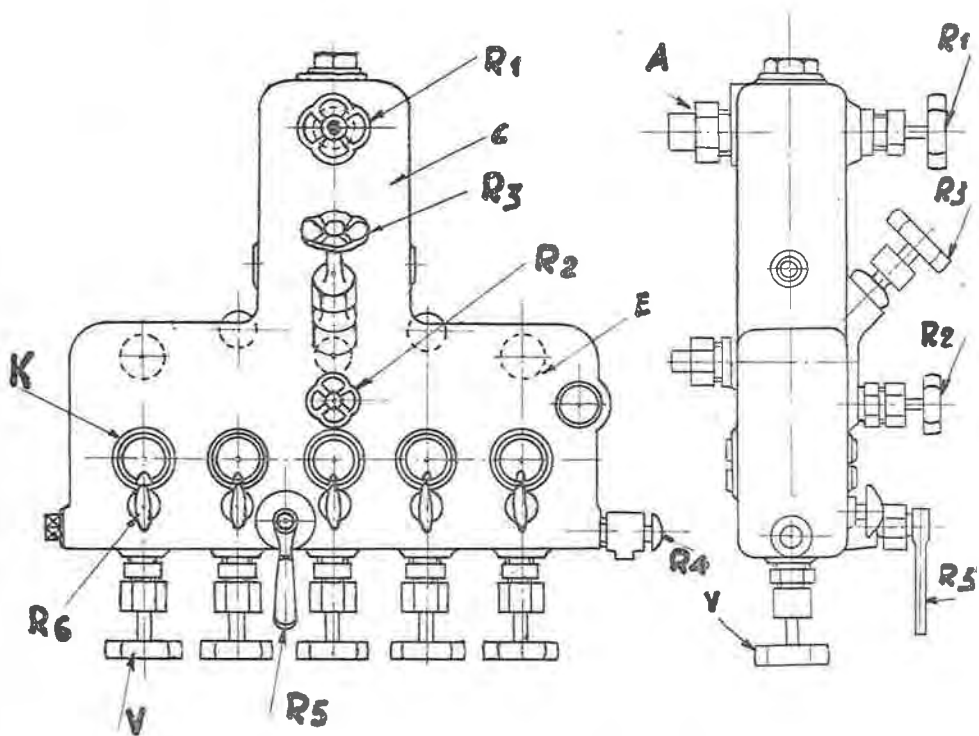


Fig. 12

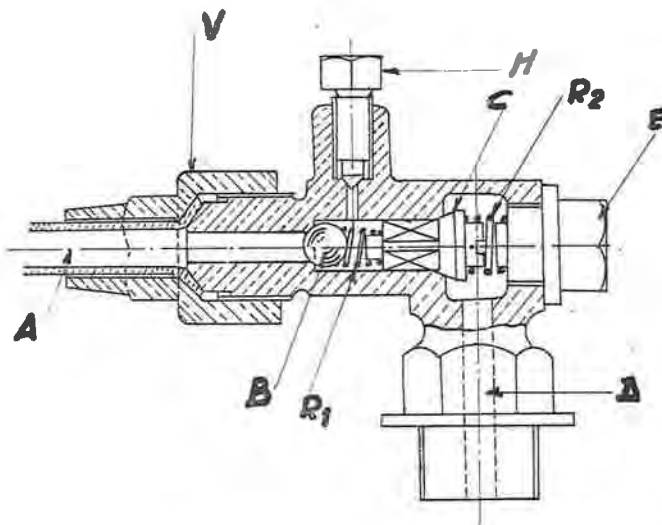


Fig. 13

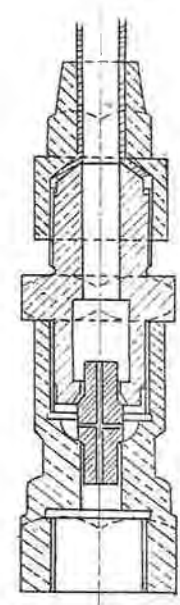


Fig. 14

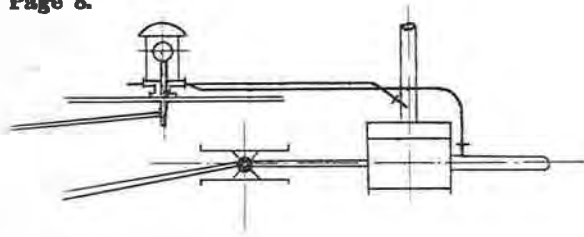


Fig. 15

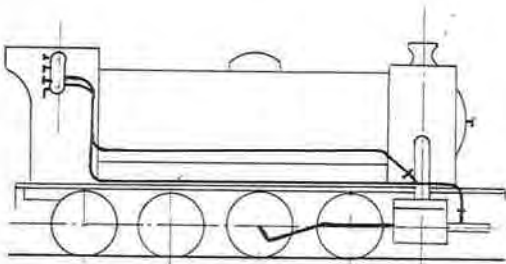


Fig. 16

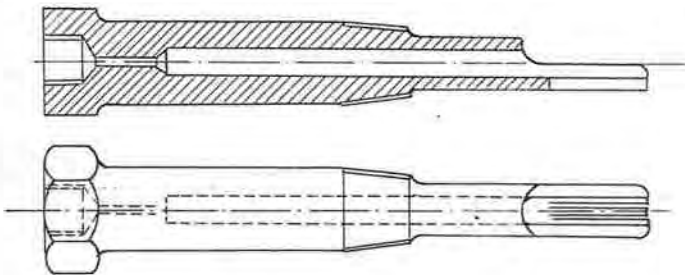


Fig. 17