

CHAPITRE IV

MACHINE MOTRICE

On appelle machines un ensemble d'organes servant à transformer l'action d'un agent moteur en travail industriel.

Classification des machines.

Les machines actuelles sont toutes à haute pression. On peut les classer sous cinq points de vue :

1° D'après la position des cylindres (verticales, horizontales, ou légèrement inclinées sur l'horizontale) ;

2° D'après le mode de transmission du mouvement du piston à l'arbre de couche (à bielle directe ou à bielle en retour);

3° D'après le mode d'action de la vapeur dans les cylindres (à cylindres indépendants pour certaines machines auxiliaires, Woolf à double expansion à points morts concordants, compound à double ou triple expansion à détente Woolf) ;

4° D'après le genre du propulseur (hélice ou roues à aubes);

5° Au point de vue de la condensation (avec ou sans condensation).

Machine démonstrative.

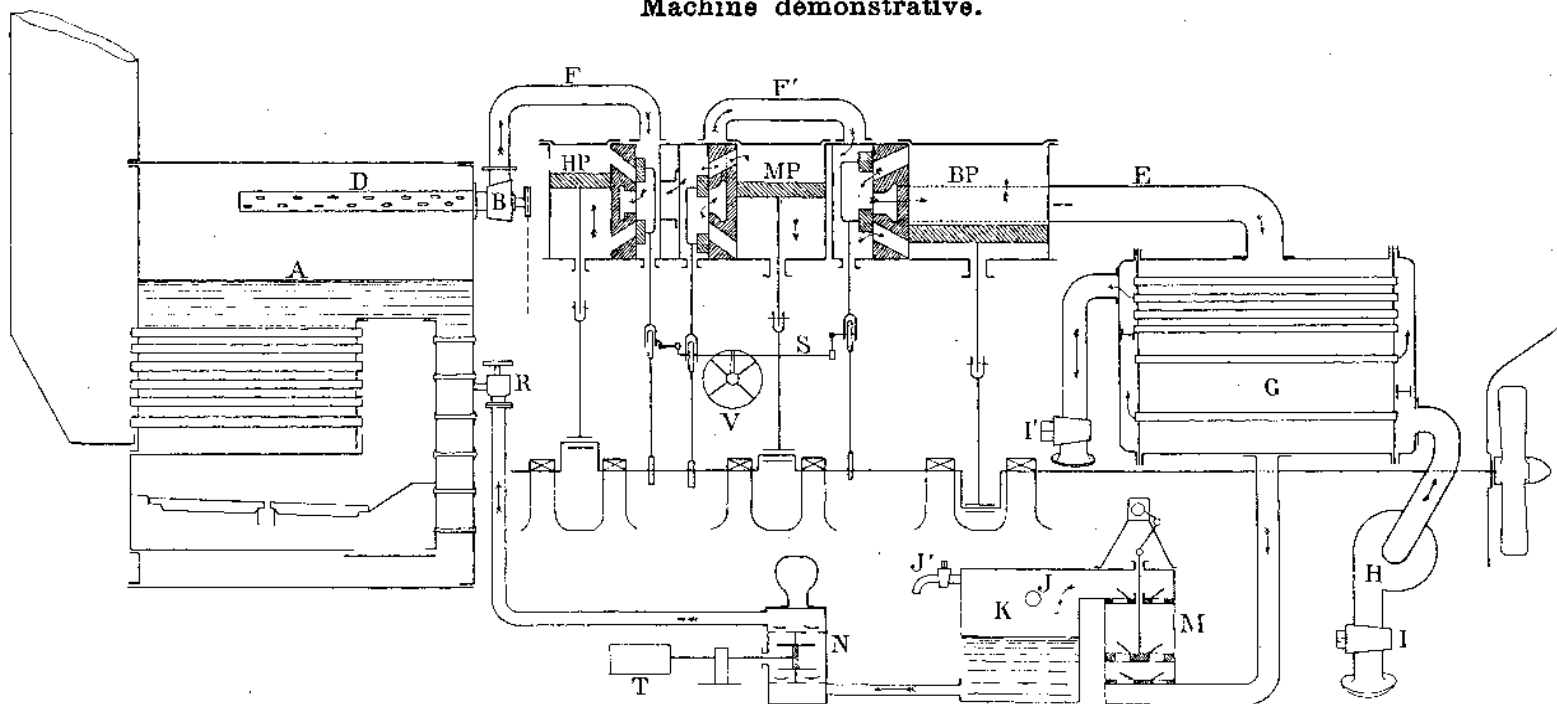


Fig. 86 bis.

DESCRIPTION DES MACHINES ET CHAUDIÈRES

A,	Chaudière produisant la vapeur.	H,	Turbine de circulation. L'eau fait trois circuits dans le condenseur.
B,	Soupape d'arrêt se manœuvrant du parquet au moyen d'une chaîne.	I, I',	Robinets de prise d'eau et de refoulement de la circulation.
D,	Tuyau crépine prenant la vapeur du haut de la chaudière et permettant de la séparer des particules liquides qu'elle entraîne avec elle.	M,	Pompe à air verticale et indépendante.
F,	Tuyau amenant la vapeur à la boîte à tiroir du cylindre HP. La vapeur est ensuite évacuée à la boîte à tiroir du cylindre MP et, de là, dans la boîte à tiroir du cylindre BP par le tuyau F'.	N,	Corps de la pompe alimentaire.
E,	Tuyau d'évacuation du cylindre BP au condenseur.	T,	Cylindre du moteur manœuvrant la pompe alimentaire.
G,	Condenseur par surface. La vapeur arrive par le haut, l'eau de circulation par le bas.	K, J, J',	Bâche, tuyau de décharge accidentelle et tuyau d'évacuation d'air.
		R,	Régulateur alimentaire.
		S,	Arbre de relevage pour le déplacement des secteurs lors du renversement de marche.
		V,	Volant de renversement de marche.

Légende de la figure 86 bis.

Machines Woolf, machines compound, machines à triple et quadruple expansion.

Dans les machines Woolf, la vapeur sortant du petit cylindre passe immédiatement dans le grand.

Il y a les machines Woolf à cylindres bout à bout attelés sur la même manivelle, et celles dont les manivelles sont à 180 degrés l'une de l'autre. Ces machines sont à points morts concordants.

Le principe de la machine compound dérive de celui de la machine Woolf. La vapeur est d'abord introduite dans un premier cylindre, et la détente se termine dans un deuxième cylindre.

Pour régulariser le mouvement et autant que possible l'ensemble du travail produit par deux manivelles à double effet, il convient de caler ces manivelles à angle droit.

La vapeur qui s'échappe du petit cylindre ne pouvant être immédiatement introduite dans le grand, il faut qu'il y ait entre les deux cylindres un réservoir intermédiaire qui emmagasine la vapeur et dans lequel le grand cylindre vient s'alimenter, comme le petit s'alimente à la chaudière.

Une machine à triple expansion est celle dans laquelle la vapeur se détend dans trois cylindres différents. Il peut se rencontrer qu'une machine à triple expansion ait quatre cylindres. Dans ce cas, le cylindre B. P. est dédoublé.

Enfin une machine est à quadruple expansion lorsque la vapeur produit quatre séries de détente dans des cylindres différents avant de se rendre au condenseur.

Plan de pose

Sur les navires sans *water-ballast* et sans double fond, le plan de pose est constitué par un carlingage qui fait partie de la charpente de la coque.

Sur les navires à double fond, le plan de pose est établi au-dessus du vaigre. Il est constitué par un quadrillage de tôles verticales placées longitudinalement (*lisses*) et transversalement (*varangues*), reliées entre elles et au vaigre par des cornières. La tôlerie du plan de pose est disposée pour correspondre avec les pattes d'attache des plaques de fondation.

Plaque de fondation.

La plaque de fondation sert de base à la machine et se fixe sur le carlingage du navire. Elle est quelquefois supprimée, les bâtis viennent directement s'appliquer sur les carlingues.

La plaque de fondation, qui était autrefois en fonte, est aujourd'hui en acier moulé pour être plus légère. Elle forme un ensemble rigide et indéformable.

Elle se compose généralement de plusieurs tronçons assemblés

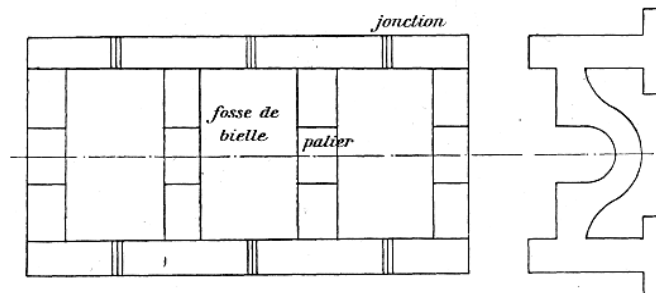


Fig. 87. — Plaque de fondation.

par des boulons ; elle forme un châssis (fig. 87) comprenant l'emplacement des paliers et les cages de manivelles.

La plaque est boulonnée sur un plan de pose.

On emploie deux méthodes dans le montage de la plaque de fondation

- 1° Le montage sur cans ;
- 2° Le montage sur cales.

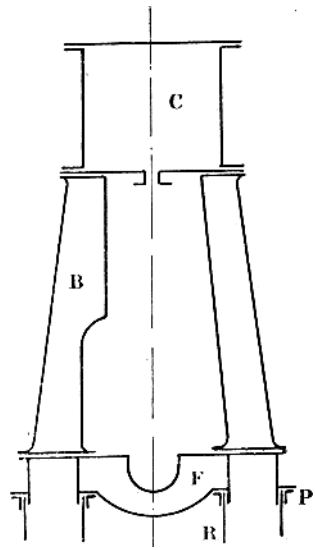


Fig. 88. — Cylindre avec bâtis, plaque de fondation, plan de pose

- G, Cylindre.
- B, Bâti.
- F, Plaque de fondation.
- P, Plan de pose.
- R, Carlingage.

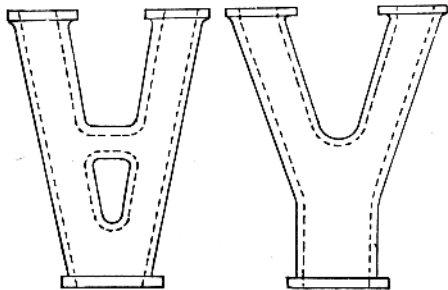


Fig. 89. — Bâtis en colonnes.

Cylindre à vapeur.

Dans la marine de commerce, on n'emploie guère que des machines verticales.

Nous appellerons HV, ou haut vapeur, le côté du cylindre par où sort la tige du piston, et BV, le côté opposé, côté du plateau.

Les cylindres sont généralement en fonte. Ils portent, venues de fonte avec eux, leurs boîtes à tiroirs, quand ces dernières, sont cylindriques. Les boîtes des tiroirs-plans sont, au contraire, rapportées et boulonnées sur les cylindres.

Tout l'extérieur du bloc des cylindres et boîtes à tiroir est garni de feutre ou d'amiante, le tout recouvert de bois, pour combattre le rayonnement de la chaleur.

Les cylindres HP sont généralement en acier moulé. Les autres, étant données leurs dimensions, sont en fonte.

On laisse, en haut et en bas du cylindre, une certaine liberté au piston, appelée espace neutre. Cet espace pare aux déplacements de la position moyenne du piston dans le cylindre, dus à l'usure des articulations et aussi pour permettre à l'eau entraînée par la vapeur, de se loger en attendant d'être évacuée.

Chemises, enveloppes de vapeur.

Les chemises rapportées ont un double rôle : elles forment les parois des enveloppes de vapeur et permettent d'obtenir de beaux frottements, parce que ces chemises sont généralement en fonte et que le frottement sur fonte est excellent.

Pour former l'enveloppe de vapeur, la chemise est écartée de 25^{mm} environ de la paroi du cylindre (fig. 90).

Un portage se fait en G à mi-hauteur sur de petites nervures. Le joint du fond est fixe ; il se fait au minium, au moyen de vis ou boulons.

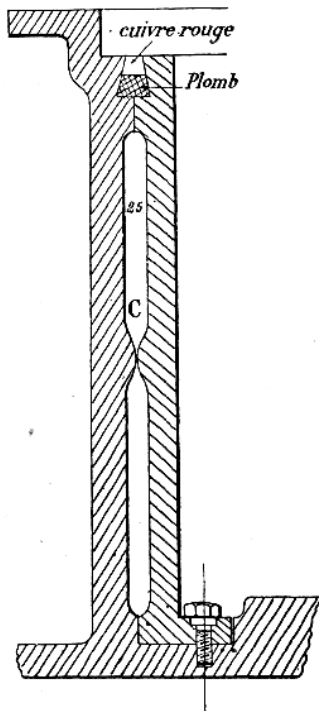


Fig. 90.

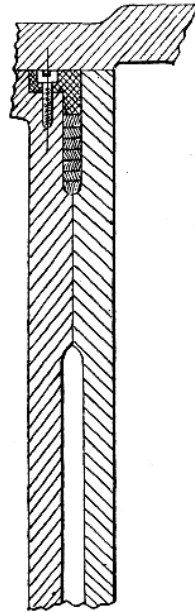


Fig. 91.

Joint à presse-étoupes (fig. 91). — La matière obstruante est l'amiante; le presse-étoupes est tenu par des prisonniers et de plus appuyé par le plateau du cylindre.

On emploie souvent un joint fixe obtenu en refoulant un anneau de plomb maintenu par une bague de cuivre rouge dans une entaille à queue d'aronde (fig. 90). Au lieu de plomb et de cuivre, on y mate souvent un fil d'acier.

But et utilité des enveloppes de vapeur.

On a beaucoup discuté sur l'utilité des enveloppes de vapeur, et, après quelques essais, on tend à les supprimer dans la marine marchande, par suite de l'emploi des pressions plus élevées, de l'allure plus rapide des machines, renouvelant plus souvent les cylindrées de vapeur, et par suite diminuant plus sensiblement les refroidissements dans les cylindres.

On a reconnu, en effet, que le bénéfice assez faible de l'emploi des enveloppes ne compense pas la complication d'installation et les dangers de fuites qui en résultent.

Dans la marine militaire, au contraire, le régime d'escadre, à allure réduite, nécessite plutôt l'emploi des enveloppes, afin de maintenir toujours les cylindres très chauds et permettre un changement brusque d'allure, sans crainte des condensations et des claquements dans les cylindres.

Piston à vapeur

Le piston à vapeur est un disque métallique se composant de plusieurs parties : 1° la carcasse, 2° la couronne, 3° les garnitures, 4° les accessoires.

La carcasse est percée d'un trou laissant passage à une tige, et tout autour sont ménagés des trous plus petits pour le passage des vis de la couronne.

Chaque compartiment formé par des nervures comporte un trou de sable fermé par un bouchon en bronze fileté et rivé à l'extérieur.

La carcasse est entourée par une ou plusieurs garnitures métalliques en fonte douce; ces garnitures sont coupées de façon que la section ne se trouve pas en face des orifices.

¹ Dans la marine militaire, où l'on est tenu par la hauteur, afin de mettre les machines principales sous le pont blindé, on a donné la forme conique à tous les pistons, afin de permettre de relever la boîte à étoupes du cylindre, de réduire la hauteur de la machine et d'augmenter la longueur de la bielle. — Tous les pistons sont en acier moulé ou forgé, d'une seule épaisseur.

Piston pour machine à triple expansion.

Le corps du piston a la forme d'une lentille à l'extérieur (fig.92) ; il est creux et consolidé à l'intérieur par des nervures N évidées. Comme pour la coulée on s'est servi de noyaux de sable, il a fallu, pour les retirer, percer des trous *a, a, a*, bouchés ensuite par des goujons fortement matés.

Le dessus du piston comporte un rebord sur lequel vient reposer la couronne B ; des cavités sont ménagées pour mettre les dés D, servant d'écrous aux vis de la couronne.

La tige du piston T est munie d'une embase A qui pénètre dans une cavité ménagée à la partie inférieure du piston et supporte celui-ci. La tige se termine par une partie filetée, et, pour les cylindres de grands diamètres, par une contre-tige. Souvent l'écrou de serrage H porte une embase E ; l'écrou est fortement serré et claveté.

Le piston porte sur son pourtour une lèvre *mn* destinée à supporter les garnitures, de sorte que ces dernières sont comprises dans un logement entre la lèvre et la couronne.

On monte d'abord la bague 1. Les bagues sont coniques à l'intérieur et munies d'une excroissance de métal qui repose sur la lèvre du piston; la coupure des bagues est inclinée. On monte la seconde bague ressort 2, qui sert de coin et appuie les deux garnitures ; elle est conique extérieurement sur deux faces. De chaque côté de la coupure de cette bague se trouvent deux petits talons *t, t*, percés de trous ; dans Fun vient se visser un axe ; sur cet axe est emmanché un ressort R, qui repose d'un côté sur un des talons, et de l'autre sur un écrou muni de son contre-écrou : de cette manière, le ressort tend toujours à écarter les extrémités de la bague 2; celle-ci, formant coin, applique les bagues 1 et 3 contre les parois du cylindre. Puis on monte la bague 3 de manière que la coupure ne coïncide pas avec celle de la bague 1; on pose ensuite la couronne B, et on serre les vis S jusqu'à refus. Pour s'assurer du serrage du piston, on le laisse descendre dans le cylindre en mollissant le palan qui le soutient (le pied de bielle

est desserré) : s'il descend doucement, sans trop frotter, c'est que

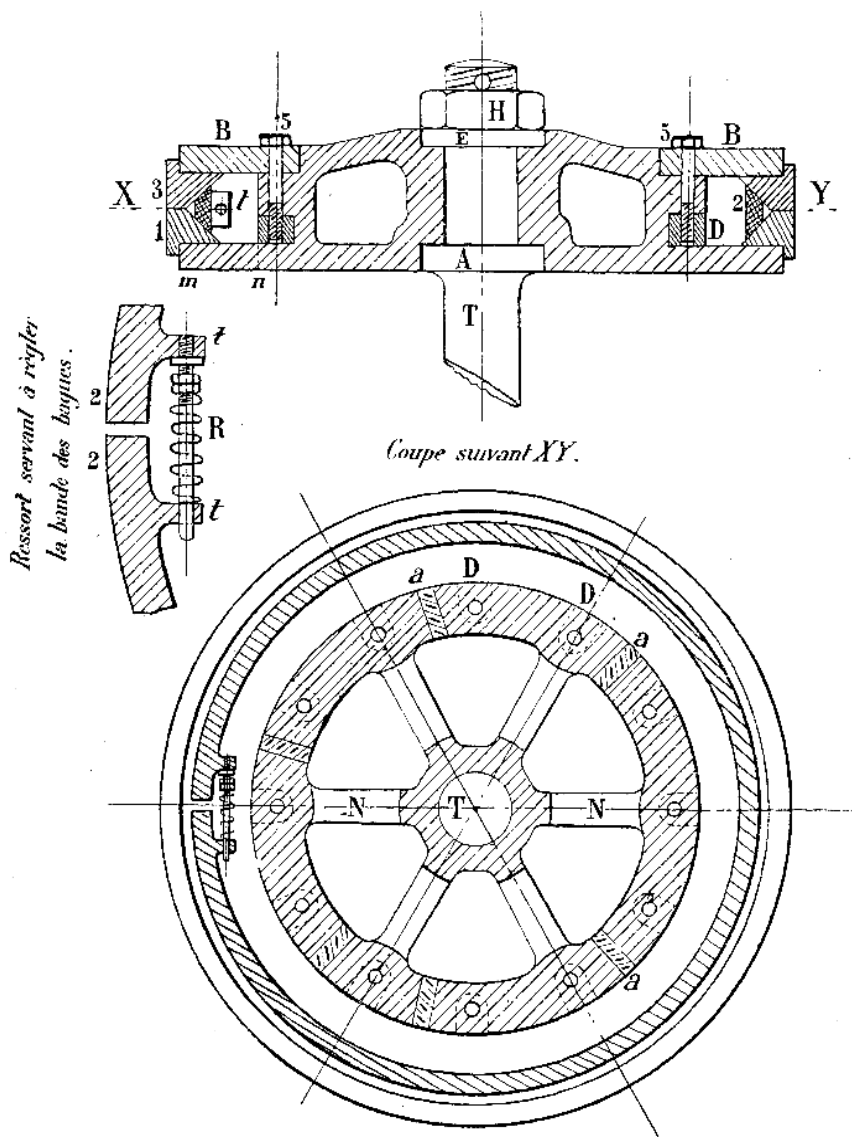


Fig. 92.

le serrage est bon; s'il descend trop vite, c'est qu'il n'est pas assez serré; s'il ne descend pas du tout, il faut le desserrer.

On remarque qu'avec ce système de bagues, les fuites de vapeur sont impossibles; car le coin, très bien ajusté sur les bagues, les presse en même temps contre le cylindre, la couronne et la lèvre.

Remarquons également que les trous de sable *a, a*, au lieu d'être sur le dessus du piston, se trouvent par côté, ce qui présente moins de chance de fuites.

Piston Buckley.

La carcasse du piston Buckley ne diffère pas du précédent ; le ressort est enfermé entre deux garnitures semblables, mais renversées (fig. 93).

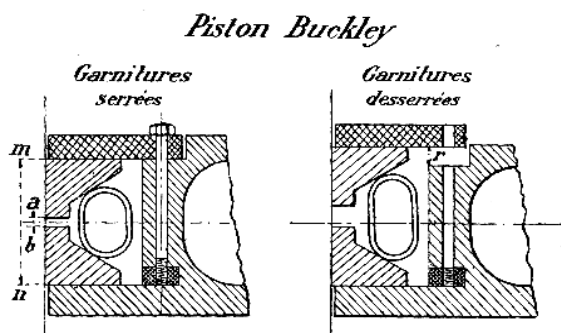


Fig. 93.

L'espace compris entre la souche du piston et la couronne, soit *mn*, doit être, dans tous les cas, plus grand que la profondeur des bagues, pour permettre à celles-ci de se mouvoir facilement sous l'action du ressort : c'est-à-dire que la couronne étant serrée à bloc par ses vis, l'espace libre *ab* entre les deux bagues doit être de 1^{mm} environ.

Lors de la construction, tous les ressorts sont ajustés exactement et essayés au moyen de machines, afin de donner une pression verticale et latérale suffisante; et, comme ils conservent leur élasticité pendant un temps indéfini, on doit avoir soin de ne pas ajouter une plus grande longueur au ressort que celle qui compensera l'usure ordinaire sur les bagues.

Par exemple, si l'ouverture aux coupes est de 6^{mm},5, plus

grande que lorsque les bagues ont été mises en place toutes neuves, on peut ajouter 6^{mm},5 de rondelles à la longueur du ressort, et ainsi de suite jusqu'à ce que les bagues soient usées. Un serrage trop énergique use les bagues et augmente la consommation de charbon.

Il ne faut pas, dans aucun cas, que les bagues travaillent dans la partie conique du cylindre et sur les bords des orifices d'introduction, parce que, dans ce cas, la pression de la vapeur sur l'intérieur des bagues neutraliserait l'action du ressort ; ce qui, dans beaucoup de cas, casse les bagues et produit des claquements aux bouts de course.

Quantités dont il faut resserrer les ressorts :

Machine	}	Piston H. P.	Diamètre	1 ^m ,040.	Levée des bagues	2 ^{mm} ,5.
triple expansion.		— M. P.	—	1 ^m ,540.	—	3 ^{mm} .
		— B. P.	—	2 ^m ,540.	—	4 ^{mm} .

Procédés pratiques pour le serrage. — 1° On monte la bague inférieure, le ressort, la bague supérieure, puis on serre la couronne à bloc au moyen de quatre ou six vis sur tout le pourtour. On mesure au moyen d'un pied à coulisse, par le trou d'une vis de couronne, la hauteur du dessus de celle-ci au fond de l'écrou. En desserrant les vis de la couronne, la bande du ressort fera monter la couronne, et, au besoin, on frappera de petits coups de maillet sur celle-ci pour lui faire prendre sa position; on reprendra la nouvelle hauteur du dessus de la couronne au fond de l'écrou, et la différence de ces deux quantités, ou *r*, donne la levée des bagues ou le serrage existant. Selon le piston sur lequel on agit, on juge si le serrage est convenable; sinon il faut ajouter ou retrancher des rondelles au ressort.

Dans le deuxième procédé, monter encore le ressort et les bagues, en disposant tout autour du piston et sous la couronne trois ou quatre morceaux de mastic, destinés à prendre l'empreinte du jeu que donne le serrage du ressort. On tape doucement sur la couronne, pour qu'elle rentre carrément dans son encastrement. On démonte, et l'épaisseur des témoins indique le serrage existant : vérifier si ce jeu est conforme, sinon le rectifier comme précédemment.

Épreuves des cylindres.

Généralement, les cylindres sont éprouvés avant leur mise à bord de la façon suivante :

HP au double du timbre,
MP }
BP } au double de leur pression propre.

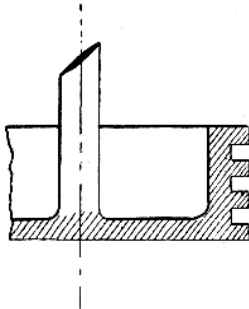
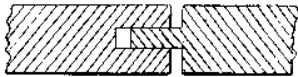
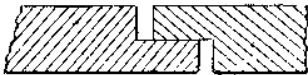


Fig. 94.

Piston suédois.

Le piston suédois sert pour les petites machines; il est en acier ou en fer forgé. La carcasse est percée et découpée de cannelures dans lesquelles se placent des bagues en bronze ou en acier. La vapeur passe librement dans la coupe de chaque bague ; mais elle se détend avant d'arriver à la suivante et ne traverse pas les trois garnitures pendant une course.

Manière de couper les bagues



Bague et couvre joint libre



Fig. 95.

Bagues, ressorts, couvre joints.

On emploie des bagues en fonte, en acier ou en bronze de haute résistance.

Le frottement de fonte sur fonte donne de bons résultats. Pour les pistons de petites dimensions, on emploie des bagues en acier, celles en fonte étant trop cassantes.

Les bagues sont coupées de différentes manières, comme le montrent les figures 95.

Les ressorts servent à appuyer les bagues sur le cylindre. Ils sont de différentes formes. Aux ressorts elliptiques (fig. 96) on donne la bande voulue au moyen d'un écrou serrant sur un goujon fixé sur la souche du piston ; un contre-écrou fixe ensuite le ressort.

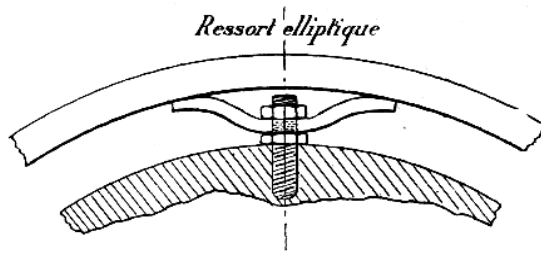


Fig. 96.

Les couvre-joints sont en bronze (fig. 97). Ils sont tenus d'un côté par des vis, et de l'autre ils sont libres de suivre le mouvement d'ouverture et de fermeture de la bague.

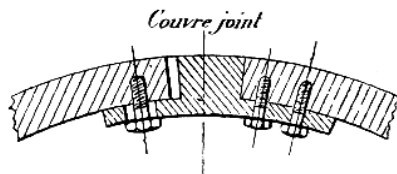


Fig. 97.

Serrage des garnitures. — Sur les machines marines, les garnitures sont serrées à raison de $0^{\text{kg}},200$ à $0^{\text{kg}},400$ par centimètre carré suivant les cylindres.

Dans les garnitures, on considère d'abord la bande naturelle qui est l'effort par lequel elles appuient sur les parois du cylindre, et la bande produite par les ressorts. Supposons la bande naturelle assez faible pour ne pas en tenir compte.

Pour donner aux garnitures la bande voulue, on opère comme suit :

On calcule la surface de pression de la bague $?Dh$; D = diamètre cylindre, h = hauteur bague. Supposons que

$$?Dh = 4000^{\text{cm}^2}$$

à raison $0^{\text{kg}},200$ par centimètre carré.

$$0^{\text{kg}},200 \times 4000 = 800^{\text{kg}} \text{ bande totale à donner.}$$

Si le piston porte huit ressorts elliptiques sur son pourtour, chaque ressort devra supporter : $\frac{800}{8} = 100^{\text{kg}}$.

8

On détermine la bande de chaque ressort en appliquant leurs extrémités sur un marbre, en les chargeant de poids jusqu'à ce que leur flexion corresponde à la part qu'ils doivent fournir, ici 100^{kg} . On note exactement la flexion de chaque ressort, et on remonte le tout au même serrage. Il est préférable de ne pas trop serrer la première fois, quitte à redonner un peu de bande au bout de quelque temps de marche; on évite ainsi l'usure des garnitures et les grippures produites par les échauffements.

Généralement, on charge les garnitures comme suit :

HP à $0^{\text{kg}},200$ par cm^2 .
 MP à $0^{\text{kg}},300$ —
 BP à $0^{\text{kg}},400$

Bandage des ressorts par cm^2 , le Creusot $\left\{ \begin{array}{l} \text{HP } 0^{\text{kg}},220 \\ \text{BP } 0^{\text{kg}},250 \end{array} \right.$

Frein de couronne. — Le frein consiste en une rondelle en tôle qui vient s'appliquer sur la couronne en emboîtant les têtes des vis de celle-ci. Le frein s'encastre en outre sur des goujons carrés vissés dans la souche du piston et goupillés. Quelquefois chaque vis de couronne a son frein.

Presse-étoupes. — Différents genres.

Le presse-étoupes, en général, sert à assurer l'étanchéité du passage d'une tige à travers la cloison d'un récipient contenant de la vapeur ou de l'eau. Au passage de la tige de piston est ménagé un vide concentrique formant boîte à étoupes. Au fond de cet évidement se place un grain ou dé en bronze, en une ou deux parties, sur lequel viennent se loger des tresses (fig. 98). Ces tresses sont pressées au moyen d'un chapeau qui ne doit pas toucher la tige. Le grain et le chapeau sont coupés en biseau pour mieux appuyer les tresses contre la tige.

Quelques presse-étoupes ont une disposition permettant de serrer le chapeau d'une façon très régulière. Pour cela, on ajuste une roue dentée A, folle, sous le chapeau, maintenue au moyen d'une rondelle et de vis. Les écrous des goujons sont dentés extérieurement et engrenent avec la roue folle (fig. 99).

Quand on serre un des

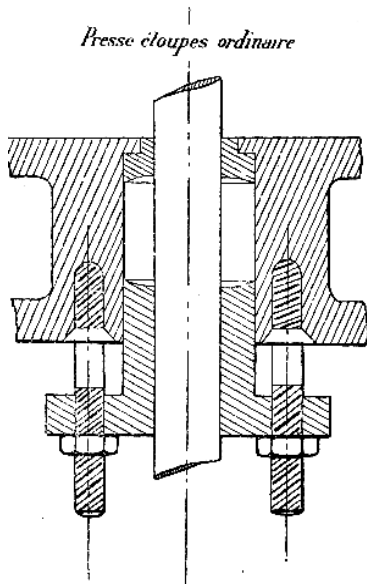


Fig. 98.

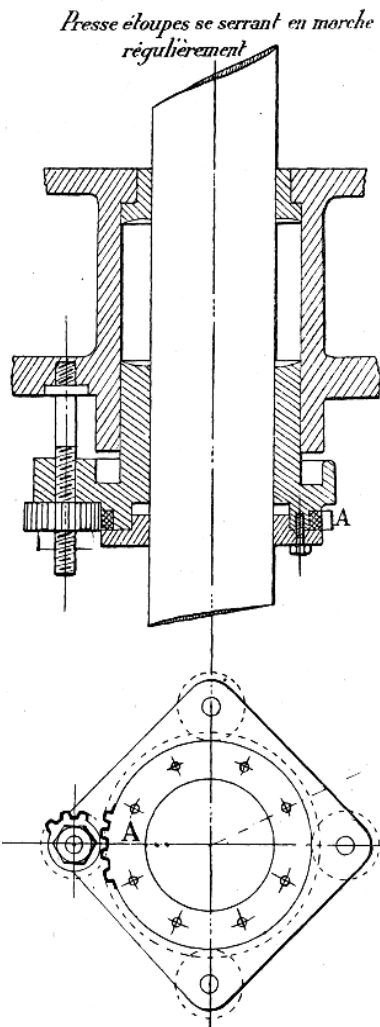


Fig. 99.

écrous, la roue folle transmet le mouvement aux autres, et le chapeau presse carrément.

Les garnitures des presse-étoupes sont très variées ; on emploie : le chanvre, le coton, le caoutchouc, l'amiante, le bronze, l'antifric-tion et différents alliages.

Assemblage des pistons avec leurs tiges.

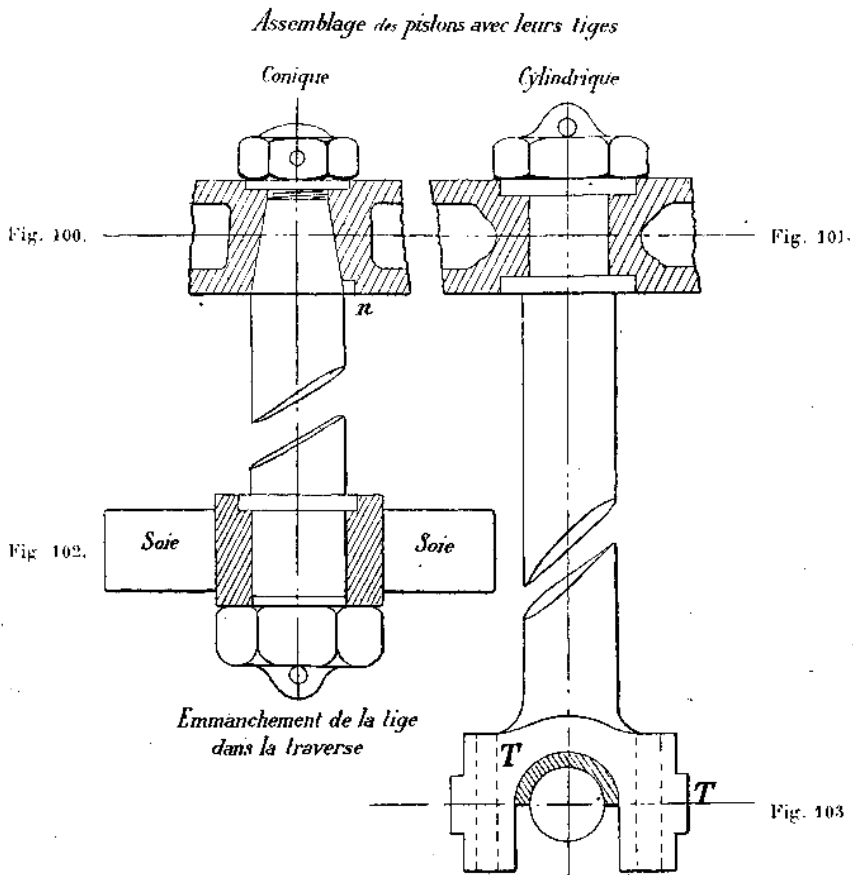
Emmanchement conique (fig. 100). — C'est le plus employé et le plus facile à démonter. L'extrémité de la tige tournée en trône de cône est serrée dans un logement de même forme pratiqué dans le piston. Une goupille forme frein. Un ergot n empêche la tige de tourner. Souvent cet ergot n'existe pas. Cette disposition offre une grande étanchéité. Le démontage est facile; mais ce cône a peut-être l'inconvénient d'avoir une tendance à fendre le piston, surtout quand il est lourd.

Emmanchement cylindrique. — Avec la figure 101, il est facile de rectifier une erreur dans les dimensions de la tige ; mais Fécrou à encastrement offre beaucoup de difficultés pour le démontage.

Ce système fatigue moins le piston et l'assujettit mieux sur sa tige.

Emmanchement de la tige dans la traverse. — L'extrémité extérieure de la tige se fixe à une traverse ; ce mode est très répandu et est nécessaire chaque fois qu'on emploie une bielle à fourche : dans ce cas, la tige se termine comme l'indique la figure 102.

Quelquefois la tige est terminée par un T et comporte un palier qui reçoit l'articulation du pied de bielle. Les patins de glissières se fixent sur les côtés de ce T (fig. 103).



Soupapes de sûreté
des fonds et couvercles de cylindres.

Les soupapes de sûreté des fonds et couvercles de cylindres sont en bronze; le siège est rapporté et également en bronze.

Soupape de sûreté ressort à filets carrés.

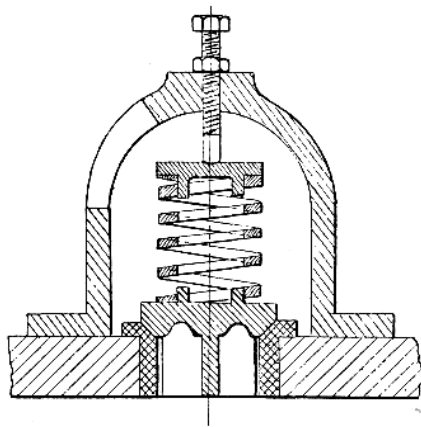


Fig. 104.

Les ressorts sont à lames ou à filets carrés ; la cloche qui les recouvre est en fonte ou en acier.

Les ressorts sont serrés au moyen de vis de pression avec contre-écrous.

Déterminer la tension à donner aux ressorts.

Calculons d'abord la surface en centimètres carrés du petit diamètre de la soupape ou $\frac{\pi D^2}{4}$. Si la pression est p , l'effort qui tendra

à soulager la soupape sera : $\frac{\pi D^2}{4} p = 200^{\text{kg}}$, par exemple.

4

On enfle tous les ressorts sur une tige ; à l'autre extrémité, on suspend l'effort, ici 200^{kg} (fig. 105). Faire un trait sur la tige à

Soupape de sûreté à ressorts elliptiques.

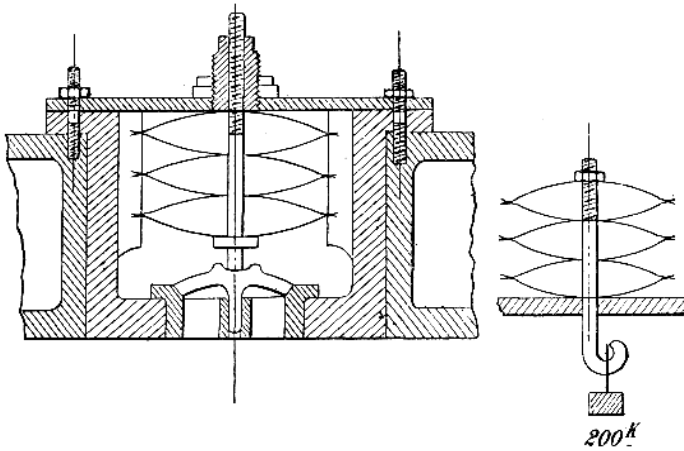


Fig. 105.

l'affleurement des ressorts avant et après avoir suspendu les poids représentant l'effort : la distance des deux traits donne la quantité dont il faudra serrer le ressort. On ajoute 4 ou 5^{kg} de plus que la charge totale.

Il est prudent de ne jamais faire supporter aux cylindres des pressions supérieures à la pression de régime.

Les cylindres et boîtes à tiroirs sont soumis, avant leur montage à bord, à un essai à froid supérieur à la pression de service.

Bielles.

La bielle à fourche (fig. 106), la plus employée, est articulée à ses deux extrémités ; elle relie la traverse du piston à la soie de la manivelle. La fourche, dite pied de bielle, affecte tantôt la forme de la figure 107, et tantôt celle de la figure 108, selon la disposition de la traverse.

La bielle se compose d'un corps A en acier, creusé afin d'en diminuer le poids; sa section est plus grande près de la tête.

La tête de bielle porte une cavité dans laquelle se loge un demi-coussinet en bronze antifricionné, le tout reposant sur la soie de manivelle ; un autre demi-coussinet embrasse la soie par-dessous, et le tout est serré au moyen d'un chapeau et de deux boulons, dont l'embase inférieure porte un ergot s'encastant dans le chapeau et empêchant les boulons de tourner pendant le serrage.

Les écrous portent une embase cannelée pour recevoir une vis-frein p ; ils sont de plus maintenus par des clavettes ouvertes.

La disposition pour le serrage du pied de bielle est identique.

Bielle à chape. — La bielle à chape (fig. 109) n'est employée que pour les petits mouvements.

Traverses de machines à pilon.

Patins de glissières.

La partie extérieure de la tige de piston se termine de différentes manières :

Quelquefois par un talon A (fig. 110), qui s'ajuste à deux patins BB antifricionnés au portage sur les glissières.

La traverse de la tige et les patins sont reliés au moyen de vis VV et clavetés transversalement. Dans ce cas, le pied de bielle a la forme de la figure 108.

Dans certaines machines, surtout de petites dimensions et à grande vitesse, et celles qui sont montées d'un côté sur colonnes, on emploie une glissière pour marche AV et une contre-glissière pour marche AR (fig. 111).

L'usure des glissières se fait surtout au milieu de leur longueur. — Souvent on ménage entre la glissière et le bâti une circulation d'eau,

Fig. 108.

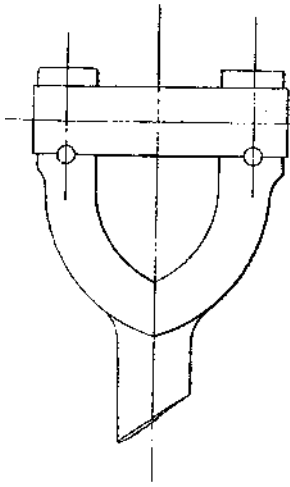


Fig. 106.

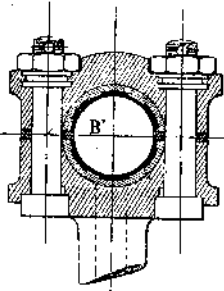


Fig. 107.

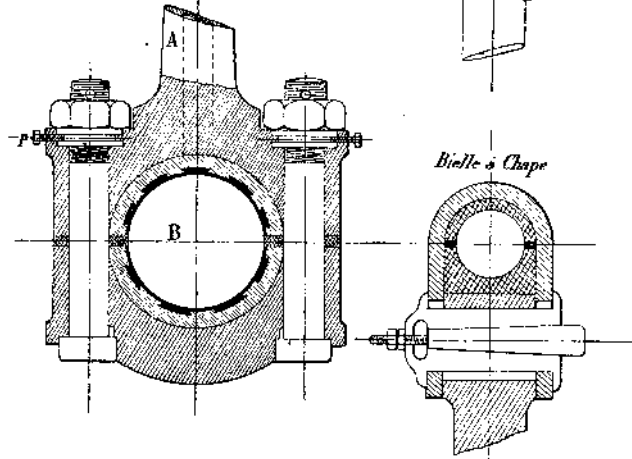
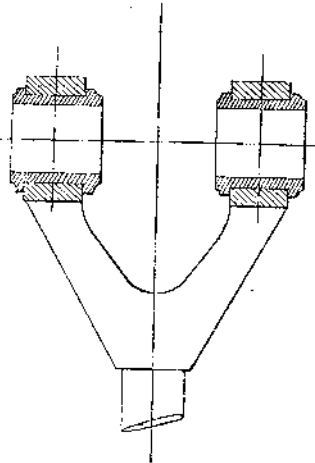


Fig. 109.

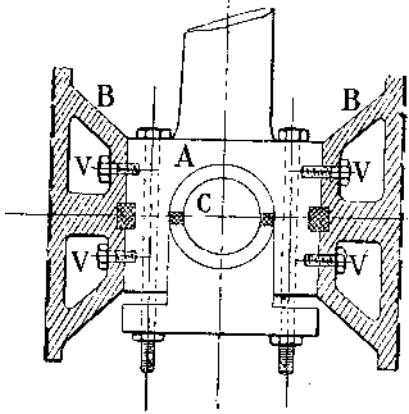


Fig. 110.

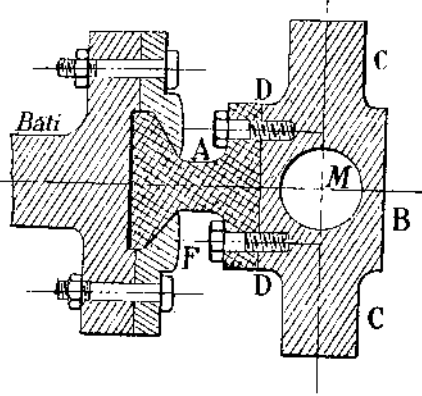


Fig. 111.

Le patin A est dressé et antifrictionné sur ses deux faces et relié a une traverse B au moyen de vis; dans cette traverse en M s'emmanche la tige de piston qui porte une embase. Le pied de bielle est à fourche, comme l'indique la figure 107.

Le jeu de glissière se reprend en réantifrictionnant le patin ou en interposant des cales en DD, et en rapprochant la contre-glissière F pour la marche AR.

Coussinets.

Les coussinets des grandes machines sont en acier antifrictionné, ils sont à peu près indéformables.

Il importe beaucoup que le portage, sur les coussinets, se fasse toujours dans le fond et jamais près de la coupe, parce que le coussinet, étant flexible, pourrait pincer l'arbre ou le tourillon et donner lieu à des échauffements.

La cavité P, P (fig. 112), appelée dépinçage, ne va pas jusqu'au bout du coussinet et constitue un réservoir d'huile.

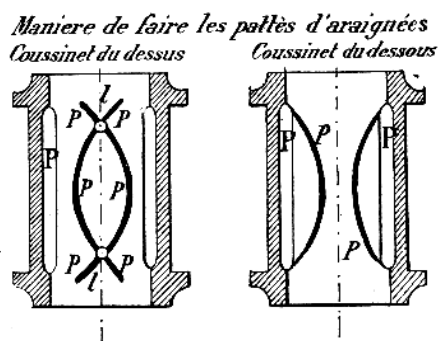


Fig. 112.

P, P, Dépinçage ou aléage. — l, l, Arrivée d'huile. — p, p, Pattes d'araignées.

Serrage et jeux. — Un coussinet de bielle comporte :

1° Un jeu latéral; 2° un jeu transversal, variables suivant les dimensions des pièces.

Le jeu des articulations, lorsque le tourillon est bien cylindrique,

est égal au $\frac{1}{1000}$ environ du diamètre de la portée, c'est-à-dire

1000

qu'on laisse autant de millimètres de jeu qu'il y a de décimètres dans le diamètre de la soie.

Paliers.

On appelle paliers des organes servant à soutenir l'arbre et à le maintenir sans le gêner dans sa rotation.

Les paliers se composent d'une cage en fonte ou en acier coulé A, dans laquelle est pratiqué un évidement destiné à recevoir le coussinet inférieur (fig. 113).

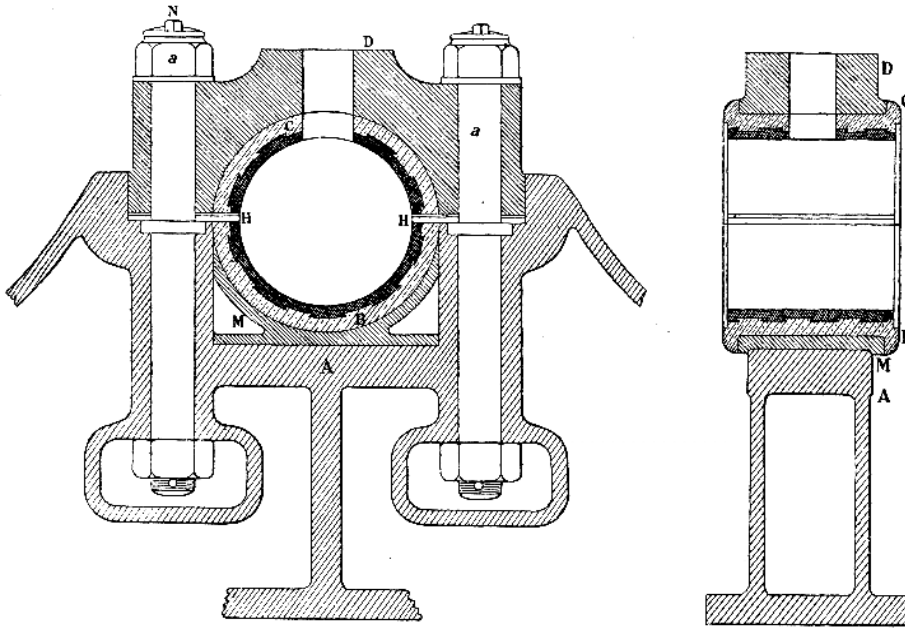


Fig. 113.

Les coussinets B et G sont en bronze, et généralement anti-frictionnés.

Le coussinet inférieur B est extérieurement de forme demi-cylindrique, de manière à pouvoir l'enlever sans sortir l'arbre.

Les coussinets sont serrés au moyen d'un chapeau D, appuyé par deux boulons et écrous *aa*.

L'écartement des coussinets, ou mieux le jeu à laisser à l'arbre, se règle par des cales HH. Le coussinet inférieur B repose sur une forme M en fonte. Les écrous du chapeau possèdent des freins N.

Bronzes spéciaux. — Certains bronzes spéciaux sont employés dans la confection de quelques pièces de machines.

Le Bugnot est dur et très employé sur les navires de commerce. Le Stone's, plus élastique, trouve son emploi sur les torpilleurs.

TABLEAU DES BRONZES ACCEPTÉS DANS LES MARCHÉS DE LA MARINE

EMPLOI	DÉSIGNATION	CUVRE	ÉTAI	ZINC	ANTIMOINE	PLOMB	FER	FUSION
Coussinets de bielles et paliers.	Antifriction . . .	4	96	»	»	»	»	»
Paliers, bielles.	Bugnot (bronze Bugnot ou métal blanc)	2,3	7,6	83,3	3,8	»	»	»
Paliers, bielles.	Stone's navy withe	(4,3)	(74,2)	»	10,8	10,5	8,2	177°
Presse-étoupes.	Antifriction Tandem	(5,2)	(6,2)	(83,6)	(1,7)	(3,2)	0,1	»
	Katzeinstein	»	14,5	»	12,80	72,3	»	»
	Bronze Roma	58,6	»	40,7	»	0,4	traces.	»
	Bronze de Froges.	70	»	24	»	0,3	1,7	Aluminium 4

Excentriques.

L'excentrique est un organe de machine qui sert à transformer le mouvement circulaire donné par les manivelles en mouvement rectiligne. Il se compose de deux parties :

1° Le chariot A; 2° le collier B (fig. 114).

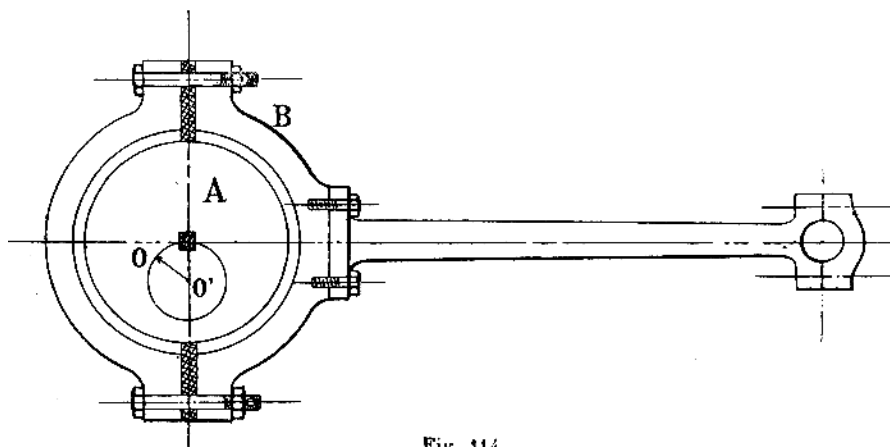


Fig. 114.

Le chariot est un disque en fer ou en fonte percé d'un trou, dont le centre ne se confond pas avec celui de l'arbre. Ce disque est claveté et boulonné sur l'arbre des tiroirs et se trouve embrassé par un collier en deux parties. L'une des parties du collier fait corps avec la bielle d'excentrique au moyen de deux goujons. O est le centre de l'excentrique, O' le centre de l'arbre, OO' est le rayon d'excentricité.

La chemise en bronze est fixée dans le collier de différentes manières :

1° Le chariot porte une gorge : alors la chemise en bronze forme tenon (fig. 115) et est maintenue par des vis à têtes noyées;

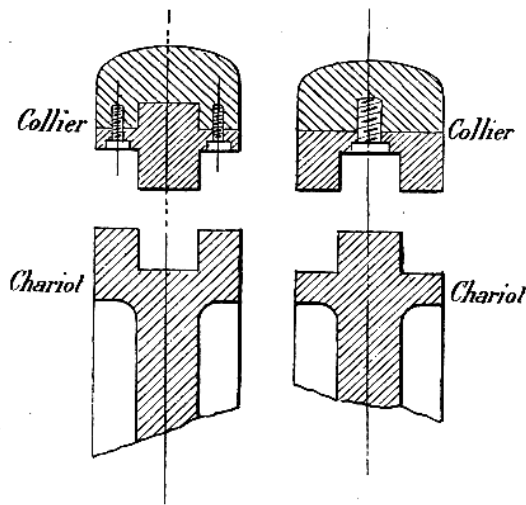


Fig. 115.

Fig. 116.

2° D'autres fois la chemise est fixée comme l'indique la figure 116.

La chemise en bronze est toujours fixée sur le collier et jamais sur le chariot : si elle était fixée sur ce dernier, en cas d'échauffement, le bronze, étant plus dilatable que le fer, comblerait le jeu de l'articulation, et il y aurait à craindre des avaries.

Calage de deux excentriques. — La figure 117 nous montre le schéma du calage de deux excentriques.

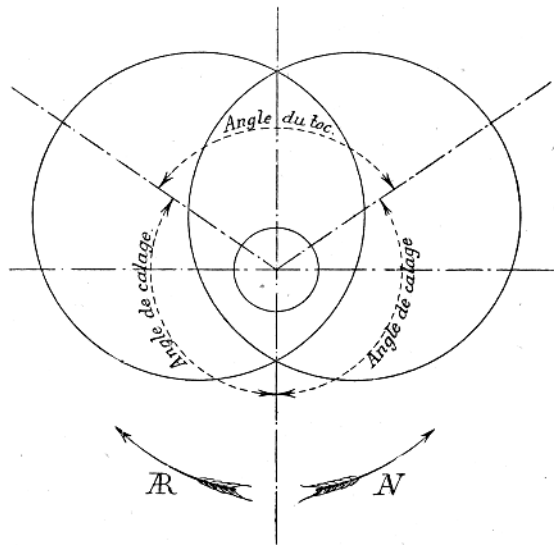


Fig. 117.

Arbre porte-hélice et tube d'étambot.

Aujourd'hui, sur presque tous les navires, les arbres sont en acier, évidés intérieurement afin de les alléger. Dans son passage à travers la coque, et partout où il peut être en contact avec l'eau de mer, l'arbre est généralement protégé par des chemises en bronze ; ces chemises ou manchons sont placés à chaud et assujettis de plus par quelques prisonniers (fig. 118).

Le manchon en bronze de la partie *AR* vient aboutir dans le moyeu de l'hélice. Le joint du moyeu et du manchon doit être

parfaitement étanche, sinon l'effet galvanique d'une petite surface de fer en présence d'une grande surface de cuivre corroderait l'arbre profondément.

Les arbres extérieurs pour navires à deux hélices sont peu menacés par les effets galvaniques et sont simplement peints.

Le tube d'étambot sur les navires de commerce se compose simplement d'un tube en fer B (fig. 119), relié tant aux couples ou membrures qu'à la cloison AR par des cornières façonnées.

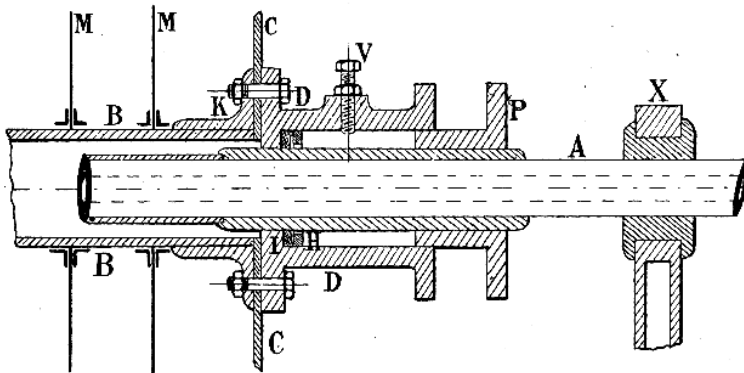


Fig. 119.

- A, Arbre porte-hélice.
- B, Tube d'étambot en fer.
- C, C, Cloison AR.
- D, D, Boîte à étoupes en bronze fixée sur la cloison AR.
- H, I, Deux rondelles dont le diamètre intérieur de l'une est celui de l'arbre, et le diamètre extérieur de l'autre celui de la boîte.
- K, Cornière fixant le tube d'étambot à la cloison AR.
- M, M, Membrures reliées au moyen de cornières à l'étambot.
- P, Presse-étoupes.
- V, Vis de serrage pour permettre de recharger le presse-étoupes.
- X, Palier placé près du presse-étoupes B, ce qui évite de supporter l'arbre dans le tube d'étambot.

Presse-étoupes AI. — Le presse-étoupes A\ sert à empêcher l'eau de mer de pénétrer dans l'intérieur du navire (fig. 119). Il se compose d'une boîte en bronze D, en deux parties assemblées par des boulons et fixées sur la cloison arrière C. Au fond de la boîte à étoupes se placent deux rondelles, dont l'une s'ajuste

sur l'arbre et l'autre dans la boîte; elles sont en deux parties Le presse-étoupes se charge avec des tresses en coton ou en chanvre suiffées.

Des vis V, fixées sur le pourtour, maintiennent les tresses quand on recharge le presse-étoupes, le navire étant à flot.

Coussinet d'étambot. — Le palier arrière est généralement remplacé par un coussinet présentant le plus souvent la forme

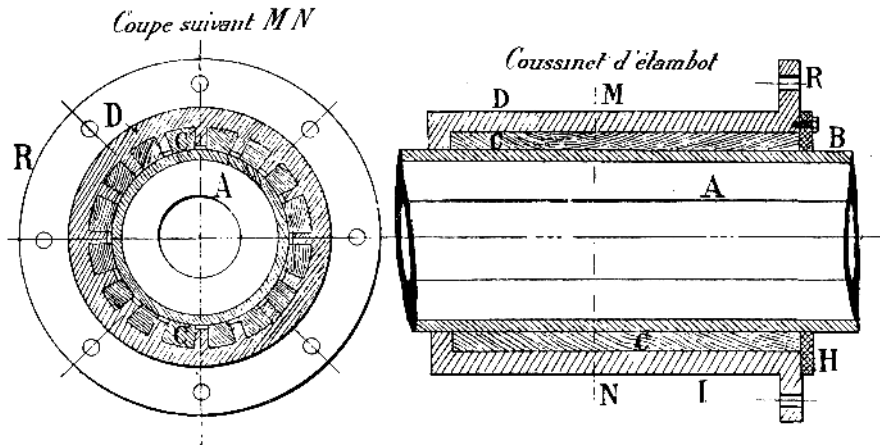


Fig. 120.

- A, Arbre.
- B, Chemise en bronze.
- C, C, Lamelles de gaïac.
- D, Manchon en bronze entaillé de manière à séparer chaque lamelle de gaïac.
- H, Rondelles vissées qui empêchent les lamelles de sortir.
- R, Colletette de fixation du manchon.

d'un manchon (fig. 120) ; il supporte l'arbre à sa sortie de l'étambot; il est en bronze et possède des rainures longitudinales dans lesquelles s'emmanchent, en queue d'aronde, des lames de gaïac.

Généralement on sort le manchon pour remplacer les lames de gaïac. Il faut avoir bien soin de laisser 1 à 2mm de jeu à ces lames sur le sens du diamètre, suivant les dimensions de l'arbre, afin de leur permettre de se gonfler sans pincer la soie.

Tubes de coque.

Ils sont destinés à limiter la coque autour de l'arbre. Il y en a de deux espèces :

- 1° Les tubes centraux appelés tubes d'étambot;
- 2° Les tubes latéraux appelés tubes de coque proprement dits.

Les tubes d'étambot se fixent sur l'AR, à l'étambot du navire. Les tubes de coque se fixent au bordé. La fixation AV se fait dans les deux cas sur une cloison étanche.

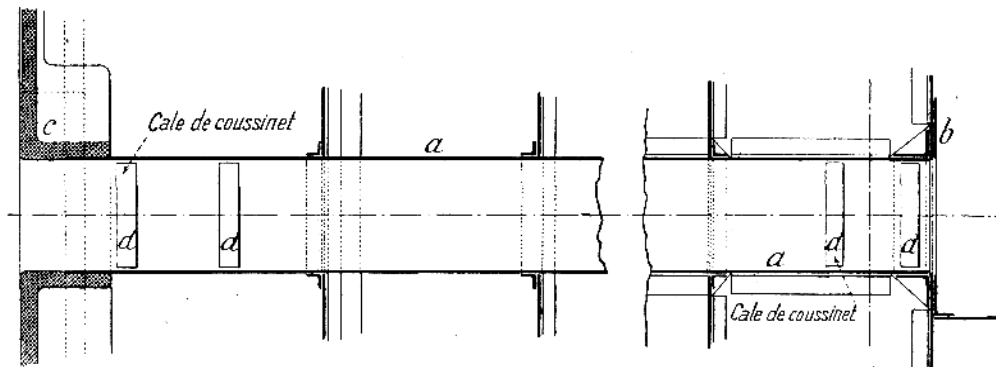


Fig. 121. — Tube d'étambot.

- a, Tube proprement dit fait en deux épaisseurs de tôle à coutures discordantes (quelquefois se fait en acier moulé).
- b, Jonction de *a*, avec la cloison *N* par une collerette en cornière.
- c, Jonction de *a* avec l'étambot par le moyen d'une pièce en acier épousant les formes AR du navire.

NOTA. — L'intérieur du tube d'étambot et la surface de l'arbre n'ont pour toute protection contre les corrosions dues à l'eau de mer que la bague de métal Feuton déjà décrite.

- d,d*, Renforts circulaires alésés surplace, sur lesquels on ajuste les portées des coussinets de gaïac (Chaise AR).

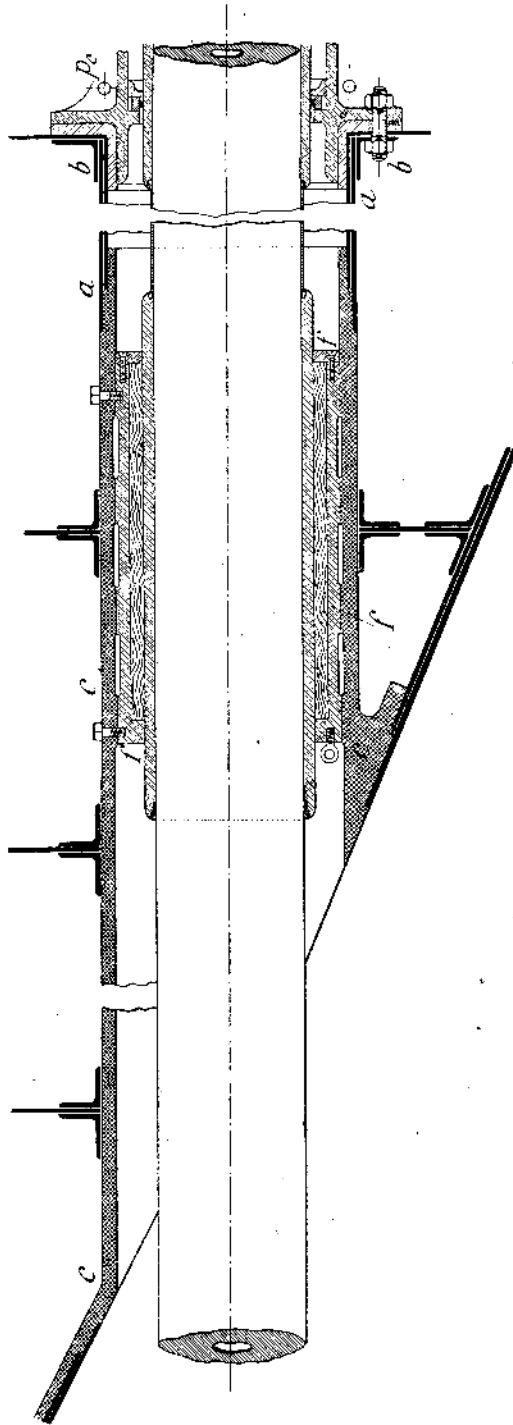


Fig. 122. — Tube de coque (mêmes détails que pour le tube d'étambot).

- c, Pièce en acier moulé représentée à grande échelle.
- f, Partie alésée de c dans laquelle est disposée la chaise R.
- a, Tube de coque brisé sur le dessin.
- b, Jonction sur l'A' identique à celle de la figure 121.
- Pe, Amorce du presse-étoupes R fixé sur la même cloison étanche que le tube de coque.

Support extérieur de l'arbre porte-hélice.

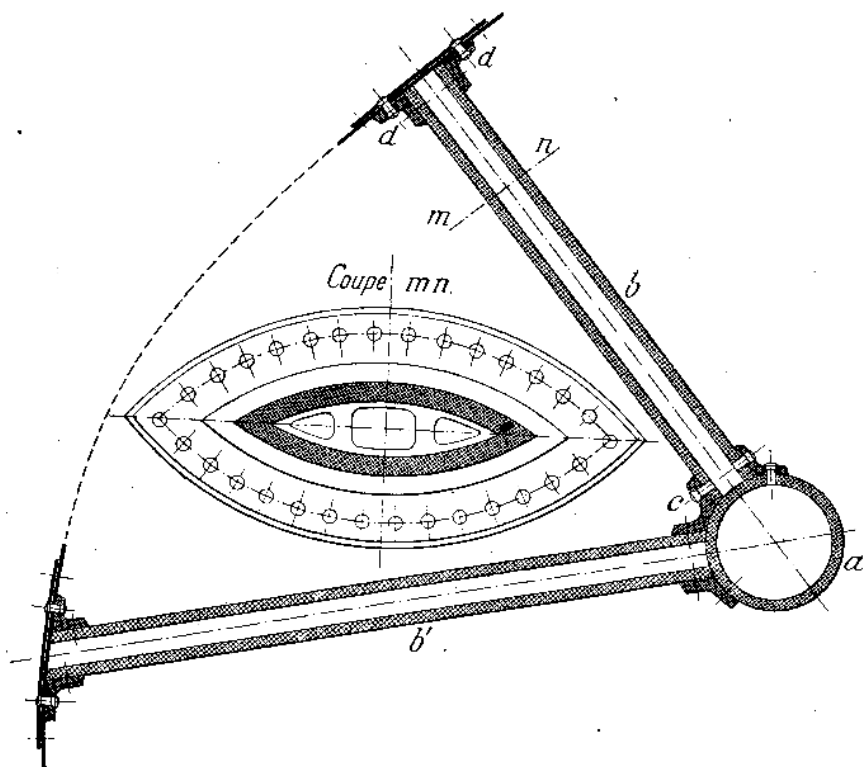


Fig. 123.

a, Moyeu en acier moulé dans lequel se loge et se fixe un coussinet en gaïac.

h, h, Bras de support de a. Ces bras faits en acier moulés sont rivés d'une part en a par le moyen de cornières c, c, d'autre part à la coque en d, d.

Coupe, m, n. Cette coupe montre la section transversale des bras b, b'.

Coupe longitudinale d'un palier, de support extérieur.

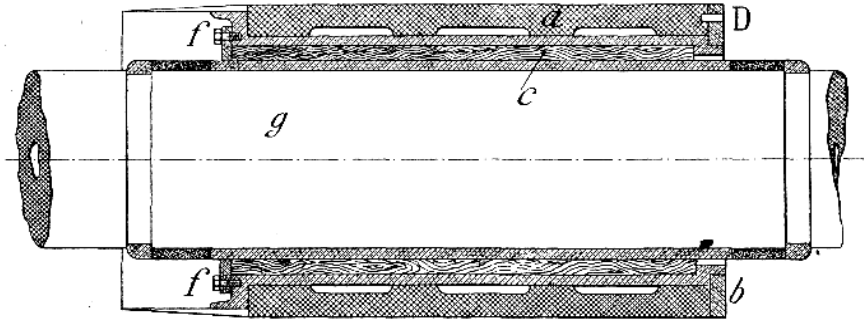


Fig. 124.

Il comprend en principe :

- a* . Carcasse extérieure en acier moulé ou quelquefois en tôlerie rivée sur le tube de coque du navire.
- b* , Coussinet de bronze évidé intérieurement pour recevoir des lamelles en bois de gaïac et portant un épaulement D.
- c* , Lamelles en bois de gaïac laissant vers l'arbre des rainures longitudinales constituées par un léger chanfrein pratiqué sur les arêtes longitudinales internes de chaque lamelle ; l'eau circule dans ces rainures et lubrifie l'arbre.
- f* , Rondelle supportée empêchant le déboîtement des lamelles de gaïac.
- g* , Arbre avec chemise rapportée au point de support.

Emmanchement de l'hélice.

Les hélices sont à emmanchement conique ; le bout de l'arbre est fileté. Le moyeu de l'hélice s'emmanche à juste portée sur le cône de l'arbre ; il est serré par un écrou en bronze H qui doit faire joint étanche sur le bout de l'arbre. Cet écrou est en outre muni de vis-frein V, V. Le tout est recouvert d'un masque M (fig. 125).

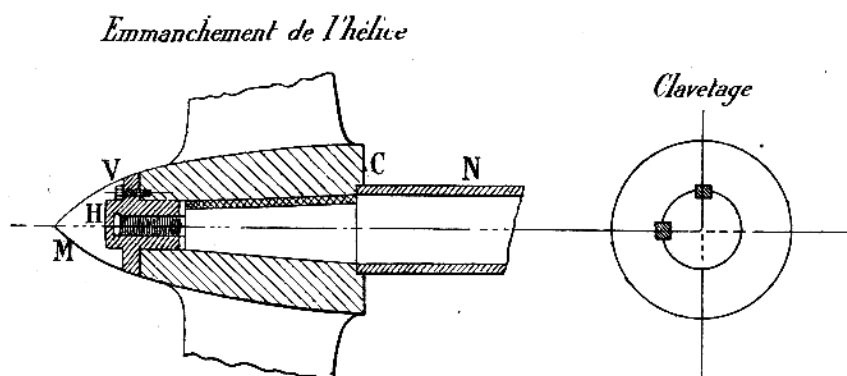


Fig. 125.

Le manchon N en bronze est en partie recouvert en C par le moyeu, afin d'éviter les infiltrations d'eau et aussi la corrosion de l'arbre.

L'entraînement se fait au moyen de deux clavettes longitudinales, encastées moitié dans l'arbre, moitié dans le moyeu, et formant entre elles un angle d'environ 90 degrés.

Sur les grands paquebots, les hélices sont à ailes rapportées, ce qui permet de remplacer seulement les ailes avariées.

Arbres moteurs. Calage des manivelles.

On appelle arbre moteur, la partie de l'arbre d'hélice qui est directement actionnée par les pistons.

Les arbres moteurs des grandes machines sont souvent fractionnés, et il y a autant de tronçons que de manivelles¹.

Les arbres sont en acier et creux, afin d'en diminuer le poids. La réunion des divers tronçons se fait au moyen de tourteaux ou plateaux boulonnés, qui comportent généralement une clé transversale de jonction E pour prévenir les effets de cisaillement (fig. 126). Dans les nouvelles machines [marines, les manivelles sont construites séparément, et le tout est assemblé et emmanché à chaud.

Généralement, dans les machines à deux et quatre manivelles, compound et quadruple expansion, les manivelles sont calées à 90 degrés. Dans les triples expansions, elles le sont à 120 degrés.

⁴ Les arbres manivelles du paquebot *Rochambeau* sont en cinq morceaux. Pour l'assemblage du tout, on chauffe les femelles et on emmanche les soies à froid ; le refroidissement forme contraction et resserre suffisamment le tout, sans nécessiter aucun clavetage.

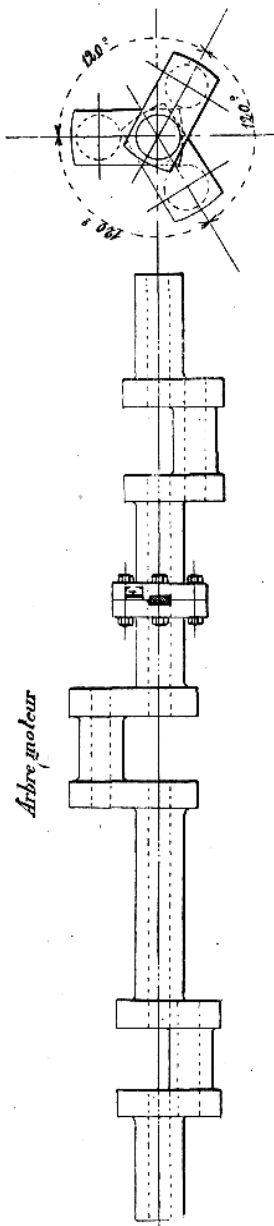


Fig. 126.

Palier de butée à collets fixes.

Il comporte un palier complet en deux parties, dont la partie supérieure B est représentée (fig. 127). Ces deux parties sont jonctionnées au moyen de boulons. La partie inférieure du coussinet est reliée à la carlingue du navire au moyen de boulons et de clavettes. Les clavettes ont pour but de pouvoir reculer le coussinet pour reprendre le jeu produit par l'usure; et, dans ce but, les trous des boulons de serrage sont ovalisés.

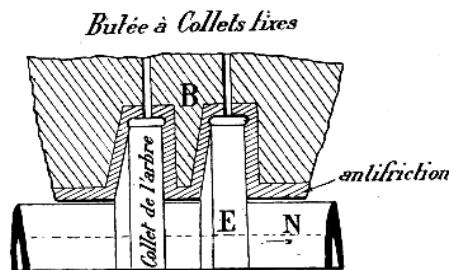


Fig. 127.

Le coussinet est antifrictionné et évidé pour permettre une circulation d'eau froide ; cette eau s'échappe par un conduit latéral inférieur. La face N des collets est droite, la face AR est inclinée.

Pour visiter ce palier, il faut bien prendre un repère sur les deux demi-coussinets, et surtout avoir bien soin de supporter l'arbre de chaque côté au moyen de tasseaux, afin d'en empêcher l'affaissement, ce qui rendrait le remontage très difficile.

L'effort de la poussée se fait sur les clavettes et non sur les boulons.

Butée à collets mobiles

La butée à collets mobiles est aujourd'hui la plus employée ; elle se compose d'une assise A fortement reliée au navire, terminée à chaque extrémité par deux paliers P, P (fig. 128).

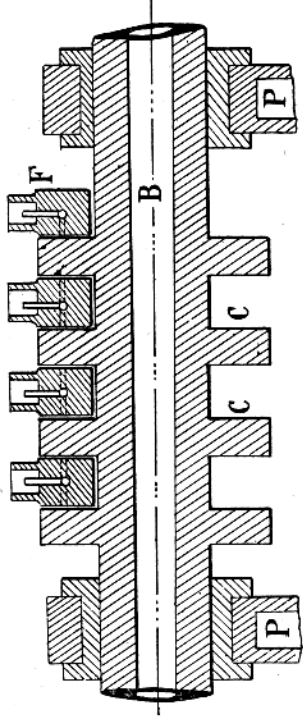
Les deux extrémités de la butée sont reliées par deux fortes tiges T, T, filetées sur toute leur longueur.

Les coussinets F, F, ou anneaux mobiles, en forme de fer à cheval, sont antifrictionnés sur les deux faces, et creusés à la partie supérieure en forme de godets pour le graissage. Ils s'emmanchent sur les deux vis filetées, entre les collets de l'arbre, serrés de chaque côté par un écrou et maintenus par des vis V qui les empêchent de se soulever par la rotation de l'arbre.

Le jeu des coussinets peut se régler en marche, et, quoique plus volumineuse que la butée fixe, la butée à collets mobiles a l'avantage de permettre d'effectuer rapidement les réparations.

Si une butée de cinq ou six anneaux en a deux ou trois qui chauffent, c'est que tout le frottement se fait sur ceux-ci : il faut dans ce cas reculer les deux autres sur l'AR pour égaliser le portage, et non pousser sur l'AV ceux qui chauffent, afin d'éviter le déplacement de l'arbre dans le sens longitudinal.

Butée à Collets mobiles



- A, Palier formant bassin pour recueillir l'huile.
- B, Arbre.
- C, Collets de la butée.
- F, F, Coussinets en forme de fer à cheval.
- P, P, Paliers supportant l'arbre, venus du même jet de fonte et fixés sur une plate-forme en tôle attenante à la coque.

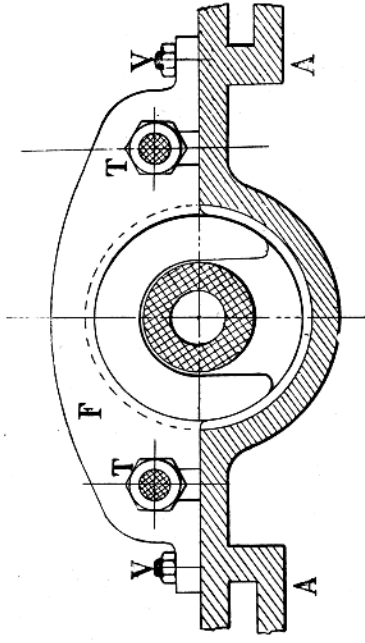


Fig. 128.

T, T, Deux fortes tiges filetées sur toute leur longueur et fixées sur les paliers au moyen d'écrous.

V, V, Vis empêchant les pièces F de se soulever lorsqu'on desserre les écrous en marche.