

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD

---

# TECHNOLOGIE

---

2<sup>e</sup> Année

S.C.I.P. - Paris



2044881-192630

# 1<sup>re</sup> Leçon

## 2<sup>e</sup> ANNÉE

### PREMIÈRE PARTIE

#### CHAPITRE I

## ARBRES DE TRANSMISSIONS ET LEURS SUPPORTS

### ARBRES :

Un arbre est une tige cylindrique qui sert à transmettre un mouvement de rotation. Les arbres sont presque toujours disposés horizontalement.

Parfois, ils sont verticaux. Lorsqu'ils supportent une charge, il faut disposer une crapaudine pour empêcher son déplacement longitudinal, tout en lui permettant de tourner (fig. 1).

On réduit le frottement en faisant porter l'extrémité de l'arbre sur un grain en acier, présentant une partie bombée.

Suivant leur destination, on distingue les arbres des transmissions, les renvois et les commandes des machines-outils.

### PALIERES :

Les arbres sont supportés par des paliers.

Le palier ordinaire (fig. 2) comprend un corps A et un chapeau B en fonte.

La semelle du corps porte deux trous pour la fixer avec des boulons E sur un support.

Deux demi-coussinets C C' sont encastrés entre le corps et le chapeau. Ces coussinets sont en bronze régulé.

Pour permettre de rattraper l'usure des demi-coussinets, on se réserve un jeu vertical entre le chapeau et le corps, qui sont bloqués l'un sur l'autre avec deux boulons D.

Lorsque cela est nécessaire, on rafraîchit les tranches des coussinets en contact et on les réalèse.

Le palier à rotule (fig. 3) permet à l'arbre qui le traverse de prendre une légère orientation.

Dans le modèle représenté sur le croquis, ce sont les demi-coussinets qui forment rotule.

Le graissage est du système à bagues.

Sur le croquis, le palier est figuré reposant sur une semelle S fixée elle-même sur la chaise avec les boulons F.

Les cales G en bois dur, chassées à force, complètent l'assemblage réalisé avec les boulons E.

### LUBRIFICATION DES PALIERES :

La lubrification, ou graissage, a pour but d'améliorer le frottement des parties tournantes, en empêchant toute élévation exagérée de température qui amènerait un grippage.

Dans le palier ordinaire, le graissage s'effectue par le trou graisseur I. Des pattes d'araignée creusées dans le coussinet assurent la répartition de l'huile sur toute la longueur.

Souvent les coussinets comportent des chanfreins R formant réserve d'huile

Le lubrifiant est amené au moyen d'un graisseur Stauffer (fig. 4) par exemple.

La graisse est emprisonnée entre le corps du graisseur et le couvercle. Lorsqu'on visse ce dernier, la graisse est expulsée dans le conduit de graissage.

Le graisseur compte-gouttes (fig. 5) comprend un corps avec deux chambres réunies par un orifice qui peut être obstrué plus ou moins complètement avec un pointeau à vis.

La chambre supérieure est en relation avec le réservoir d'huile. Cette dernière suinte entre le pointeau et le bord de l'orifice, pour se rassembler en gouttes qui tombent dans la chambre inférieure, qui constitue le départ de graissage.

Le graisseur à mèche (fig. 6) renferme une mèche formant siphon et par laquelle l'huile s'écoule goutte à goutte.

Le graissage par bagues (fig. 3) est employé fréquemment.

Une bague en métal léger plonge dans l'huile par sa partie inférieure et repose sur l'arbre par sa partie supérieure.

En tournant, l'arbre entraîne la bague, l'huile qui adhère à cette dernière est entraînée et vient arroser la partie supérieure de l'arbre.

Certains paliers supportant des arbres tournant lentement sont munis de mèches métalliques appelées rotins (fig. 7).

L'huile remonte le long des mèches par capillarité.

Certaines machines sont munies de pompes qui envoient l'huile sous pression à tous les paliers à graisser.

Il convient de signaler également le graissage par barbotage.

Un organe tournant plonge dans un bain d'huile et la projette avec force sur tous les organes voisins.

## 2<sup>e</sup> Leçon

### BOITARDS :

Un boitard sert au guidage des arbres verticaux, il ne peut servir à supporter une poussée longitudinale.

Le boitard représenté (fig. 8) est à trois branches de fixation.

L'arbre est guidé par 3 coussinets B qu'on centre à la demande sur l'arbre.

Le serrage s'effectue à l'aide de clavettes à boulons.

Le graissage est assuré par du feutre, placé dans les logements C, et que l'on imbibe d'huile.

### CRAPAUDINES :

La crapaudine (fig. 9) sert à supporter un arbre vertical.

Elle comprend un corps A à l'intérieur duquel s'ajuste une pièce en bronze B, nommée gobelet, qui fait office de coussinet.

A la partie inférieure est fixé le grain C, qui présente une surface sphérique pour s'orienter suivant la direction de la charge. Un ergot D sert à empêcher le grain de tourner.

### ROULEMENTS A BILLES :

Les roulements à billes permettent de substituer le frottement de roulement au frottement de glissement en n'exigeant que très peu de graissage et de surveillance.

Ils peuvent être montés dans des paliers de transmission (fig. 10).

Les billes sont en acier chromé ou au nickel chrome. Elles sont trempées et rectifiées.

Dans tous les roulements, les billes sont séparées par un intercalaire qui sert à maintenir les billes éloignées les unes des autres.

On distingue :

1<sup>o</sup> *Les roulements pour charges radiales :*

Ce sont les roulements annulaires composés de deux bagues concentriques entre lesquelles sont placées une ou deux rangées de billes (fig. 11).

Dans le roulement à rotules sur billes (fig. 12), le chemin de roulement des billes est tourné extérieurement sphérique pour s'adapter dans une bague extérieure.

Les petites flexions des arbres et les petites divergences des axes des paliers n'affectent en rien la bonne marche des roulements ; de plus, les deux rangées de billes sont toujours également chargées. Pour de très fortes charges, on remplace les galets par des rouleaux.

2° *Les roulements pour charges radiales et axiales combinées* sont rigides et à gorges profondes.

Ils conviennent pour supporter les vibrations, les chocs en bout et pour remplacer les butées à billes aux vitesses élevées.

Ces roulements possèdent une seule rangée de billes engagées profondément dans des gorges qui se font face sur la bague intérieure et dans la bague extérieure.

3° *Les roulements pour les charges purement axiales* ou butées à billes.

Ils sont constitués par deux bagues sensiblement de même diamètre entre lesquelles est interposée une rangée de billes (fig. 14).

Généralement, l'une des bagues présente une partie sphérique ou s'adapte sur une rondelle sphérique, ce qui facilite le montage. Dans ce cas, elles sont employées avec des cuvettes sphériques (fig. 15).

Les butées à double effet (fig. 16) comprennent deux rangées de billes, une de chaque côté de la bague ajustée sur l'arbre.

### 3<sup>e</sup> Leçon

#### **MONTAGE DES ROULEMENTS :**

Les roulements doivent être montés à ajustage dur sur des portées d'arbre parfaitement rondes. La mise en place est facilitée par dilatation dans un bain d'huile à 70° maximum. On peut aussi l'effectuer à froid en poussant la bague intérieure en frappant à petits coups avec un marteau en plomb.

Il ne faut jamais frapper sur la bague extérieure ni sur les billes.

La fixation sur l'arbre est effectuée le plus souvent par serrage de la bague intérieure par un écrou, par un épaulement ou une entretoise (fig. 17).

Pour les roulements à manchons coniques serrés directement sur l'arbre, les écrous doivent être toujours serrés dans un sens tel que la rotation ait tendance à les serrer.

Les bagues extérieures se montent à ajustage glissant dans les logements destinés à les recevoir, eux-mêmes alésés bien rond en se basant sur les tolérances indiquées.

Lorsque plusieurs roulements sont montés sur le même arbre, ils doivent tous être libres latéralement dans leurs logements à l'exception d'un seul, ce dernier est emboîté sans jeu et maintient en place la partie tournante.

Les roulements doivent être à l'abri de l'humidité et leurs logements entièrement clos par des couvercles et des rondelles de feutre formant joint sur les arbres.

#### **SUPPORT DES PALIERS :**

Les paliers sont supportés par des supports en fonte.

On distingue :

1° La chaise pendante, supportée par une seule jambe, fixée par des boulons et clames sur poutre (fig. 18) ;

2° La chaise pendante en U ou à deux jambes (fig. 19) ;

3° La chaise console, qu'on fixe contre un mur, à l'aide de boulons dont les têtes prennent appui à l'extérieur sur des plaques d'ancrage en fonte (fig. 20) ;

4° La chaise sur le sol, pour les transmissions qu'on fixe sur le sol (fig. 21) ;

5° La niche qui se fiche dans un mur perpendiculaire à la transmission (fig. 22).

Des semelles sont interposées entre ces supports et les paliers.

On emploie également parfois des supports appelés pendants (fig. 23) qui, s'ils n'ont pas la rigidité des chaises, permettent un réglage facile.

Lors du montage d'une transmission, on doit s'assurer que les supports des paliers sont bien au même niveau ; on emploie pour cela des niveaux à fiole à longue canalisation.

## 4<sup>e</sup> Leçon

### CHAPITRE II

## ACCOUPLLEMENTS DES ARBRES

### GÉNÉRALITÉS :

La réunion bout en bout des arbres employés s'effectue à l'aide de dispositifs appelés accouplements, qui peuvent être groupés en 3 catégories :

- 1<sup>o</sup> Les accouplements fixes ;
- 2<sup>o</sup> Les accouplements mobiles ;
- 3<sup>o</sup> Les accouplements à débrayage, ou embrayages.

Les premiers sont employés lorsque les arbres sont astreints à rester rigoureusement dans le même alignement.

Lorsque les arbres à réunir ne sont pas dans le prolongement l'un de l'autre ou si la position relative des deux arbres peut varier, on utilise les accouplements mobiles ou élastiques.

Les embrayages permettent d'interrompre le mouvement de l'arbre commandé ou de le rendre solidaire de l'arbre menant.

### ACCOUPLLEMENTS FIXES :

Les organes constituant les accouplements fixes sont appelés manchons d'accouplement.

Les plus usités sont les suivants :

#### 1<sup>o</sup> Accouplement de Seller (fig. 24) :

Il est constitué par un manchon biconique à l'intérieur qui recouvre les extrémités des deux arbres.

On rapporte deux bagues ayant même conicité que le manchon et on provoque le serrage à l'aide de boulons.

#### 2<sup>o</sup> Accouplement à plateaux (fig. 25) :

Deux plateaux en embrèvement sont calés chacun à une extrémité des deux arbres à réunir. Ils sont assemblés par des boulons.

#### 3<sup>o</sup> Manchon à frettes en fer de Piat (fig. 26) :

Le manchon est formé par deux demi-douilles symétriques. Deux frettes en fer à surface légèrement conique sont serrées sur le manchon soit au marteau, soit au moyen de deux brides qu'on rapproche à l'aide de boulons et que l'on écarte ensuite.

#### 4<sup>o</sup> Manchon à coquille (fig. 27) :

Il est constitué par deux demi-coquilles en fonte assemblées à joint brisé. Les deux coquilles sont serrées sur les deux abouts au moyen d'un certain nombre de boulons.

En pratiquant l'alésage à un diamètre légèrement inférieur à celui des arbres, on peut les pincer.

On complète l'assemblage par des clavettes de sûreté.

#### 5<sup>o</sup> Accouplement par portées forgées sur les arbres :

On peut également forger à l'extrémité des tronçons à assembler des portées suffisamment larges pour permettre d'y loger les boulons qui constituent à eux seuls la liaison cherchée.

## ACCOUPLLEMENTS MOBILES :

Suivant les déplacements que doivent permettre les accouplements, on utilise des organes d'un des types ci-après :

### 1° Manchon de dilatation (fig. 28) :

Le manchon de dilatation permet un déplacement longitudinal des axes.

Il comprend deux moyeux à griffes A' B' solidaires des arbres A et B.

Les dents de l'un s'engagent dans les creux de l'autre sans en toucher le fond.

### 2° Joint d'Oldham (fig. 29) :

Le joint d'Oldham permet un déplacement perpendiculaire à la direction des axes.

Il comprend 3 plateaux dont deux A et B portent chacun une rainure diamétrale.

Le troisième porte des languettes placées à angle droit qui s'engagent dans les rainures correspondantes des premiers plateaux.

### 3° Accouplements élastiques (fig. 30) :

Les accouplements élastiques sont utilisés pour parer aux défauts d'alignement qui pourraient se produire après un certain temps de fonctionnement sur des arbres tournant à grande vitesse.

Le principe de ces accouplements est qu'un plateau entraîne un autre plateau à l'aide de disques ou de bandes en cuir ou en caoutchouc ou quelquefois de broches en acier.

### 4° Accouplements articulés :

Les accouplements articulés sont employés pour relier deux arbres formant entre eux un angle fixe ou variable. Le joint universel ou de Cardan (fig. 31) est constitué par un croisillon dont les deux branches égales et à angle droit viennent s'engager dans des alésages pratiqués dans les fourches F et F'.

La transmission du mouvement de l'arbre A à l'arbre B ne se fait pas régulièrement.

Le mouvement de rotation uniforme de A est transformé par le joint B en un mouvement de rotation périodique, alternativement accéléré et retardé.

Cette irrégularité du mouvement est d'autant plus sensible que l'angle I est plus grand.

Pour y remédier, on emploie deux joints successifs. Le deuxième transforme le mouvement périodique qu'il reçoit en mouvement uniforme.

Cet ensemble constitue le double joint de « Hook ».

## EMBRAYAGES :

L'embrayage le plus simple est l'accouplement à griffes (fig. 32).

Chaque bout d'arbre à assembler porte un manchon muni de dents.

Le manchon de l'arbre menant est fixé sur sa cale.

Le manchon de l'arbre mené est mobile sur sa cale et peut être manœuvré à l'aide d'un levier à fourche engagé dans une rainure circulaire.

Les parties en relief de l'un s'engagent dans les creux de l'autre lorsqu'on rapproche le manchon mobile du manchon fixe.

L'accouplement à cône de friction (fig. 33) comprend un manchon fixe calé sur le bout de l'arbre menant et dans le creux alésé conique duquel vient s'engager la surface conique extérieure du manchon mobile, ajusté à frottement doux sur sa cale, à l'extrémité de l'arbre mené. Pour l'embrayage, le cône mobile est pressé dans le cône fixe par l'intermédiaire d'un levier à main, multiplicateur de l'effort.

L'embrayage à couronne extensible fonctionne également par friction.

Le manchon « Piat » (fig. 34) comprend sur l'un des bouts d'arbre un manchon calé et fixe, présentant un vide intérieur à couronne cylindrique sur laquelle peut venir s'appliquer, pour l'embrayage, une couronne en fonte en deux parties.

Les deux bords de chacune des deux demi-couronnes sont munis d'une douille taraudée.

Le déplacement du manchon G provoque la rotation des vis V et par suite l'extension ou le resserrement de la couronne.

## 5° Leçon

### CHAPITRE III

## TRANSMISSIONS PAR COURROIES ET PAR LIENS FLEXIBLES

### GÉNÉRALITÉS :

Les courroies sont utilisées pour transmettre un mouvement de rotation d'une poulie à une autre, calées sur des arbres parallèles ou non parallèles.

Les courroies sont le plus souvent en cuir.

Elles sont constituées par des bandes de cuir réunies par grandes longueurs à l'aide de lacets ou de rivures.

Elles proviennent de peaux de bœuf.

A section égale, il est préférable d'employer une courroie mince et large qu'une courroie épaisse et étroite, mais d'autre part, on ne peut exagérer leur largeur.

Ces courroies sont simples, doubles ou triples, suivant qu'elles sont constituées par une, deux ou trois épaisseurs de cuir, lacées ou rivées ensemble.

Les courroies composées sont plus raides que les courroies simples et ne travaillent d'une manière satisfaisante que s'il existe une grande distance entre les poulies. On utilise ces courroies lorsque l'on a à transmettre des efforts considérables.

La plus grande largeur des courroies en cuir est limitée à 40 centimètres, leur plus grande épaisseur à 5 millimètres, car ces dimensions sont limitées par celles des cuirs du commerce.

La liaison des extrémités de courroies ou épissures se fait au moyen de lanières en cuir blanc (fig. 35) ou de rivets (fig. 36).

On peut également employer les agrafes « Clipper » (fig. 37) qui sont placées à la machine. Les agrafes sont réunies avec un nerf de bœuf.

Ce mode de fixation a l'avantage de permettre de déjonctionner facilement la courroie.

On peut encore employer des plaques et rivets « Cresant ».

On emploie également des courroies en coton pour les grandes transmissions, parce qu'elles sont plus homogènes et plus résistantes que celles en cuir. Leur adhérence est également plus forte. Leur épaisseur est exprimée en plis, un pli correspondant à une épaisseur de  $1 \frac{m}{25}$ .

Certaines courroies en coton sont formées de plusieurs épaisseurs de tissus imprégnées d'une solution de balata (sorte de caoutchouc) et soudées entre elles à la presse.

Ces courroies, dites « Balata », sont très élastiques et très adhérentes.

On peut citer également les courroies « Titan », formées de bandes de cuir travaillant sur champ, disposées parallèlement à une certaine distance les unes des autres et reliées par des entretoises en acier.

Ces courroies sont très souples et très adhérentes, même aux grandes vitesses.

On utilise également dans certaines transmissions des courroies à section trapézoïdale en caoutchouc cordé ; ces courroies sont sans fin et ne présentent par conséquent aucun organe de jonction.

Chaque transmission est constituée par un certain nombre de courroies travaillant indépendamment les unes des autres dans des poulies à gorges. L'entraînement s'effectue par le contact des courroies sur les parois inclinées des gorges des poulies.

Ces transmissions, en plus de l'avantage offert par l'absence de tout organe de jonction de courroie, permettent de très courts entre-axes des poulies, soit un minimum d'encombrement.

## POULIES :

Les poulies ordinaires sont des organes montés sur les arbres et destinés à recevoir des courroies de transmission.

Leur jante est légèrement bombée vers le milieu pour que la courroie se maintienne mieux.

Les poulies sont en fonte ou en bois. Elles peuvent être en une ou en deux pièces réunies par des boulons (fig. 40 et 41).

Il existe également des poulies avec moyeu en acier et jante en tôle d'acier.

Lorsque la poulie est très large, on l'appelle tambour (fig. 42).

On distingue les poulies fixes et les poulies folles.

Une poulie folle tourne sans entraîner l'arbre sur lequel elle est montée.

L'intérieur du moyeu (fig. 43) comprend généralement une douille en bronze formant coussinet. Un godet graisseur en permet la lubrification.

Les poulies en deux pièces sont maintenues par le serrage des boulons, leur moyeu est alésé à un diamètre plus faible que celui de l'arbre.

Lorsque l'effort à transmettre est important, ou sujet à de brusques variations, on place une clavette. C'est ce procédé qui est également employé pour les poulies en une pièce.

## UTILISATION DES COURROIES :

Si l'on veut que la rotation s'exécute dans le même sens autour des deux axes, on dispose la courroie suivant les tangentes extérieures aux circonférences des poulies ; on l'appelle dans ce cas courroie ouverte (fig. 44).

Si l'on veut que la rotation s'exécute en sens contraire, on dispose la courroie suivant les tangentes intérieures, alors elle est dite croisée (fig. 45).

Dans l'un et l'autre cas, la première poulie en tournant entraîne la courroie sans fin, qui à son tour met en mouvement la seconde poulie.

Il faut pour assurer l'entraînement que la courroie ne glisse pas sur les poulies.

Lorsqu'on utilise des courroies en cuir, il faut disposer les côtés chair (rugueux) contre les poulies.

Deux arbres non parallèles peuvent être réunis par courroie si, les poulies sont convenablement disposées (fig. 46).

La condition unique et suffisante est celle-ci : le point où la courroie quitte chaque poulie doit être dans le plan de l'autre poulie.

Cette condition ne peut être remplie que pour une courroie qui tourne toujours dans le même sens.

Pour la réaliser, on doit parfois employer des poulies intermédiaires, dites poulies-guides, qui dévient la courroie sans modifier le rapport des vitesses des arbres.

On emploie parfois pour augmenter la tension des courroies un rouleau de tension.

L'écartement de deux arbres, qui se mènent par courroies et poulies doit être au moins trois fois le diamètre de la plus grande poulie et le rapport des diamètres des poulies doit être plus petit que 7.

Autrement l'arc embrassé par la courroie sur la petite poulie sera trop faible et donnera lieu à des glissements.

Lorsqu'on ne peut remplir ces conditions, on a recours à des enrouleurs (fig. 47).

Ce sont des rouleaux de tension qui permettent d'accroître l'arc embrassé sur la petite poulie.

Lorsqu'on veut pouvoir arrêter l'arbre conduit sans arrêter l'arbre de commande, on peut employer l'un des deux dispositifs ci-après :

1° Groupe poulie fixe-poulie folle :

L'arbre conduit porte une poulie fixe et une poulie folle. A l'aide d'une fourche, on peut faire passer la courroie de l'une à l'autre.

L'arbre de commande possède un tambour d'une largeur au moins égale à la somme des largeurs des deux poulies.

2° Utilisation d'un galet tendeur :

La poulie n'est entraînée que lorsqu'un galet enrouleur appuie sur la courroie. Dès qu'on éloigne ce dernier, la courroie patine sur la poulie.

6° Leçon

**CALCUL DES VITESSES DES POULIES :**

Les rayons et les diamètres des poulies sont reliés au nombre de tours par la relation :

$$\frac{N}{N'} = \frac{R'}{R} = \frac{D'}{D}$$

N nombre de tours de la poulie de diamètre D et rayon R  
N' — — — — — D' — R'

**APPLICATION :**

1° Une poulie de 1 mètre de rayon fait 25 tours à la minute. Quel sera le rayon de la poulie qui devrait tourner à raison de 75 tours par minute ?

Solution : 
$$\frac{N}{N'} = \frac{R'}{R}$$

$$R' = \frac{N}{N'} \times R = \frac{25}{75} \times 1 \text{ m} = 0 \text{ m. } 333.$$

2° Une poulie de 1 m. 10 de diamètre mène par une courroie une deuxième poulie de 0 m. 275 de diamètre. La première fait 50 tours par minute. On demande combien la poulie menée fera de tours ?

**Nota.** — Comme on mesure plus facilement les diamètres que les rayons et que le rapport ne change pas si l'on introduit simultanément les expressions du diamètre à la place du rayon, on utilise presque exclusivement ces dernières grandeurs.

Solution : 
$$\frac{N}{N'} = \frac{R'}{R}$$

$$N' = \frac{R}{R'} \times N = \frac{0,55}{0,1375} \times 50 = 200.$$

**CABLES :**

On se sert de câbles en chanvre dans les treuils, cabestans, ainsi que dans certaines transmissions.

Les câbles métalliques sont utilisés pour les transmissions à grande distance.

Les jonctions bout à bout des câbles se font en enchevêtrant les torons composant le câble en une épissure.

Celle-ci tient et ne glisse pas en raison du frottement des torons les uns sur les autres.

Les câbles sont reçus sur des poulies à gorge. La jante de ces dernières est creusée en plusieurs gorges (fig. 49).

**CHAINES :**

Les chaînes sont employées à la place des câbles et des courroies lorsqu'on tient à éviter tout glissement.

Les chaînes à maillons sont composées de maillons ovales engagés les uns dans les autres.

Les chaînes à étauçons sont des chaînes dans lesquelles les parties médianes de chacun des deux côtés latéraux de chaque maillon sont réunies par une entretoise.

Les chaînes sont reçues sur des roues à empreintes ou à noix (fig. 50).

Les chaînes sont employées couramment dans les appareils de levage.

Les chaînes « Galle » comportent des plaques ou maillons, et des rouleaux.

Elles s'engagent sur des roues munies de dents (fig. 51).

Les rouleaux viennent se loger dans l'intervalle des dents.

Ces chaînes sont peu usitées dans les ateliers.

Elles sont surtout employées sur les bicyclettes.

## 7° Leçon

### CHAPITRE IV

## TRANSMISSIONS PAR ENGRENAGES

### GÉNÉRALITÉS :

Il arrive parfois que l'on transmet le mouvement au moyen de roues à friction.

Dans ce cas, on place sur la jante de chaque roue une bande de buffle ou cuir très mou, ou de caoutchouc pour augmenter l'adhérence, ou bien on constitue une des roues de disques en cuir ou en caoutchouc serrés sur un moyeu entre deux joues métalliques.

Les roues à friction sont employées lorsque les efforts à transmettre sont peu considérables et que les vitesses doivent être très grandes.

Lorsque les roues ont des efforts assez considérables à transmettre, on arme les circonférences des roues de saillies appelées dents.

L'intervalle de deux dents consécutives appelé creux est destiné à recevoir la dent de l'autre roue. On obtient ainsi des roues d'engrenage.

Les engrenages les plus employés sont les engrenages cylindriques.

Ils sont destinés à transmettre le mouvement entre deux arbres parallèles.

### DÉNOMINATION DES DIVERSES PARTIES D'UN ENGRENAGE (fig. 52) :

Cercle de tête : c'est celui qui termine la dent.

Cercle de pied : c'est celui sur lequel se trouve la racine de la dent.

Cercle primitif : c'est celui sur lequel le contact des dents a lieu.

Le mouvement des engrenages est le même que celui de deux roues à friction, dont les diamètres seraient égaux aux diamètres primitifs des engrenages.

L'épaisseur de la dent est mesurée sur le cercle primitif.

La hauteur de la dent est la distance entre le cercle de pied et le cercle de tête.

La largeur de la dent se mesure dans le sens de l'axe de la roue.

Le creux est la distance qui sépare deux dents. Il se mesure sur le cercle primitif.

Le pas est la distance mesurée sur le cercle primitif, entre les milieux de deux dents consécutives.

### MODULE D'UN ENGRENAGE :

Pour que deux engrenages puissent engrener ensemble, il faut qu'ils aient le même pas.

Une roue d'engrenage sera caractérisée par son nombre de dents.

Mais dans la pratique, on n'utilise pas la désignation du pas circonférenciel. On la remplace par celle du module de l'engrenage ou pas diamétral.

Le module est égal au quotient du pas par le nombre  $\pi$

$$M = \frac{p}{\pi}$$

On utilise cette convention parce que si on donne pour valeur du module  $M$  un nombre fini, le diamètre sera exprimé par un nombre fini, alors que si l'on prend pour valeur du pas circonférenciel un nombre fini, le diamètre primitif sera incommensurable.

$$\begin{aligned} \text{En effet, on a : } p &= M \pi \\ \pi D &= N p = N M \pi \\ D &= N M \end{aligned}$$

La figure 53 représente en grandeur naturelle des dents d'engrenage de différents modules.

## 8° Leçon

### CRÉMAILLÈRE :

La crémaillère (fig. 54) est constituée par une barre droite dentée.  
La rotation de la roue dentée provoque le déplacement de la crémaillère.  
On en trouve une application courante dans le cric.

### ENGRENAGES A DENTURE HÉLICOÏDALE. — ENGRENAGES A CHEVRONS :

Les engrenages ordinaires doivent présenter un certain jeu.  
Dans les machines où ce jeu pourrait avoir un inconvénient on les remplace par des roues à dentures obliques ou hélicoïdales (fig. 55).  
Mais pendant leur fonctionnement, les dents exercent des poussées parallèles aux axes des arbres.  
On y remédie en employant l'engrenage à chevrons, qui présente deux séries de dents inclinées en sens contraire.

### ENGRENAGES CONIQUES :

Lorsqu'il s'agit de transmettre le mouvement non plus à un arbre parallèle au premier, mais à un autre arbre rencontrant le premier, on a recours aux engrenages coniques (fig. 56).  
Ces engrenages peuvent être comparés à des cônes de friction armés de dents, le centre des cônes étant le point de concours des deux arbres.  
Le profil des dentures est identique, mais la dent est plus large à la base qu'au sommet de l'engrenage.

### CALCUL DES VITESSES DES ENGRENAGES :

Pour des roues à friction, la relation entre les diamètres et les vitesses serait la même que pour les poulies reliées par des courroies :

$$\frac{N}{N'} = \frac{R'}{R} = \frac{D'}{D}$$

En appelant : N, N' les nombres de tours  
R, R' les rayons des roues  
D, D' les diamètres des roues.

La même formule s'applique aux engrenages en donnant à R et R' les valeurs des rayons des cercles primitifs.

Mais pour que les roues puissent engrener ensemble, leur pas doit être le même, soit p ce pas.

Les longueurs des circonférences primitives sont :

$$2 \pi R \text{ et } 2 \pi R'$$

En appelant N et N' le nombre de dents, nous avons :

$$\begin{aligned} 2 \pi R &= Np \\ 2 \pi R' &= N'p \\ \text{et} \quad \frac{R'}{R} &= \frac{N'}{N} \end{aligned}$$

D'où, la relation :

$$\frac{N}{N'} = \frac{N'}{N}$$

**APPLICATIONS :**

Une roue de 35 dents tournant à raison de 120 tours par minute engrène avec une roue de 20 dents. Calculer la vitesse de cette dernière.

$$n = 120 \quad N = 35 \quad N' = 20$$

$$n' = n \times \frac{N}{N'} = 120 \times \frac{35}{20} = 120 \times \frac{7}{4}$$

$$n' = 7 \times 30 = 210 \text{ tours par minute.}$$

Une roue de 40 dents tournant à 132 tours /minute engrène avec une roue qu'elle entraîne à une vitesse de 80 tours-minute. Quel est le nombre de dents de la 2<sup>e</sup> roue :

$$n = 132 \quad n' = 80 \quad N = 40$$

$$N' = N \times \frac{n}{n'} = 40 \times \frac{132}{80} = 66 \text{ dents}$$

**9<sup>e</sup> Leçon**

**ÉQUIPAGES DE ROUES DENTÉES :**

Quand le mouvement est transmis de l'arbre de commandé à l'arbre récepteur par une série de roues dentées, on peut calculer le rapport des vitesses de ces arbres en calculant d'abord séparément les vitesses des arbres intermédiaires.

Supposons une roue R<sub>1</sub> engrenant avec une roue R<sub>2</sub>, R<sub>2</sub> monté sur le même arbre que R<sub>3</sub> qui engrène avec R<sub>4</sub> - R<sub>4</sub> monté sur le même arbre que R<sub>5</sub>, qui engrène avec R<sub>6</sub>.

Nous avons, en appelant N<sub>1</sub> - N<sub>2</sub> - N<sub>3</sub> - N<sub>4</sub> - N<sub>5</sub> - N<sub>6</sub> les nombres de dents des pignons ; R<sub>1</sub> - R<sub>2</sub> - R<sub>3</sub> - R<sub>4</sub> - R<sub>5</sub> - R<sub>6</sub> et n<sub>1</sub> - n<sub>2,3</sub> - n<sub>4,5</sub> - n<sub>6</sub>, les vitesses des arbres.

On a :

1<sup>o</sup>

$$\frac{n_1}{n_{2,3}} = \frac{N_2}{N_1}$$

2<sup>o</sup>

$$\frac{n_{2,3}}{n_{4,5}} = \frac{N_4}{N_3}$$

3<sup>o</sup>

$$\frac{n_{4,5}}{n_6} = \frac{N_6}{N_5}$$

4<sup>o</sup>

$$n_{2,3} = n_1 \times \frac{N_1}{N_2}$$

5<sup>o</sup>

$$n_{4,5} = n_{2,3} \times \frac{N_3}{N_4} = n_1 \times \frac{N_1}{N_2} \times \frac{N_3}{N_4}$$

6<sup>o</sup>

$$n_6 = n_{4,5} \times \frac{N_5}{N_6} = n_1 \times \frac{N_1}{N_2} \times \frac{N_3}{N_4} \times \frac{N_5}{N_6}$$

7<sup>o</sup>

$$n_6 = n_1 \times \frac{N_1 \times N_3 \times N_5}{N_2 \times N_4 \times N_6}$$

La vitesse de la dernière roue est égale à la vitesse de la première multipliée par le produit des nombres de dents des roues menantes et divisée par le produit des nombres de dents des roues menées.

### VIS SANS FIN :

Pour transmettre le mouvement à un arbre perpendiculaire à l'arbre moteur, on peut utiliser la vis sans fin.

C'est un engrenage en forme de vis, la section des filets est celle d'une crémaillère.

La vis sans fin est de faible diamètre par rapport à la roue avec laquelle elle engrène.

Les dents de la roue ont la même section que celles des engrenages cylindriques, mais elles sont disposées suivant des hélices, au lieu d'être disposées suivant des génératrices.

Généralement, ces roues sont à gorge, c'est-à-dire qu'elles sont taillées extérieurement pour recevoir l'empreinte de la vis sans fin.

Pendant que la vis effectue un tour, la roue avance d'une dent, si c'est une vis à filet simple, de deux si c'est une vis à double filet, de trois si c'est une vis à triple filet.

Donc, si la roue porte  $N$  dents et si la vis est à simple filet, elle devra effectuer  $N$  tours pour que la roue tourne d'un tour.

### APPLICATION :

Soit une vis à simple filet engrénant avec roue de 120 dents et tournant à 600 tours / minute. Quelle vitesse aura la roue ?

Pour 120 tours de la vis, la roue tourne un tour.

Pour un tour de la vis, la roue tourne 120 fois moins, ou  $\frac{1}{120}$

Pour 600 tours de la vis, la roue tourne 600 fois plus ou  $\frac{600}{120} = 5$  tours / minute.

D'une façon générale, en appelant :

$n$ , le nombre de tours de la vis et  $i$  son nombre de filets par pas,

$n'$ , le nombre de tours de la roue,

$N$ , son nombre de dents,

on a :

$$n' = \frac{ni}{N}$$

En effet :

Si la vis est à simple filet, pour  $N$  tours de la vis, la roue avance de un tour.

Si la vis est à  $i$  filets, pour  $N$  tours de la vis, la roue avance de  $i$  tours.

Pour un tour de la vis, la roue avance de  $\frac{i}{N}$

Pour  $n$  tours de la vis, la roue avance de  $n' = \frac{ni}{N}$

Nota. — Les transmissions par vis sans fin ne sont pas réversibles, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible de mouvoir la vis en actionnant la roue.

### DÉSOLIDARISATION DES ENGRENAGES :

On trouve sur certaines machines des dispositifs qui permettent d'approcher ou d'écartier un pignon de l'arbre mené d'une roue de l'arbre menant, ou une vis sans fin de sa roue.

Cela permet d'entraîner ou non l'arbre mené lorsque l'arbre menant tourne.

# 10° Leçon

## CHAPITRE V

### CHANGEMENTS DE MARCHE

On entend par changement de marche dans une machine, le dispositif permettant de changer le sens de rotation de l'arbre mené, l'arbre moteur tournant toujours dans le même sens.

Les principaux dispositifs utilisés sont les suivants :

#### 1° DISPOSITIF PAR COURROIES :

Dans ce cas, on monte sur le même arbre deux groupes de deux poulies (poulie fixe et poulie folle).

L'un des groupes reçoit une courroie droite et l'autre une courroie croisée.

Une fourche d'embrayage permet de déplacer simultanément les deux courroies.

Lorsque les deux groupes de poulies n'ont pas le même diamètre, on obtient des vitesses différentes dans chaque sens.

On trouve une telle application sur les raboteuses.

Le changement de poulie est provoqué par le heurt de taquets sur la tringle de commande.

Cette tringle actionne les fourches à pivotement.

La figure 59 présente un tel dispositif.

Les fourches peuvent pivoter librement autour d'un pivot fixé à un support solidaire du bâti de la machine.

Ce support possède des glissières qui servent à guider le déplacement d'un tiroir portant des rainures.

Dans ces rainures sont engagés les pivots fixés en saillies sur les petits bras de leviers des fourches.

Lorsqu'on actionne le tiroir dans le sens de la flèche A, le levier D reste en place tandis que le levier E, entraîné par le pivot C déplace la courroie de la poulie folle sur la poulie fixe.

En agissant ensuite en sens inverse, on ramène d'abord le levier E à sa position primitive, puis on provoque ensuite le déplacement du levier D.

#### 2° DISPOSITIF A ÉQUIPAGE D'ENGRENAGES PIVOTANTS :

Cet équipage (fig. 60) est composé :

1° D'un support S oscillant autour de l'arbre mené et pouvant être manœuvré avec un levier L.

2° D'un pignon A, constamment en prise avec la roue C, clavetée sur l'arbre mené.

3° D'un pignon B, constamment en prise avec le précédent.

En faisant pivoter le support, on peut faire engrener avec la roue M, clavetée sur l'arbre menant, soit le pignon A, soit le pignon B.

Dans le premier cas, la roue C tourne dans le même sens que M.

Dans le deuxième, elle tourne en sens inverse.

Si l'on fixe le support dans une position intermédiaire, aucun des deux pignons A ou B ne venant engrener avec M, l'arbre mené reste immobile.

### 3° DISPOSITIF AVEC DOUBLE JEU D'ENGRENAGES D'ANGLE :

Deux pignons coniques A et B tournent fous sur l'arbre mené M.

Le pignon A est solidaire du pignon P, qui reçoit le mouvement de l'arbre menant (fig. 61).

Le mouvement est transmis du pignon A au pignon c par l'intermédiaire du troisième pignon conique C.

Les deux pignons A et B tournent donc en sens inverse.

Un manchon d'embrayage E peut être mis en prise, soit avec le pignon A, soit avec le pignon B. Comme il est claveté sur l'arbre M, il entraînera celui-ci, soit dans un sens soit dans l'autre.



# 11<sup>e</sup> Leçon

## CHAPITRE VI

### CHANGEMENTS DE VITESSES

Les changements de vitesse sont des mécanismes employés sur les machines pour obtenir la vitesse nécessaire au travail à effectuer.

Les plus utilisés sont les suivants :

#### 1<sup>o</sup> DISPOSITIFS PAR COURROIES :

Dans les transmissions par courroies, le dispositif le plus utilisé est celui par poulies cônes (fig. 62).

Sur chacun des deux arbres on monte, en sens inverse, un cône de poulies étagées.

Les deuxièmes étant semblables, il y a autant de gradins qu'on désire avoir de vitesses différentes.

En faisant passer la courroie d'un gradin à l'autre, on obtient autant de vitesses.

Parfois, au lieu d'utiliser des poulies à gradins, on utilise des tambours coniques (fig. 63).

#### 2<sup>o</sup> DISPOSITIF PAR COURROIES ET ENGRENAGES :

Le type en est le harnais d'engrenages qui comprend :

1<sup>o</sup> Sur l'arbre conduit :

a) Un cône de poulies, fou sur cet arbre ;

b) Un petit pignon  $a$  solidaire du cône ;

c) Une roue  $b$  de grand diamètre, solidaire de l'arbre et pouvant être solidarisée avec le cône à l'aide d'un boulon  $m$ .

2<sup>o</sup> Un arbre auxiliaire ou contre-arbre, sur lequel sont montés :

a) Une roue  $c$  de grand diamètre pouvant engrener avec le petit pignon  $a$  de l'arbre conduit ;

b) Un petit pignon  $d$  pouvant engrener avec la roue  $b$  de l'arbre conduit.

Ces deux engrènements sont simultanés.

Ils peuvent être obtenus, soit par un mouvement d'excentrique, soit par un glissement longitudinal.

Avec la courroie, on peut communiquer à ce cône autant de vitesses qu'il y a de gradins.

Si on veut que l'arbre conduit tourne à grande vitesse, ou à la volée, on solidarise la grande roue avec le cône.

Si on veut qu'il tourne à vitesse réduite, ou à engrenages, ou au harnais, on désolidarise la grande roue d'avec le cône et on embraille le harnais.

On double ainsi le nombre de vitesses obtenues avec le cône.

#### 3<sup>o</sup> DISPOSITIFS PAR ENGRENAGES :

En général le dispositif est logé dans un carter, dit boîte de vitesses.

On peut employer divers systèmes :

1<sup>o</sup> Dispositif par engrenages baladeurs (fig. 65) :

Un des arbres parallèles  $A$  porte deux pignons dentés  $R_1$  et  $R_2$ , clavetés sur lui.

L'arbre B porte les deux roues  $r_1$  et  $r_2$ , munies de clavettes couissant dans une rainure de l'arbre B et qui peuvent être amenées de façon à mettre en prise soit  $r_1$  et  $R_1$ , soit  $r_1$  et  $R_2$ .

Pour obtenir un plus grand nombre de vitesses, on peut combiner plusieurs systèmes d'engrenages doubles, analogues au précédent.

**2° Dispositif par engrenages constamment en prise et clavette coulissante (fig. 66) :**

Une série d'engrenages  $a b c d$  sont montés à demeure sur l'arbre A et engrenent constamment avec les roues  $a' b' c' d'$  portées par l'arbre B.

Une clavette coulissante peut solidariser l'un quelconque des engrenages  $a' b' c' d'$  avec l'arbre A, de façon à assurer l'entraînement d'un seul des couples d'engrenages en prise.

**3° Dispositif avec cone d'engrenages et satellite oscillant (fig. 67) :**

Une série d'engrenages est calée sur un arbre A.

Sur l'arbre rainuré B peut coulisser un pignon  $a$  qui engrene constamment avec un engrenage  $b$  porté par un levier pouvant osciller autour de l'arbre B.

Ce bâti peut être verrouillé en place de façon à ce que la roue  $b$  puisse engrener à volonté avec l'une quelconque des roues de la série d'engrenages clavetée sur l'arbre A.

## 12<sup>e</sup> Leçon

### DISPOSITIFS DE RETOUR RAPIDE :

Dans les machines où l'outil est animé d'un mouvement alternatif, il ne travaille que pendant une course.

Pour réduire la durée de la course improductive, on utilise des dispositifs de retour rapide.

**1° Dispositif à bielle pivotante :**

Une bielle A B articulée en A présente une coulisse dans laquelle se déplace un coulisser L solidaire d'un plateau O animé d'un mouvement de rotation continu uniforme.

L'extrémité B de la bielle est reliée au porte-outil à déplacer.

Pendant la course aller de la tête B, le coulisser L s'est déplacé de L en L', en suivant le trajet L M L'.

Pendant la course retour, le coulisser L se déplace de L' en L en suivant L' R L.

Comme le chemin L' R L est plus petit que le chemin L M L' et que la vitesse de rotation de L est uniforme, le retour s'effectue en un temps moindre que l'aller.

**2° Dispositif à manivelle excentrée (fig. 69) :**

Un coulisser C fixé à l'extrémité de la manivelle O C tourne à vitesse constante autour du point O.

Il glisse dans la coulisse d'une bielle A B, articulée en A, à l'intérieur du cercle décrit par le coulisser C. Le porte-outil est relié à la tête B.

La bielle A B décrit un demi-tour, soit quand le coulisser passe de C en C' par le chemin C M C', soit quand il passe de C' en C par le chemin C' R C.

Le chemin C' R C étant plus court que le chemin C M C', le retour s'effectuera plus vite que l'aller.

### ROCHET ET CLIQUET (fig. 70) :

Lorsqu'on veut faire avancer un arbre d'une fraction de tour par tour de l'arbre de l'arbre de commande, on utilise le système à rochet et cliquet.

Le cliquet articulé sur un pivot reçoit un mouvement circulaire alternatif.

Pendant sa course avant, il entraîne la roue dentée appelée rochet, sur les dents de laquelle il glisse pendant la course retour.

En modifiant le bras de levier de la manivelle commandant le cliquet, on modifie le nombre de dents dont avance le rochet à chaque course complète du cliquet.

## CHAPITRE VII.

---

### CAMES

---

Les cames sont des organes ayant pour but de transformer un mouvement circulaire continu en un mouvement rectiligne ou circulaire alternatif, qui ne pourrait être obtenu par un autre dispositif simple.

Les cames sont en fonte, en acier moulé ou forgé.

Dans ce dernier cas, elles sont trempées et rectifiées. Elles sont calées sur l'arbre de commande ou venues avec lui pour les petites dimensions.

Le plus souvent, c'est par leur position qu'elles agissent sur la tige à commander. Souvent un galet est placé à l'extrémité de la tige (fig. 71).

Parfois la tige porte un plateau ou un cadre dans lequel la came se déplace (fig. 72).

Il existe également des cames rainurées (fig. 73). Un galet solidaire de la tige se déplace dans une rainure pratiquée sur une des faces de la came.

# 13<sup>e</sup> Leçon

## CHAPITRE VIII

### RESSORTS

Un ressort est une pièce métallique susceptible de se déformer sous l'action d'un effort et de reprendre ensuite sa forme primitive lorsque l'effort a cessé.

Les ressorts sont presque toujours en acier, trempé et revenu.

On les utilise, soit pour amortir les chocs (tampons des wagons), soit pour obtenir des appuis présentant une certaine douceur (ressorts de suspension), soit pour appuyer une pièce contre une autre (ressort de cliquet), soit pour produire un mouvement d'horlogerie.

On peut les classer, suivant leurs formes, en :

- 1<sup>o</sup> Ressorts à lames ;
- 2<sup>o</sup> Ressorts en spirale ;
- 3<sup>o</sup> Ressorts à boudin.

#### 1<sup>o</sup> RESSORTS A LAMES :

Un ressort à lames (fig. 74) est constitué par une ou plusieurs lames de longueurs diverses, cintrées en arc, concentriques et superposées.

Pour que les lames restent appliquées les unes sur les autres, chacune d'elles porte généralement une nervure sur sa face inférieure qui pénètre dans une rainure de la lame placée en dessous.

Les diverses lames sont généralement assemblées par un ou deux boulons ou rivets. Une bride complète l'assemblage.

Généralement un ressort à lames est fixé en son centre par sa bride et soutenu à ses extrémités, qui peuvent être plates (ressorts à bouts plats) ou présenter des œillets formés par l'enroulement de la première lame (ressorts à menottes).

La lame la plus longue est appelée maîtresse lame ou maîtresse feuille.

La course totale d'un ressort est la déformation totale dont il est susceptible.

La charge d'aplatissement est la charge nécessaire pour obtenir cette déformation totale.

La flèche est la dénivellation entre le centre de la lame maîtresse et ses extrémités.

La flèche de fabrication est la flèche existante lorsque le ressort n'est soumis à aucun effort.

La flexibilité sous une charge donnée est la modification de la flèche que subit le ressort sous cette charge.

#### 2<sup>o</sup> RESSORTS EN SPIRALE :

Les ressorts en spirale peuvent être coniques (ressorts de choc des wagons) fig. 75) ou plats (ressorts de montre (fig. 76).

Ils sont constitués par une bande d'acier, parfois de section variable, enroulée en spirale.

Ils sont peu encombrants, mais leurs différentes spires travaillent d'une façon très inégale.

### 3° RESSORTS A BOUDIN :

Les ressorts à boudin sont formés par un fil métallique enroulé en hélice (fig. 77).

A ses deux extrémités, le fil est tordu en anneau.

Quelquefois, il constitue une spire plate à chacun des bouts du ressort (fig. 78).

On appelle spire la portion de fil comprise entre deux sections superposées du ressort par un même plan diamétral.

Les ressorts à boudin peuvent travailler, soit à la traction, soit à la compression.

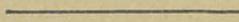
Les ressorts à boudin sont enroulés sur le tour.

Pour le fabriquer, le fil est appliqué sur un mandrin par une molette à gorge fixée sur le chariot du tour, pendant que la vis mère déplace celui-ci.

Une fois que l'outil n'appuie plus sur le mandrin, le boudin se déforme.

Il se déforme également au chauffage et à la trempe.

Il est donc nécessaire d'en tenir compte pour le choix du mandrin et du pas d'enroulement.



## 14<sup>e</sup> Leçon

### CHAPITRE IX

#### GUIDES DU MOUVEMENT RECTILIGNE

Dans les machines-outils un certain nombre d'organes animés d'un mouvement rectiligne doivent être guidés.

On utilise couramment l'assemblage à queue d'aronde, avec un dispositif permettant de rattraper le jeu (fig. 79).

Lorsque la pièce supérieure n'a pas tendance à basculer, on utilise l'assemblage à vé renversé (fig. 80).

Cette disposition ne nécessite pas de dispositif de rattrapage de jeu.

Lorsqu'une pièce doit coulisser dans une autre pièce, on fait passer les tiges dans des supports,

Les tiges sont le plus souvent cylindriques parce que l'usinage des trous ronds est plus facile à réaliser (fig. 81).

Sur les moteurs, les extrémités des pistons sont assemblées à des crosses de piston en acier moulé, astreintes à se déplacer dans des glissières.

C'est également sur la crosse que s'articule la bielle motrice (fig. 82).

La tige de piston conique s'ajuste dans un cône correspondant de la tête ; une clavette goupillée l'empêche de sortir.

Un trou au fond du logement de la tige permet de la chasser lors du démontage.

La tête de piston porte des coulisseaux en fonte qui peuvent être garnis d'antifriction et qui la guide entre les glissières.

On emploie pour ce guidage ou quatre ou deux glissières, ou même une seule (fig. 83 à 85).

Les glissières sont des barres d'acier dont une extrémité est fixée au fond arrière du cylindre et l'autre à un support spécial.

Des cales minces sont interposées entre les glissières et ses supports. En modifiant ces cales, on règle les glissières de manière à compenser les effets de l'usure, en les laissant toujours bien parallèles à l'axe du cylindre.

# 15° Leçon

## CHAPITRE X

### BIELLES ET MANIVELLES

Les bielles sont des organes rigides articulés à leurs deux extrémités à deux autres organes pour transmettre le mouvement de l'un à l'autre en le conservant ou en le transformant.

Les bielles motrices servent à transformer un mouvement rectiligne alternatif en circulaire continu, ou inversement.

Une bielle motrice s'articule à une extrémité sur un bouton de manivelle et à l'autre sur une crosse.

Les bielles d'accouplement servent à transmettre le mouvement de l'essieu moteur à un ou plusieurs autres essieux.

Dans une bielle, on distingue le corps et les têtes d'articulation.

La petite tête s'articule sur la crosse du piston, la grosse tête sur la manivelle.

La longueur de la bielle est la distance d'axe en axe des têtes.

Les corps de bielles peuvent être simples ou à fourche.

Les têtes de bielles peuvent être classées en :

1° Têtes de bielle à chape

2° — cage ouverte

3° — cage fermée

4° — cage rapportée

5° — bague

#### 1° TETE DE BIELLE A CHAPE (fig. 86) :

Elle est facile à démonter.

La chape fixée par clavette et contre-clavette maintient deux demi-coussinets en bronze, ou en acier régulé.

Dans ce dernier cas, on rapporte souvent des barettes et des cales en bronze, qui servent de sécurité au cas où le chauffage ferait fondre le régulé.

#### 2° TETE DE BIELLE A CAGE OUVERTE (fig. 87) :

Le corps de bielle terminé par une fourche qui embrasse les coussinets et est entretoisé par une plaque ajustée sur les branches de la fourche.

#### 3° TETE DE BIELLE A CAGE FERMÉE (fig. 88) :

La tête présente une cage dans laquelle on place les coussinets et leur dispositif de calage et de rattrapage de jeu à clavette ou à coin.

#### 4° TETE DE BIELLE RAPPORTÉE (fig. 89) :

Généralement l'extrémité de la bielle se termine en T.

Une traverse fixée par des boulons maintient les coussinets, généralement en acier régulé.

### 5° TÊTE DE BIELLE A BAGUE (fig. 90) :

Ces têtes ne sont généralement employées que pour les bielles d'accouplement, aucun réglage n'est possible.

La tête reçoit une simple bague en bronze ou en régule.

### MANIVELLES :

La manivelle (fig. 91) est un organe calé sur un arbre moteur pour lui transmettre l'effort moteur communiqué par la bielle et la tige de piston, ou inversement.

Les manivelles sont calées sur l'arbre par clavetage, ou emmanchées à la presse hydraulique.

Le bouton de manivelle qui reçoit l'effort de la bielle est lui-même le plus souvent emmanché dans la manivelle (fig. 92).

Pour les machines marines, les moteurs à explosions, on emploie des arbres coudés ou vilebrequins (fig. 93).

Ils sont forgés dans la masse de l'arbre quand ils sont de petites dimensions.

Les vilebrequins de fortes dimensions sont en plusieurs pièces.

Pour la mécanique à bon marché, on se contente de cintrer l'arbre.

On a alors le vilebrequin bric-à-brac (fig. 94).

### EXCENTRIQUE :

Les excentriques (fig. 95) remplacent le système bielle et manivelle lorsque l'effort à transmettre est peu important.

On les utilise surtout pour les commandes de distribution.

Elles peuvent être considérées comme des boutons de manivelles dont le diamètre est tel qu'il englobe l'arbre.

On comprend :

1° Le disque ou poulie d'excentrique ;

2° Le collier d'excentrique ;

3° La barre ou bielle d'excentrique.

Les disques d'excentrique se font presque exclusivement en fonte, parfois en bronze ou en acier moulé.

Ils sont en une ou deux pièces (fig. 96).

Ils présentent en général deux rebords pour guider le collier d'excentrique.

## Ajustements recommandés par le C. N. M.

Tolérances en microns ( $\omega = 0,001 \frac{m}{m}$ ) à la température de 20°

GROUPE H 7 Bonne mécanique								GROUPE H 8 Mécanique courante				GROUPE H 10 Mécan. ordinaire			
Diamètres	Alésage H 7	Arbres						Alésage H 8	Arbres			Alésage H 10	Arbres		
		e 7	f 7	g 6	j 6	m 6	p 6		d 8	f 8	h 8		d 10	h 10	
6 à 10	Max..	+15	-22	-11	-5	+6	+15	+25	+27	-35	-11	-0	+70	-35	0
	Min..	0	-40	-25	-15	-3	+6	+15	0	-65	-40	-27	0	-110	-70
10 à 18	Max..	+18	-30	-15	-6	+7	+13	+30	+32	-50	-15	0	+85	-50	0
	Min..	0	-50	-30	-18	-4	+7	+18	0	-85	-50	-32	0	-140	-85
18 à 30	Max..	+22	-40	-20	-8	+8	+22	+35	+40	-65	-20	0	+100	-65	0
	Min..	0	-65	-40	-22	-5	+9	+22	0	-105	-60	-40	0	-170	-100
30 à 50	Max..	+25	-50	-25	-9	+9	+25	+42	+45	-80	-25	0	+120	-80	0
	Min..	0	-80	-50	-25	-6	+10	+26	0	-125	-70	-45	0	-200	-120
50 à 80	Max..	+30	-60	-30	-10	+10	+30	+50	+55	-100	-30	0	+140	-100	0
	Min..	0	-100	-60	-30	-8	+12	+32	0	-155	-85	-55	0	-240	-140
80 à 120	Max..	+35	-70	-35	-11	+11	+36	+60	+62	-120	-35	0	+160	-120	0
	Min..	0	-120	-70	-35	-10	+14	+38	0	-185	-100	-62	0	-280	-160
120 à 180	Max..	+40	-35	-45	-13	+12	+40	+70	+70	-140	-45	0	+190	-140	0
	Min..	0	-140	-85	-40	-12	+16	+45	0	-210	-115	-70	0	-330	-190

### BONNE MÉCANIQUE (Soignée) :

L'alésage H 7 donne avec l'arbre e 7 un assemblage libre

— H 7	—	f 7	—	tournant
— H 7	—	g 6	—	glissant
— H 7	—	j 6	—	légèrement dur
— H 7	—	m 6	—	bloqué
— H 7	—	p 6	—	serré (pressé)

### MÉCANIQUE COURANTE :

L'alésage H 8 donne avec l'arbre d 8 un assemblage libre

— H 8	—	f 8	—	tournant
— H 8	—	h 8	—	glissant

### MÉCANIQUE ORDINAIRE :

L'alésage H 10 donne avec l'arbre d 10 un assemblage tournant

— H 10	—	h 10	—	glissant
--------	---	------	---	----------

# 16° Leçon

## CHAPITRE XI

### TUYAUX

#### GÉNÉRALITÉS :

Un grand nombre de matériaux peuvent être utilisés pour façonner les tuyaux.

Les tuyaux en fonte sont souvent utilisés pour les conduites souterraines d'eau ou de gaz. Ils sont très épais et par conséquent très lourds.

Les tuyaux en acier, de plus en plus utilisés, peuvent être obtenus par soudage à chaud ou autogène, (sans soudure par laminage) ou par rivetage lorsqu'ils sont de grand diamètre.

Les tuyaux en cuivre sont souvent utilisés dans les sucreries, les distilleries.

Les tuyaux en plomb sont utilisés presque exclusivement à l'intérieur des habitations pour les conduites d'eau et de gaz.

Leur diamètre varie de 10 à 80  $\frac{m}{m}$  et leur épaisseur de 2 à 10  $\frac{m}{m}$ .

Les tuyaux de plomb se recommandent par la facilité de pose, mais ils ne doivent pas être exposés ni à des chocs, ni à des tractions, ni à des liquides corrosifs.

Il convient de mentionner également les tuyaux en laiton, en bronze, en ciment armé, en terre cuite, en grès.

Le cintrage des tuyaux en cuivre s'effectue généralement à froid après remplissage de résine. Avant de la couler dans des tuyaux de faible diamètre, il est bon de les tiédir pour éviter que la résine ne se solidifie trop vite.

Le travail terminé, on réchauffe le tuyau progressivement par une de ses extrémités pour le vider.

Le cintrage des tuyaux en acier s'effectue à chaud, après les avoir remplis de sable de grès.

#### ASSEMBLAGE DES TUYAUX :

Les assemblages de tuyaux peuvent être classés en trois groupes :

1° Les assemblages par emmanchement à vis ;

2° Les assemblages par emboîtement ;

3° Les assemblages par brides rapportées.

1° Les assemblages par emmanchement à vis : Ils peuvent être réalisés soit par le vissage direct d'un tuyau sur l'autre, soit par utilisation d'un manchon (fig. 97).

Dans ce dernier cas, les extrémités des tubes à réunir sont filetées, l'une à droite, l'autre à gauche.

Quand on visse le manchon, on provoque le serrage des deux tubes à la fois.

Avant serrage, le filetage des tubes est enduit de blanc de zinc, ou mieux encore de filasse enduite de blanc de zinc.

2° Les assemblages par emboîtement diffèrent avec la nature du métal employé.

Pour le cuivre et le plomb, l'emboîtement se prépare en élargissant à l'aide d'un mandrin l'extrémité de l'un des tubes et en comprimant l'autre légèrement. On fait un cordon de soudure et on régularise à la lime.

Les joints à emboîtement et à cordon sont employés pour les tuyaux en fonte de distribution d'eau (fig. 98).

Les tuyaux sont goudronnés à chaud avant montage.

Ces joints permettent une légère élasticité.

Pour les confectionner, on commence par chauffer les tuyaux à feu doux.

On enroule une corde goudronnée jusqu'à mi-longueur de la tulipe, à moins qu'on ne préfère bourrer de la filasse entre les deux tuyaux.

On entoure le joint d'un bourrelet de terre glaise en ménageant un trou formant godet. Par ce trou, on introduit du plomb ou du mastic de fonte.

Pour remplacer un tuyau, il suffit de faire fondre le plomb.

Ce système est défectueux parce que le plomb n'adhère plus s'il se produit des tassements dans la conduite, ce qui provoque des fuites.

## 17<sup>e</sup> Leçon

3<sup>o</sup> Les assemblages par brides sont plus employés.

Les brides sont des collerettes percées de trous pour le passage des boulons.

Elles peuvent être brasées ou soudées sur les tuyaux (fig. 99).

Sur les tuyaux de grandes dimensions, elles peuvent être rivées.

On réunit les brides à l'aide de boulons après avoir interposé un joint.

Les faces des brides sont munies de rainures circulaires pour augmenter l'adhérence.

Pour les tuyaux en cuivre ou en plomb, on peut rabattre vers l'extérieur les bords des tubes et enserrer les deux bourrelets ainsi formés dans des brides folles (fig. 100).

Pour les tuyauteries en acier susceptibles de se déformer légèrement, on peut disposer entre les brides une bague en bronze dont les bords lenticulaires se logent dans des alvéoles sphériques des brides (fig. 101).

Sur les tuyauteries de vapeur, pour soustraire les conduites aux efforts dus à la dilatation, on emploie des joints glissants (fig. 102) qui comprennent un véritable presse-garnitures.

On peut également, dans le même but, disposer des lyres ou cols de cygne de dilatation

### JOINTS :

Le joint classique pour les joints de vapeur est le joint au mastic de minium.

Le mastic de minium est formé d'huile de lin, de blanc de zinc et de minium, dans lequel on incorpore une petite quantité d'étope de chanvre haché :

300	grammes	blanc de zinc
650	—	minium
50	—	huile de lin
1	—	étope

Il se conserve dans l'eau.

Pour faire le joint, on passe une légère couche de blanc de zinc sur les faces des brides préalablement dressées et nettoyées.

On place ensuite une fine tresse de chanvre qui serpente en contournant extérieurement les trous. On pose par-dessus un boudin de mastic de minium serpentant en sens inverse (fig. 103).

On opère de même, mais en sens inverse pour la bride opposée. On place les brides l'une sur l'autre et on serre les boulons.

Le carton d'amiante permet également d'effectuer de bons joints. Les feuilles les plus épaisses (2  $\frac{m}{m}$ ) servent à assembler les faces bossuées, lorsque les brides sont en bon état, les feuilles minces (1  $\frac{m}{m}$ ) sont préférables.

On découpe dans le carton des rondelles de la grandeur des joints à confectionner.

Si la rondelle a toute la largeur des brides, on y perce les trous des boulons d'assemblage. Mais les brides avec de grandes dimensions, on n'utilise que des couronnes venant simplement affleurer le corps des boulons.

Afin de ne pas déchirer le carton quand on défera le joint, on enduit une de ses faces ou bien l'une des brides, d'une couche d'huile de lin mélangée de plombagine, qui empêche le carton d'adhérer au métal.

On peut aussi exécuter des joints à l'aide de plusieurs bandes séparées qu'on assemble à mi-épaisseur sur leurs extrémités.

On remplace parfois le carton d'amiante par des cartons spéciaux, comme la klingérite.

Les joints qui ne sont pas soumis à la chaleur peuvent être assurés par une rondelle de matière plastique, telle que le cuir ou le caoutchouc.

Un métal un peu mou, comme le cuivre ou le plomb, écrasé entre les deux brides, peut assurer le joint : il convient que le cuivre forme un cadre continu, à section circulaire ou mieux anguleuse, cadre qu'on loge dans une rainure que porte une des faces à réunir.

On peut également employer des joints en métal blanc (joints autoclaves des chaudières) ou des joints métalloplastiques (cordons d'amiante enfermés dans un tube de cuivre rouge).

# 18° Leçon

## CHAPITRE XII

### PISTONS

Les pistons sont des organes destinés à recevoir et à transmettre la pression exercée par les fluides sur l'une de leurs faces ou à compresser ceux-ci.

Le piston se meut dans un cylindre qu'il partage en deux chambres. Pour qu'elles ne puissent communiquer, on a recours à une garniture.

Suivant que la garniture destinée à assurer l'étanchéité est disposée sur le cylindre ou sur le piston, on distingue le piston plongeur et le piston à plateaux ou à segments.

#### PISTONS PLONGEURS :

Les pistons plongeurs (fig. 104) sont pleins pour les petits diamètres et évidés dans les autres cas.

Ils sont surtout utilisés sur les pompes hydrauliques de compression.

#### PISTONS A SEGMENTS MÉTALLIQUES :

Ils sont à peu près exclusivement employés pour les gaz et les vapeurs. L'étanchéité est obtenue par l'élasticité propre des segments.

Ils sont, soit en fonte, soit en acier forgé ou moulé (fig. 105). Il existe également des pistons en bronze et en aluminium. L'étanchéité est obtenue par l'élasticité propre des segments.

Les segments sont des bagues élastiques en fonte ou en cuivre, qui assurent l'étanchéité.

Pour un cylindre à vapeur de 30 à 40  $\frac{\text{m}}{\text{m}}$ , on admet des segments de 30  $\frac{\text{m}}{\text{m}}$  de l'argeur et de 21  $\frac{\text{m}}{\text{m}}$  d'épaisseur, diamètre initial supérieur de 1  $\frac{\text{m}}{\text{m}}$  à celui du cylindre ; longueur du tronçon 30  $\frac{\text{m}}{\text{m}}$  ; épaisseur de la cale 2  $\frac{\text{m}}{\text{m}}$ .

Chaque segment est tourné à un diamètre légèrement supérieur, on le coupe et on en enlève un tronçon.

On l'amène alors sur le tour exactement au diamètre du cylindre, après avoir rapproché les deux extrémités, en interposant une cale afin qu'il reste un jeu entre les deux bouts de la bague en place, sinon la dilatation risquerait de la faire coincer.

Le joint brisé est préférable à la coupure droite parce qu'il ouvre un moindre passage à la vapeur.

A mesure que l'extérieur du segment et le cylindre s'usent le segment s'ouvre de plus en plus et il presse de moins en moins les parois.

Le joint, qui doit être étanche, n'est pas seulement celui du segment contre le cylindre sur lequel il frotte, mais aussi celui du plat du segment contre le bord de la rainure du piston.

Le changement de sens continu de la pression de la vapeur déplace le segment dans la gorge et en produit l'usure latérale.

Les segments cassés, non seulement laissent fuir la vapeur d'un côté du piston à l'autre, mais peuvent rayer le cylindre, les morceaux risquent de défoncer les plateaux en quittant leur logement.

Au piston évidé à simple toile, certains constructeurs préfèrent le piston creux à double toile, limité par deux parois planes (fig. 107).

Les fonds de cylindre sont alors plus simples, puisqu'ils ont également une face plane et n'épousent plus le profil refouillé du piston.

Le piston doit être solidement emmanché sur la tige car l'effort à transmettre est souvent considérable.

Un piston de 500  $\frac{m}{m}$  soumis à une pression effective de 12 kg./cm<sup>2</sup>, transmet une force de 23 kg. 500.

La contre-tige est de plus en plus employée, même pour les petits diamètres. Sans contre-tige, les grands pistons sont mal guidés et les tiges faussent fréquemment.

Le piston peut être entièrement supporté par la tige et la contre-tige, de sorte qu'il ne pose pas sur le cylindre.

#### **PISTONS RODES :**

Pour les petits alésages, on peut employer des pistons rodés (fig. 108).

L'étanchéité, si l'exécution est bonne, est parfaitement assurée. On doit toujours prévoir une rainure circulaire qui recueillera les saletés résultant d'une usure quelconque.

On peut augmenter le nombre de ces rainures et réaliser le piston en labyrinthe dans lequel les rainures sont remplies de liquide ou d'huile, si le piston agit sur des gaz.

On peut aussi munir en bout le piston d'une garniture en cuir.

#### **GARNITURES DE TIGES :**

Les presse-garnitures sont des organes destinés à empêcher le fluide contenu dans le cylindre d'une machine de s'échapper le long de la tige du piston.

Ils comprennent un corps, un chapeau et une garniture.

La tige du piston est guidée par la bague de fond et la bague de presse-garnitures en bronze (fig. 109)

Les fuites de vapeur sont arrêtées par la matière élastique comprimée entre les deux bagues.

On se servait autrefois uniquement de tresses en étoupe de chanvre, mais l'emploi de la vapeur à pression élevée et par suite très chaude en usage aujourd'hui les carbonise rapidement.

Pour remédier à cet inconvénient, on utilise presque uniquement sur les machines à vapeur des garnitures composées de bagues en métal antifriction.

Les presse-garnitures sont munis d'un godet graisseur et portent, en outre, un petit réservoir d'huile entourant la tige et renfermant une tresse de coton.

Le graissage doit toujours être fait avec soin, sinon les garnitures risquent de gripper et de fondre.

# 19<sup>e</sup> Leçon

## CHAPITRE XIII

### OBTURATEURS

On désigne sous le nom d'obturateurs des organes ayant pour but d'interrompre ou de rétablir la circulation des fluides dans les conduites.

#### CLAPETS :

Un clapet est une pièce articulée autour d'un axe fixe et s'appuyant pour la fermeture sur un siège.

Le clapet peut être métallique : dans ce cas, il est généralement articulé à charnière (fig. 110). Parfois cette charnière est constituée par une lamelle de cuir.

Mais, le plus souvent le clapet est souple, en caoutchouc ou en cuir (fig. 111). Dans ce cas, il est fixé par boulons sur le siège.

Un butoir C limite généralement la levée.

Dans les compresseurs d'air, on rencontre des clapets constitués par de minces lames d'acier flexibles, pouvant se déformer entre le siège et le butoir.

#### SOUPAPES :

Une soupape est un obturateur dont le déplacement s'effectue perpendiculairement au siège.

Si la levée s'effectue sous l'influence d'un excès de pression du fluide, la soupape est dite automatique.

Si l'ouverture, ou la fermeture, ou les deux, ont lieu sous l'action d'un mécanisme, la soupape est dite commandée.

Une soupape (fig. 112) est généralement constituée par un disque métallique (fonte, bronze ou acier) appelé clapet.

Elle repose sur son siège par une partie annulaire.

La soupape est guidée, par une ou deux tiges (fig. 113 et 114), ou par des ailettes (fig. 115) s'engageant dans des guides cylindriques venus avec le corps du siège, ou avec d'autres parties de la boîte à soupape.

La levée est limitée par un butoir.

Parfois la soupape circulaire est remplacée par un boulet, ou par un certain nombre de billes (fig. 116).

#### ROBINETS :

Un robinet est un obturateur manœuvré à la main.

#### 1<sup>o</sup> ROBINETS A SOUPAPE (fig. 117) :

Dans les robinets à soupape, les mouvements d'ouverture et de fermeture, sont commandés par une commande par vis et écrou.

Un robinet à soupape comprend :

- 1<sup>o</sup> Un corps dans lequel on a aménagé le siège de la soupape et un écrou ;
- 2<sup>o</sup> Une soupape ;
- 3<sup>o</sup> Une tige filetée servant à la manœuvre de la soupape, et munie d'un volant ;
- 4<sup>o</sup> Un presse-garnitures pour éviter toute perte de fluide le long de la tige de commande.

## 2° ROBINETS A BOISSEAU (fig. 118) :

Un robinet à boisseau comprend un corps appelé boisseau, dans lequel tourne à glissement doux un obturateur conique appelé carotte ou clé.

Dans les robinets ordinaires, l'extrémité de la carotte est terminée par une tige filetée.

La carotte est maintenue dans le boisseau par un écrou vissé sur la tige précédente et une rondelle interposée entre ledit écrou et le boisseau.

Le plus souvent, la tige de la carotte présente un méplat sur lequel on ajuste l'ouverture de la rondelle, qui suit ainsi tous les mouvements de la carotte.

Cette disposition empêche l'écrou de se desserrer pendant les manœuvres du robinet.

## 3° ROBINETS-VANNES (fig. 119) :

Les robinets vannes sont des obturateurs à glissement.

Ils sont plus étanches aux hautes températures que les robinets à boisseau.

Ils sont préférables également aux robinets à soupape, parce que dans ces derniers le passage du fluide n'est pas direct, d'où remous et perte de charge.

Ce sont les seuls qui sont employés pour les grosses conduites.

Le robinet-vanne du modèle de la ville de Paris représenté sur le croquis comprend :

1° Un corps constitué par deux pièces en fonte A et B. Les sièges J sont munis d'une garniture en bronze fixée par vis. Le corps est fermé à sa partie inférieure par une plaque C, maintenue par des goujons.

2° Un couvercle D, muni d'un presse-garnitures E, maintenu par des goujons à embase, qui servent également à fixer le chapeau F.

3° Un obturateur G en forme de coin, muni de parties frottantes K rapportées, en bronze ou en antifricition, et présentant une mortaise pour recevoir l'écrou de manœuvre H en bronze ;

4° Une vis I à filets cassés, en bronze, munie d'un collet, pris entre les deux faces planes d'une fraisure du couvercle D et d'une autre de la boîte à garniture E.

## BY-PASS :

L'effort pour ouvrir les robinets-vannes augmente avec le diamètre de l'orifice et la pression du fluide.

On peut réduire cet effort en admettant le fluide sur les deux faces des opercules au moyen d'un robinet auxiliaire de petites dimensions.

C'est à cette disposition qu'on a donné le nom de by-pass (fig. 120).

## 20° Leçon

### DEUXIÈME PARTIE

#### CHAPITRE I

### FORGEAGE MÉCANIQUE

Pour le forgeage mécanique, on emploie surtout les martinets, les marteaux à planche les moutons et les marteaux-pilons.

#### MARTEAUX A RESSORT OU MARTINETS :

Ils servent au forgeage des petites pièces. La masse tombante pèse de 30 à 85 kg. Ils sont actionnés, soit par cames, soit par bielle et manivelle ou excentrique (fig. 121). Un ressort emmagasine de l'énergie pendant la course ascendante du marteau et la restitue pendant la course descendante.

Le mouvement est communiqué à la poulie par une courroie.

Suivant que le galet tendeur appuie ou non sur la courroie, le marteau fonctionne ou non.

#### MARTEAUX A PLANCHE :

La masse d'un poids maximum de 500 kg. tombe sous son seul poids.

Elle est supportée par une planche en hêtre. Cette dernière passe (fig. 122) :

1° Entre deux mors de serrage commandés par un levier relié à une tringle et à une pédale. Ces mors servent à immobiliser la planche, quand ils sont appliqués contre elle.

2° Entre deux rouleaux releveurs tournant en sens inverse, entraînés par une courroie.

L'un des galets est susceptible d'être rapproché ou écarté à volonté de la planche.

Lorsqu'il est en contact avec elle, il la fait remonter, s'il s'en écarte, il la laisse tomber.

Le fonctionnement des galets est commandé par la chute ou le relèvement du marteau.

La chabotte, qui supporte l'étampe, pèse environ 20 fois autant que le marteau. Elle repose sur un matelas de pièces de bois.

#### MOUTON :

Dans le mouton (fig. 123) la masse tombante, qui peut peser plusieurs tonnes, est relevée par une corde ou une courroie.

Lorsqu'on lâche brusquement cette dernière, la masse tombe en chute libre.

Un mouton comprend :

Un bâti en charpente métallique ;

Une masse qui tombe en coulissant entre deux glissières ;

Une chabotte placée entre les pieds du bâti et bien solidaire du massif des fondations.

Le mouvement est communiqué, soit par une transmission d'atelier, soit par un moteur électrique spécial à l'engin.

La corde ou courroie peut avoir un brin libre, sur lequel on tire. Elle adhère alors à la poulie, ce qui provoque le relevage de la masse.

Dès qu'on cesse de tirer, elle retombe librement et brusquement.

Mais sur les marteaux modernes, la courroie enveloppe les trois quarts de la circonférence du tambour de friction.

Par l'intermédiaire d'un levier de commande et d'un rouleau, on peut la serrer contre le tambour pour produire l'entraînement.

Pour faire tomber la masse de choc, on décolle la courroie avec une poulie folle extensible à ressort, placée au milieu du limbe de tambour de friction.

Un frein permet de pincer la courroie pour la maintenir suspendue en un point quelconque de sa course.

## 21<sup>e</sup> Leçon

### MARTEAUX-PILONS A VAPEUR ET AIR COMPRIMÉ :

Dans les marteaux-pilons à vapeur (fig. 124), le relevage de la masse tombante s'effectue au moyen de la vapeur.

Les marteaux les plus puissants ont un poids de 125 tonnes et une course de 6 mètres. Ils sont en général à simple effet.

A l'aide d'un tiroir, on admet de la vapeur sous le piston pour le soulever.

Lorsque ce dernier atteint la limite de sa course ascendante, il découvre une rangée d'orifices par lesquels la vapeur s'échappe, ce qui empêche le piston de remonter trop haut.

En évacuant la vapeur par le tiroir, le marteau, qui n'est plus soutenu, retombe en chute libre.

Dans les marteaux-pilons à double effet, on admet la vapeur au-dessus du piston pendant la course descendante (fig. 125).

Les marteaux-pilons à air comprimé fonctionnent exactement de la même façon.

Ils présentent l'avantage de ne pas avoir de condensation de vapeur, qui fait suinter les joints et rouiller les canalisations.

### MARTEAUX PNEUMATIQUES OU ATMOSPHERIQUES :

Dans ces marteaux (fig. 126) un mouvement alternatif est transmis par bielle et manivelle à un double piston enfermé dans un cylindre C F qui coulisse dans un cylindre guide G C alésé dans le bâti.

Le cylindre C F porte la frappe F'.

Le matelas d'air alternativement dilaté et comprimé donne une grande élasticité au mouvement.

### PRESSES A FORGER :

Les presses à forger sont presque toujours des presses hydrauliques dont le ou les pistons plongeurs sont solidaires du marteau.

Le métal est déformé sous l'action d'une pression continue et non plus sous l'action d'un choc.

Une presse pouvant exercer un effort de 1.000 kg. peut remplacer un pilon de 10 tonnes et permet de forger des lingots jusqu'à 10 tonnes.

Il existe également des presses mécaniques, dont l'aspect est analogue à celui des poinçonneuses (fig. 127).

### ESTAMPAGE :

L'estampage ou matriçage consiste à reproduire par choc un certain nombre d'objets semblables à un modèle donné.

On peut opérer en partant directement de la barre, c'est-à-dire sans ébauche préalable, mais pour des pièces tourmentées on doit y recourir.

On obtient ainsi une répartition préalable du métal qui influe sur la conservation des matrices.

Les matrices sont des blocs en acier dur qui représentent en creux les pièces à obtenir. Généralement, on emploie deux matrices.

L'ébauchage peut se faire au pilon ou au mouton, quelquefois on a recours à une véritable matrice d'ébauche.

Pour de petites pièces, l'ébauchage se fait sur barres, pour les plus grosses, on travaille sur morceaux.

L'estampage agit surtout par compression et cela d'autant plus que l'ébauchage a été plus poussé.

Il s'opère à la presse ou au mouton. La presse est réservée aux gros travaux où le poids du mouton deviendrait trop considérable.

Elle forge plus à cœur que le mouton, son action prolongée ayant eu le temps de se transmettre aux couches les plus profondes du métal, plus fluides et par conséquent moins résistantes.

Toutefois les presses exigent des installations encombrantes, des pressions élevées.

En raison de la lenteur de leur action, elles ne peuvent convenir que pour de grosses pièces, car le métal se refroidirait trop rapidement.

L'ébauchage des pièces estampées se fait dans des presses spéciales, soit à froid ou à chaud, selon les quantités de métal à enlever, soit en se servant de moutons ou de pilons dont la matrice ordinaire est remplacée par une matrice à ébarber.

On décape ensuite au sable ou dans un bain d'eau acidulée de 10 % d'acide sulfurique.

Le décapage débarrasse la pièce de la couche d'oxyde plus ou moins épaisse qui la rend inattaquable à l'outil.

#### **EMBOUTISSAGE :**

L'emboutissage est une variante de l'estampage. Il s'applique aux pièces de faible épaisseur, pour obtenir les formes creuses, dites embouties.

Le travail se fait sur la presse mécanique.

Le disque de métal ou flan reçoit concentriquement et extérieurement au poinçon qui emboutit, une pression qui oblige ce métal à glisser vers la matrice entre deux surfaces métalliques, de façon à ce qu'il ne se forme pas de pli dans ce glissement.

Les presses à emboutir possèdent deux coulisseaux mus chacun par un mécanisme différent.

L'un, intérieur, actionne le poinçon emboutisseur, l'autre applique le presse-flan contre le flan.



## 22° Leçon

---

### CHAPITRE II

---

### CISAILLAGE

---

Le cisailage a pour but de donner aux métaux les contours déterminés par le traçage. Pour des feuilles minces, on peut utiliser des cisailles à main, qui ont un aspect analogue à de gros ciseaux.

Pour les grosses tôles, on emploie des cisailles mécaniques (fig. 128).

Les lames en sont presque toujours droites, quelquefois elles sont circulaires.

Dans les cisailles à lames droites, 2 lames sont en acier trempé.

L'une d'elles est fixe, l'autre mobile, distantes d'environ  $0 \frac{m}{m} 05$ .

Chacune de ces lames a un angle au sommet d'environ  $85^\circ$  (fig. 129).

L'arête de la lame mobile est inclinée avec une pente d'environ  $1/6$  de celle de la lame fixe. Cette disposition permet d'attaquer la matière progressivement et non sur toute sa largeur à la fois.

Les cisailles sont toujours munies d'un volant très lourd, qui emmagasine de l'énergie et évite des à-coups à la source motrice.

Une cisaille comporte essentiellement :

Un bâti robuste, muni de deux bras, l'un fixe, l'autre mobile ;

Un dispositif de réduction de vitesse par engrenages, communiquant le mouvement à un excentrique qui fait mouvoir verticalement le porte-lame mobile ;

un levier manœuvré à la main permet le débrayage de l'outil.

Il convient de signaler également la cisaille pour coupage des tubes à froid. Elle comprend trois galets biconiques qui enveloppent le tube à couper.

Deux sont fixés dans l'armature de l'appareil, le troisième est maintenu dans une chape mobile sur laquelle s'exerce la pression d'une vis qui sert en même temps de levier pour la rotation autour du tube.

On opère par passes successives, en resserrant chaque fois la chape, jusqu'au sectionnement complet du tube.

## CHAPITRE III

---

### POINÇONNAGE

---

Le poinçonnage permet de percer en une seule fois des trous d'une forme quelconque dans des tôles.

Les poinçonneuses sont analogues aux cisailles.

La lame fixe est remplacée par une matrice, la lame mobile par un poinçon.

La partie inférieure du poinçon est concave pour permettre au flan découpé de se détacher progressivement et non d'un seul coup.

L'extérieur du poinçon présente de la dépouille vers le haut, pour éviter le frottement sur le tranchant de la matrice.

Souvent le poinçon porte un téton pour guider l'outil et éviter son glissement sur la tôle.

La matrice présente de la dépouille vers le bas pour faciliter l'expulsion des flans.

L'opération du poinçonnage désagrège le métal dans la partie voisine du trou, et diminue sensiblement sa résistance, mais elle est très rapide.

Le poinçonnage n'est employé que pour les pièces ne devant pas subir de grande fatigue.

Il existe des poinçonneuses à main dans lesquelles la pression est exercée par un levier dont l'extrémité est actionnée par la manœuvre d'une vis sur laquelle on agit à la main.

## 23° Leçon

### CHAPITRE IV

## GÉNÉRALITÉS SUR LES OUTILS DE COUPE

Dans la partie de l'outil qui travaille, on distingue (fig. 130) :

1° L'angle de l'outil ou de taillant, formé par deux faces de l'outil.

2° L'angle d'incidence de face ou de dépouille A entre la tangente à la pièce au point d'attaque et la face inférieure du taillant. Il évite à l'outil de talonner, c'est-à-dire de frotter contre la pièce par son talon H.

3° L'angle de dégagement de face C, entre la perpendiculaire à la tangente (prolongement du rayon de la pièce) et la face supérieure du taillant.

De toutes façons, on a  $A + B + C$

4° L'angle de coupe  $A + B$  formé par l'angle de la face d'attaque de l'outil et la tangente à la pièce au point d'attaque.

L'angle de coupe varie avec la nature du métal travaillé.

On adopte les grandeurs ci-après pour les divers métaux :

Angles	Fer forgé et acier doux	Fonte	Laiton et acier fondu	Aluminium	Observations
De coupe $A + B$ .....	60 à 70°	65 à 80°	75 à 90°	38 à 45°	Pour le laiton l'angle C est nul.
De dépouille A.....	4°	3°	3°	8 à 10°	
De l'outil B.....	54 à 66°	62 à 77°	72 à 87°	30 à 35°	
De dégagement C.....	20 à 30°	10 à 25°	0 à 15°	45 à 52°	

En examinant de profil un outil de tour, on remarque qu'il présente encore de la dépouille latérale D pour éviter de talonner sur la partie de la pièce non coupée.

Sa valeur varie généralement entre 5 et 10°.

Un outil de tour présente également un angle de dégagement latéral E qui a pour but d'aider à la séparation du copeau en éloignant de la partie restante la partie coupée placée au-dessus de la face O Q.

Pour éviter de stocker une trop grande quantité d'outils, on s'est astreint à n'en utiliser que quelques types, appelés types Standard.

## 24° Leçon

### VITESSE DE COUPE :

Les vitesses de coupe à adopter sont limitées par la puissance de la machine dont on dispose et sont fonction de l'avance et de la profondeur de la coupe.

Mais on ne doit pas excéder certaines vitesses, variables avec la nature de l'outil et du métal travaillé, sous peine d'être obligé de recourir à de trop fréquents affûtages.

Le commandant Denis, qui a étudié spécialement la question, a démontré que pour tout métal donné, travaillé avec un métal donné, il existe une vitesse de coupe, dite vitesse de moindre usure, que nous appellerons  $V_0$  qui correspond à un débit maximum sans réaffûtage (fig. 131).

Quand on n'a pas intérêt à obtenir le débit maximum entre deux réaffûtages, c'est-à-dire, quand on n'utilise pas des outils de forme, ou que le réglage de l'outil n'est pas difficile, on utilise des vitesses supérieures à  $V_0$ .

Le meilleur régime économique est obtenu en prenant la vitesse de coupe :

$$V_e = V_0 + \frac{1}{3} V_0$$

Le débit moyen correspondant est égal à environ la moitié du débit obtenu, en travaillant à la vitesse  $V_0$ .

La vitesse limite c'est-à-dire la vitesse de coupe qui produirait l'émoussement immédiat de l'outil est égale environ à  $V_0 + 2/3 V_0$ .

Mais la vitesse  $V_0$  correspondant au débit maximum varie lorsqu'on donne aux copeaux des dimensions différentes (variation de la profondeur de coupe et de l'avance) bien que le débit maximum qui puisse être obtenu reste sensiblement le même. Pour des vitesses de moindre usure différentes, les avances et profondeurs de coupe sont reliées par la relation

$$A_0^2 L_0 V_0^3 = A^2 L V^3$$

dans laquelle  $V_0$  et  $V$  indiquent les 2 vitesses de moindre usure en  $\frac{m}{m}$

$A_0$  —  $A$  — 2 avances en  $\frac{m}{m}$  par tour  
 $L_0$  —  $L$  — 2 profondeurs de coupe en  $\frac{m}{m}$ .

Des règles à calcul spéciales permettent de calculer facilement les vitesses et avances à employer en connaissant la vitesse de moindre usure correspondant à une avance et une profondeur de coupe. Etant donné la complexité des calculs, l'ouvrier travaillera avec des données moyennes, si des indications précises ne lui sont pas fournies par un Bureau d'organisation du travail.

En général, pour les passes dégrossisseuses, on choisit l'avance égale au 1/3 ou au 1/4 de la profondeur de coupe. Après dégrossissage, il doit rester, pour enlever au finissage une épaisseur de métal d'environ 1  $\frac{m}{m}$ . La profondeur des passes est réglée par la puissance de la machine.

Le tableau ci-après donne les valeurs des vitesses de moindre usure en mètres /minute.

NATURE de la matière usinée	OUTILS en acier au carbone			OUTILS en acier rapide ordinaire			OUTILS en acier rapide supérieur			OBSERVATIONS
	Chariotage à sec	Fraisage lubrifié	Perçage lubrifié	Chariotage à sec	Fraisage lubrifié	Perçage lubrifié	Chariotage à sec	Fraisage lubrifié	Perçage lubrifié	
Laiton . . . . .	22	20	31	52	24	63	62	30	78,0	Les conditions types de coupe sont les suivantes : 1° Chariotage Avances $A_0 = 0 \frac{m}{m} 5$ Largeur de coupe : $L_0 = 5 \frac{m}{m}$ . 2° Fraisage : Avance unitaire (pour dent et par tour) $A_0 = 0 \frac{m}{m} 05$ . Somme des largeurs de coupe et de passe $L_0 = 80 \frac{m}{m}$ . 3° Perçage : Avance par tour : $A_0 = 0 \frac{m}{m} 25$ . Diamètre du foret : $L_0 = 25 \frac{m}{m}$ .
Bronze 90/10..	19	19	25	45	22	48,50	54	28	59,50	
Bronze 88/12..	17	18	19,50	39	20	41	45	25	47	
Bronze dur...	15	17	15,50	34	18	31	41	23	37	
Fonte grise ( $\Delta$ 150) ou acier à 30 kg. . . . .	13	16	12,50	30	17	25	36	21	30	
Acier à 40 kg..	11	14	9,50	26	15	17	31	19	22	
— 50 kg..	9	13	6	22	14	12	26	18	15,50	
— 60 kg..	7	12	4	18	13	8	22	16	11	
— 70 kg..	6	11	2,4	15	12	5	18	15	8,50	
— 80 kg..	5	10	0,80	12	11	3	14	13	5,50	
— 90 kg..	3	9,50	—	9	10,50	2	11	12	2,80	
— 100 kg..	2	9	—	6	10	0,80	8	11	1,50	
Fonte acérée ( $\Delta = 250$ ) ..	1,50	8,50	—	5	9,50	0,55	6,50	10,50	0,80	
Acier 110 kg. ou acier dur au nickel. . . .	1	8	—	4	9	0,24	5	10	0,40	

## 25° Leçon

### CHAPITRE V

## PERÇAGE

### FORETS HÉLICOÏDAUX

#### DESCRIPTION :

Le foret hélicoïdal est un outil de perçage qui est obtenu, soit par un fraisage d'une barre cylindrique d'acier à outil, soit par forage et torsion d'une lame d'acier.

Il comporte 3 parties principales : la pointe, le corps et la queue (fig. 132).

La section transversale du foret hélicoïdal n'est pas un cercle. Sa périphérie est dégagée à l'arrière de chacune des deux rainures, de façon à ne laisser le long de la rainure qu'une partie étroite A B appelée marge ou cordon au diamètre exact du foret.

La partie B C sur laquelle le diamètre du foret se trouve réduit s'appelle le dos. Ce dégagement, en diminuant la surface de contact du foret dans le trou réduit l'effort de frottement et évite que le foret s'échauffe, se détrempe et produise des rugosités dans le trou percé.

#### AFFÛTAGE DES FORETS :

Si un foret ne coupe pas ou se brise, c'est à la déféctuosité de l'affûtage qu'il faut généralement l'attribuer.

L'affûtage à la main est très délicat.

Pour obtenir un affûtage soigné, il faut utiliser une machine à affûter.

Un affûtage soigné sous-entend :

1° Que les deux lèvres de coupe ont la même inclinaison sur l'axe du foret.

L'angle de la pointe doit être d'environ 120°.

2° Que les deux lèvres de coupe sont en outre bien droites et ont la même longueur.

Il n'y a que si les conditions ci-dessus sont rigoureusement observées que le trou percé sera parfaitement rond et lisse.

L'inclinaison et la longueur des lèvres se vérifient avec un appareil spécial représenté sur la figure 133.

Un autre facteur très important à observer dans l'affûtage des forets est l'angle tranchant (fig. 134).

Cet angle doit être tel que la pointe tranchante *b* soit toujours plus basse que la partie *c* de l'arête de la partie arrière.

Il est clair qu'un foret affûté, où le point *c* du talon est à la même hauteur que le sommet *b* de la lèvre n'a aucune dépouille.

Dans le cas contraire, si le sommet *b* de la lèvre est franchement plus bas que le point *c*, c'est l'indication d'une dépouille, mais cela ne précise pas si elle est trop forte ou trop faible.

On peut se rendre compte de la corerction de l'angle tranchant en examinant le foret en bout.

L'angle tranchant est considéré comme bon quand la ligne des pointes (*a b*) intersection des deux surfaces gauches formant la pointe *m n* du foret fait avec chacune des lèvres un angle de 125° à 135° (fig. 135) ce qui correspond à un angle de dépouille de 10 à 15°.

Un angle moindre de 125° indique une dépouille insuffisante et dans ces conditions, le foret talonne et ne coupe pas franchement.

Comme angle tranchant, on peut toujours adopter celui qui est donné naturellement pour les machines à affûter.

Pour augmenter la facilité de pénétration des forets en pleine matière, on doit amincir la pointe  $mn$  de l'âme (fig. 137) de préférence avec une meule émeri.

Cette opération s'appelle l'appointissage.

On peut adopter comme bases le tableau suivant :

Dimensions des forets	Appointissage
12 $\frac{m}{m}$	0,8 $\frac{m}{m}$
20 $\frac{m}{m}$	1,5 $\frac{m}{m}$
25 $\frac{m}{m}$	2,5 $\frac{m}{m}$
35 $\frac{m}{m}$	3 $\frac{m}{m}$
50 $\frac{m}{m}$	4 $\frac{m}{m}$
75 $\frac{m}{m}$	5,5 $\frac{m}{m}$

## 26<sup>e</sup> Leçon

### MONTAGE DES FORETS DANS LES PERÇEUSES :

Le mode d'emboîtement des forets dans les porte-forets le plus pratique et le plus généralement employé est l'emboîtement conique, qui donne une adhérence latérale entre la queue du foret et son logement d'autant plus grande que la pression longitudinale est plus forte, de plus aussitôt emboîté, le foret se trouve centré automatiquement.

Le cône d'emboîtement adopté le plus fréquemment est le cône Morse (fig. 137) dont l'angle au sommet est d'environ  $2^{\circ} 1/2$ .

Il se fait en six grandeurs dont les dimensions sont données par le tableau ci-après :

	N <sup>o</sup> 1	N <sup>o</sup> 2	N <sup>o</sup> 3	N <sup>o</sup> 4	N <sup>o</sup> 5	N <sup>o</sup> 6
Gros diamètre du cône $D$ .	12,06	17,78	23,83	31,27	44,40	63,35
Petit diamètre du cône $d$ .	8,96	14,04	19,19	26,17	36,57	52,42
Longueur du cône $l$ . . . . .	61,90	74,60	93,60	117,50	149	209,5
Longueur de la queue du foret $L$ . . . . .	68,30	81	100	130	162	222
Longueur du tenon $b$ . . . . .	8	9,5	14	16	19	25
Épaisseur du tenon $e$ . . . . .	5,2	6,3	8	12	16	19
Rayon de raccordement du tenon $r$ . . . . .	10	10	11	11	13	18

Lorsqu'une machine est alésée au cône Morse n<sup>o</sup> 4 par exemple, et qu'on doit faire usage d'un foret dont la queue est au cône Morse N<sup>o</sup> 1, on emploie comme intermédiaire des douilles de réduction à emboîtements successifs.

Ces douilles sont tournées intérieurement et extérieurement à l'un des six numéros du cône Morse et peuvent ainsi se loger toutes les unes dans les autres.

Pour sortir du porte-forets un foret à queue conique ou des douilles de réduction, il ne faut jamais frapper avec un marteau ou un outil quelconque sur le foret lui-même ou sur la douille ; il faut avoir soin d'introduire dans la lumière du porte-forets une broche ou une clavette sur laquelle on fait levier afin de décoller le foret en agissant par pression sur sa tête.

On ne risque ainsi ni de briser le foret, ni de le fausser, ni de faire naître sur les bords des douilles de réduction des bavures qui empêcheraient par la suite le foret de tourner rond.

Les forets de faible diamètre ont des queues cylindriques.

On les place dans des mandrins de serrage, qui ont une queue conique (fig. 138).

Le mandrin de serrage concentrique serre la queue du foret par trois coins qu'on peut approcher ou écarter les uns des autres.

Ils glissent dans les logements pratiqués sur la partie centrale du mandrin et inclinés sur l'axe de ce dernier.

Ils portent sur leur partie extérieure les dents d'un filetage. Les creux de ce dernier pénètrent dans les saillies d'une bague-écrou, dont la partie extérieure est moletée.

La rotation de la bague provoque le glissement des coins, et par conséquent leur rapprochement ou leur écartement.

### EMPLOI DES FORETS :

Lorsque les lèvres d'un foret s'écaillent, s'égrènent, s'usent trop vite ou que le foret se fend longitudinalement, c'est que l'avance est trop grande ou que l'affûtage est défectueux.

Si l'angle extrême des deux lèvres d'un foret correctement affûté s'émousse, s'égrène ou s'use rapidement, c'est que la vitesse employée est trop grande.

On peut admettre les avances ci-après :

Foret de moins de 11 mm. :	De 0,1 à 0,175 mm. /tour
— 11 à 20 mm. :	— 0,18 à 0,20 mm. /tour
— 21 à 31 mm. :	— 0,20 à 0,30 mm. /tour
— > 30 mm. :	— 0,30 à 0,40 mm. /tour

On peut adopter couramment pour le travail de l'acier doux avec lubrification une vitesse de coupe de 10 mm. /mn. avec des forets en acier rapide.

## 27<sup>e</sup> Leçon

### MACHINES A PERCER

On peut distinguer :

- 1<sup>o</sup> Les perceuses portatives
  - a) Electriques
  - b) Pneumatiques
- 2<sup>o</sup> Les perceuses fixes :
  - a) Sensitives
  - b) A colonne
  - c) Radiales

Quel que soit le type de perceuse, l'outil est animé d'un mouvement de rotation et d'un mouvement de pénétration suivant son axe.

### PERCEUSES PORTATIVES :

Les perceuses portatives électriques sont constituées par une carcasse métallique dans laquelle est disposée un moteur électrique.

Ce dernier entraîne la broche par l'intermédiaire d'engrenages.

Des poignées servent à la maintenir ; un commutateur permet la mise en route et l'arrêt. Un câble souple amène le courant.

La pénétration du foret peut être obtenue par l'ouvrier en appuyant avec sa poitrine sur une plaque disposée à l'arrière de la machine.

Cette plaque peut être remplacée par une tige filetée pourvue d'une pointe. Un croisillon permet de la manœuvrer.

La pointe est appuyée contre une pièce fixe et la rotation du croisillon provoque l'avance du foret.

Généralement, la masse d'une perceuse électrique peut être reliée par un fil à une prise de terre, voisine de la prise de courant.

En cas de mauvais isolement des conducteurs de la perceuse, les dangers d'électrocution sont ainsi évités.

Il est recommandé de toujours commencer par relier le fil souple d'aménée de courant, d'abord à la perceuse, puis à la prise de courant.

Les perceuses pneumatiques sont construites d'une façon analogue aux perceuses électriques, le moteur électrique étant ici remplacé par un moteur à air comprimé.

#### **PERCEUSES SENSITIVES :**

Dans les perceuses sensibles (fig. 138), la pression sur le foret s'exerce exclusivement à la main et de telle façon que la seule résistance opposée à la descente du foret soit celle du métal à percer.

L'ouvrier perçoit l'effort qu'il exerce, peut le modifier instantanément, par réflexe, pourrait-on dire, et éviter ainsi les ruptures fréquentes des forets, ruptures résultant d'une descente trop rapide.

Elles conviennent surtout pour le perçage des trous de faible diamètre.

#### **PERCEUSES A COLONNE :**

Dans ces perceuses (fig. 140), l'avance du foret est automatique.

On leur donne le nom de perceuses à colonne parce que le bâti comprend essentiellement une colonne qui supporte la broche et ses dispositifs d'entraînement et le plateau porte-pièce.

#### **PERCEUSES RADIALES :**

Les perceuses radiales (fig. 141) sont des perceuses qui peuvent attaquer dans toutes inclinaisons tous les points d'un secteur cylindrique.

Un bras portant le chariot porte-outil peut pivoter autour d'une colonne fixée au bâti, ou du bâti lui-même.

Le chariot permet d'orienter l'outil dans une direction formant un angle quelconque avec l'axe du bras et dans un plan parallèle à cet axe.

#### **PERCEUSES MULTIPLES :**

Ce sont des machines qui permettent de percer plusieurs trous simultanément. Elles comportent autant d'arbres porte-forets que l'on se propose de percer de trous à la fois.

Le plus souvent, elles sont conçues pour un travail bien déterminé.

#### **TRAVAIL A LA LAME SUR LES PERCEUSES :**

Les lames sont de petites barres d'acier qu'on monte dans un porte-lame et qui servent soit à dresser des bossages, soit à aléser des trous préalablement percés (fig. 142).

Le porte-lame est lui-même emboîté dans le porte-forets de la machine comme un foret ordinaire.

Il est indispensable, pour qu'il n'y ait pas broutage que le porte-lame soit guidé rigide-ment à ses deux extrémités.

A cet effet, l'extrémité du porte-lame est terminée par un pilote constitué par une rondelle maintenue à l'aide d'une vis à tête noyée.

On peut aussi facilement changer la tête du pilote. On lame toujours à faible vitesse.

Pour obtenir un beau poli dans le fer ou l'acier on doit arroser convenablement la lame.

Le bronze et la fonte se lament à sec.

#### **TARAUDAGE SUR PERCEUSE :**

Il est possible de tarauder sur perceuses en employant des appareils spéciaux qu'on intercale entre la broche et le taraud.

Un tel appareil comporte dans un petit carter un système d'engrenages ou de friction assurant malgré la rotation continue de la broche dans un certain sens, un changement du sens de rotation du taraud, quand il a terminé la descente.

## 28<sup>e</sup> Leçon

### CHAPITRE VI

## TOURNAGE

### GÉNÉRALITÉS :

Le tour est une machine à outil tranchant imprimant à la pièce à usiner, un mouvement circulaire, pour le façonner en rond.

Un tour à charioter (fig. 143) comprend :

Un bâti ou banc ;

Un dispositif servant à maintenir la pièce et à lui communiquer un mouvement de rotation (poupée fixe - poupée mobile) ;

Un dispositif servant à la fixation de l'outil et à son déplacement (traînard - barre de chariotage - vis mère).

Le banc est en fonte, le dessus reçoit la poupée fixe, la poupée mobile et le traînard.

Il est supporté par quatre pieds.

La poupée fixe est maintenue à une extrémité du banc par l'intermédiaire de vis ou de boulons.

La poupée d'un tour simple comprend une poulie cône, clavetée sur la broche de la poupée. L'extrémité de droite de la broche reçoit le plateau, celle de gauche le cône des avances.

Mais le plus souvent la poupée fixe comprend un harnais de tour ou une boîte de vitesse (tours monopoulie).

La poupée mobile (fig. 144) comprend une semelle, qui peut glisser longitudinalement sur le banc.

Le corps de la poupée peut être déplacé perpendiculairement à l'axe du banc de quelques centimètres sur la semelle.

On recourt à ce désaxage pour tourner conique (fig. 145).

La partie supérieure de la contre-pointe renferme un canon muni d'une contre-pointe.

La rotation du volant *e*, solidaire de la tige filetée *d* provoque le déplacement du canon. Ce dernier peut être immobilisé par le serrage de l'écrou *i*.

Le banc supporte à sa partie avant la barre de chariotage, soutenue à ses deux extrémités.

Une rainure de clavetage est pratiquée sur toute sa longueur. Elle sert au logement de la clavette de la vis sans fin *V* solidaire du traînard.

Cette vis, en engrenant avec la roue *R* lui communique à son tour un mouvement de rotation.

Une clavette coulissante *C* manœuvrable de l'extérieur permet de rendre à volonté les engrenages *R* et *P* indépendants ou solidaires l'un de l'autre.

Lorsqu'il y a entraînement du pignon *P*, ce dernier prenant appui sur la crémaillère *E*, provoque le déplacement du traînard.

Le déplacement du traînard peut être également obtenu en manœuvrant le volant *T* à la main.

Le tablier du traînard supporte un ensemble de chariots qui peuvent coulisser les uns sur les autres suivant les directions parallèles ou perpendiculaires à l'axe du tour.

Le déplacement des chariots est obtenu par un système de vis et écrous, les vis étant manœuvrées par des manivelles calées à leurs extrémités.

Des tambours gradués permettent de se rendre compte de la fraction de tour dont on a tourné chaque volant.

Connaissant le pas de vis, il est facile d'en déduire le déplacement communiqué au chariot.

Souvent les tours possèdent un dispositif de sécurité provoquant le débrayage de la barre de chariotage.

## 29<sup>e</sup> Leçon

### TOURS A CHARIOTER ET A FILETER :

Ces tours permettent d'exécuter :

- 1<sup>o</sup> Des travaux de chariotage comme les tours à charioter ;
- 2<sup>o</sup> Des travaux de filetage.

Les tours à charioter et à fileter comportent tous les organes des tours à charioter.

Ils comportent en outre une vis régnant sur toute la longueur du banc dite vis mère.

Cette vis mère peut être entraînée par un équipage de roues dentées.

Le chariot est muni de demi-écrous qui peuvent venir embrasser la vis mère.

Lorsque cette dernière tourne, il y a entraînement du chariot tant que les demi-écrous sont en prise.

Il convient de remarquer que souvent les broches des tours sont creuses. Cela permet d'y introduire des barres, que l'on maintient avec les mors du plateau pour le décolletage dans la barre.

## TRAVAIL SUR LE TOUR

### DÉFINITIONS :

Tourner, c'est exécuter le contour extérieur d'un corps de révolution (cylindrage et tournage conique).

Aléser, c'est exécuter le contour intérieur d'un corps de révolution.

Surfacer ou dresser, c'est produire une surface plane.

Saigner ou tronçonner, c'est couper une pièce perpendiculairement à son axe.

Charioter, c'est ébaucher ou fixer la pièce en utilisant les chariots du tour.

Planer, c'est parachever la pièce avec un outil appelé plane.

### FIXATION DES PIÈCES :

Une pièce peut être fixée :

- 1<sup>o</sup> Entre pointes — l'entraînement est alors assuré par le toc et le pousse-toc ;
- 2<sup>o</sup> En l'air — elle est maintenue sur le plateau par les griffes, ou même par boulons ;
- 3<sup>o</sup> Entre griffes et pointes.

La fixation entre pointes nécessite le perçage de trous de centre sur les extrémités des pièces.

Il est recommandé d'utiliser de préférence des forets à centrer pour façonner les trous de centre.

### MOLETAGE :

Pour faciliter la prise, certaines pièces comme têtes de vis, boutons d'embrayage, sont moletées, c'est-à-dire pourvues de stries sur leur pourtour.

Pour cela on utilise des disques en acier trempé, appelés molettes, dont la tranche porte le dessin à reproduire.

Les molettes sont fixées dans des porte-molettes qu'on manœuvre à la main, ou qu'on fixe sur le chariot du tour.

**PRINCIPES DE FILETAGE :**

On obtient une vis sur le tour en faisant tourner la pièce tout en communiquant à l'outil le mouvement d'avance transversal approprié.

Si la vis mère fait un tour pendant que la broche fait également un tour, le pas de la vis créé sera le même que celui de la vis mère, puisque pendant un tour l'outil se sera déplacé d'une longueur égale au pas de la vis mère.

Si la vis mère tourne deux fois moins vite que la broche, le pas de la vis créé sera la moitié de celui de la vis mère.

Sur les anciens tours, la transmission du mouvement de la broche s'effectuait par l'intermédiaire d'une tête de cheval ou lyre, articulée sur la vis mère (fig. 147).

Un engrenage *a* est calé sur la broche.

Un engrenage *b* est calé sur la vis mère.

Un engrenage monte fou sur la lyre.

Le choix des diverses roues d'engrenages est déterminé par les relations suivantes :

**FILETAGE A 2 ROUES :**

Soient : *p* le pas à réaliser

*P* le pas de la vis mère

*n* le nombre de dents de la roue calée sur l'axe de la poupée

*N* le nombre de dents de la roue calée sur la vis mère.

On a la relation :

$$\frac{p}{P} = \frac{n}{N}$$

La roue intermédiaire n'influe pas sur le rapport de vitesses.

**30<sup>e</sup> Leçon**

**FILETAGE A 4 OU 6 ROUES :**

Il arrive parfois que pour obtenir le rapport  $\frac{p}{P}$  on soit obligé de recourir à 4 ou 6 roues (fig. 148-149).

Dans ce cas, on a :

$$\frac{p}{P} = \frac{n^1 \times n^2}{N^1 \times N^2}$$

ou

$$\frac{p}{P} = \frac{n^1 \times n^2 \times n^3}{N^1 \times N^2 \times N^3}$$

*n*<sup>1</sup>, *n*<sup>2</sup>, *n*<sup>3</sup> étant les nombres de dents des roues menantes ;

*N*<sup>1</sup>, *N*<sup>2</sup>, *N*<sup>3</sup> ceux des roues menées.

Le plus souvent, on agira comme suit pour le filetage à 2 roues :

Placer sur la broche du tour une roue dont le nombre de dents soit égal à 10 fois le nombre de millimètres représentant le pas de la vis à usiner.

Placer sur la vis mère une roue dont le nombre de dents soit 10 fois le nombre de millimètres représentant le pas de la vis mère.

Pour le filetage à 4 roues ; placer sur la broche une roue dont le nombre de dents soit deux ou trois fois plus grand ou plus petit que celui de la roue manquante et placer un couple de roues intermédiaires réduisant ou augmentant dans les mêmes proportions la vitesse transmise à la vis mère.

*Exemple :*

Pour réaliser un pas de  $1,75 \frac{m}{m}$ , on ne dispose pas de roue de 17,5 dents pour fileter à deux roues.

On mettra une roue de 35 dents. L'étage intermédiaire devra donner une réduction de moitié.

On adoptera par exemple des roues de 20 et 40 dents ; cette dernière engrenant avec celle de 35 dents. La vis mère recevra une roue de 100 dents si son pas est de  $10 \frac{m}{m}$ .

#### FILETAGE DE PAS MÉTRIQUES AUX TOURS ANGLAIS :

Ceux-ci ont une vis mère dont le pas est d'un pouce ( $25,4 \frac{m}{m}$ ) ou d'une fraction de pouce.

On obtient les pas exprimés en millimètres en calant sur la vis mère une roue de 127 dents.

Supposer une roue de 10 dents sur la broche, on filetera au pas de :

$$p = P \times \frac{n}{N} = 25,4 \times \frac{10}{127} = 2 \frac{m}{m}.$$

Dans les tours modernes, il existe en général une boîte de vitesses d'avance, qui permet par le simple déplacement d'un levier d'obtenir toute une série de pas différents.

#### TOURS EN L'AIR :

Ce sont des tours à charioter comportant un grand plateau et sans contre pointe. Ils sont utilisés pour les pièces de grand diamètre et de faible longueur (fig. 150).

#### TOURS VERTICAUX :

Les tours verticaux (fig. 151) ont leur plateau horizontal.

Ils n'ont pas de contre-pointe.

On les utilise pour tourner des pièces lourdes qui seraient difficilement placées sur des tours ordinaires ou sur des tours en l'air.

Un jeu de chariots pouvant coulisser sur une traverse du bâti permet de donner tous les déplacements voulus à l'outil.

---

Pivots : fig 1

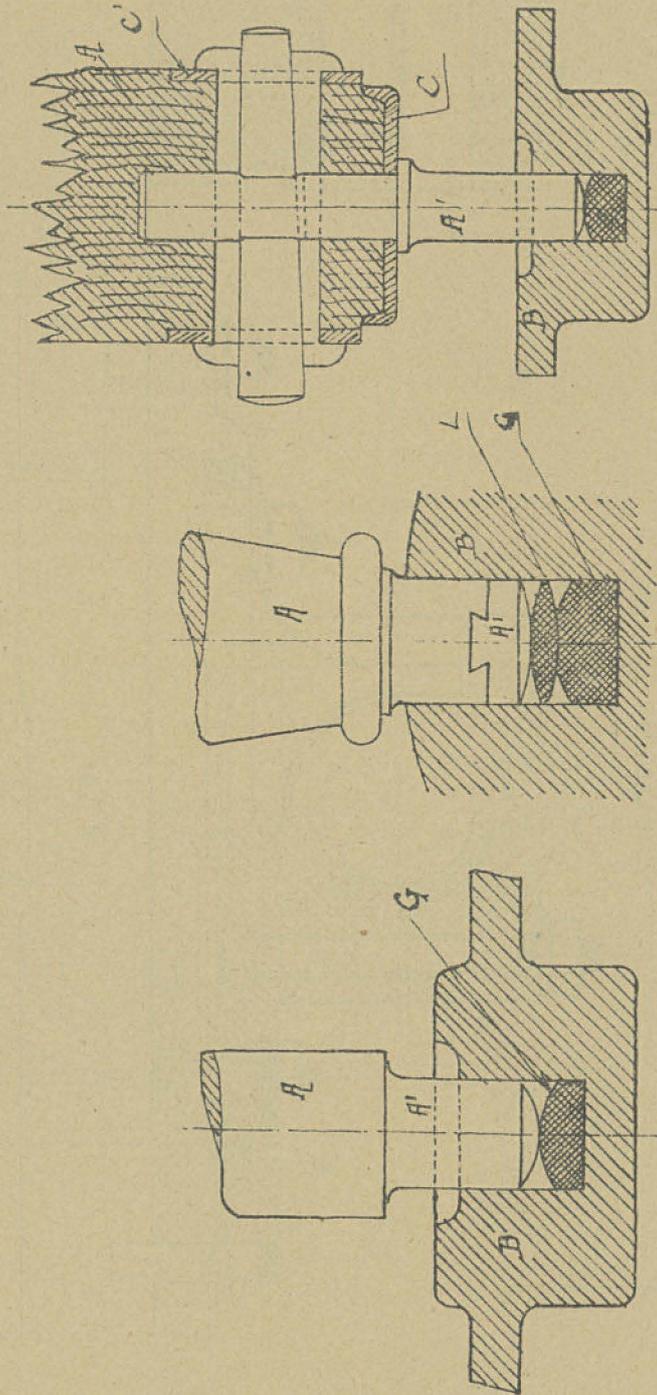
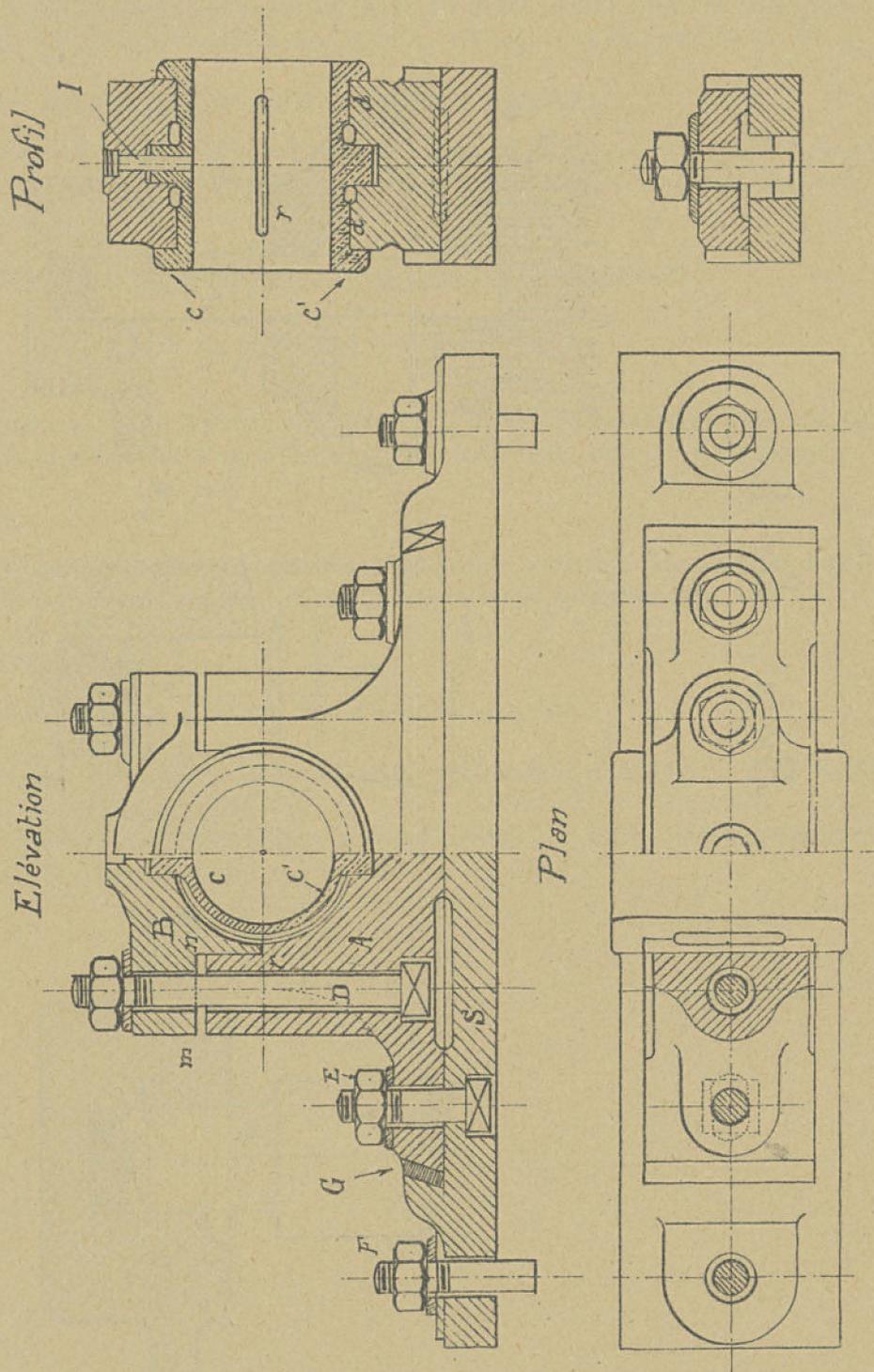


Fig : 2

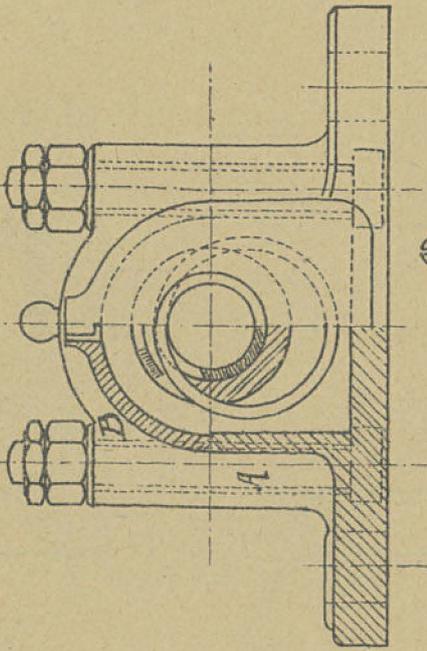
PALIER ORDINAIRE



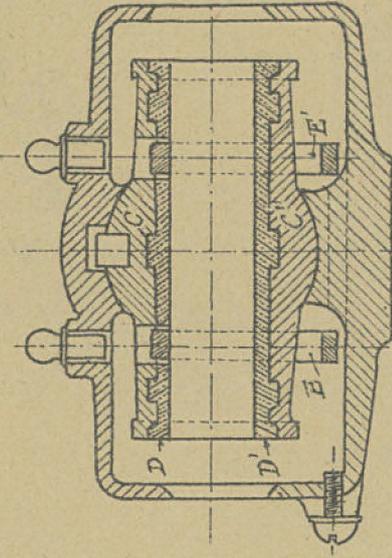
# PALIER à ROTULE

Fig: 3

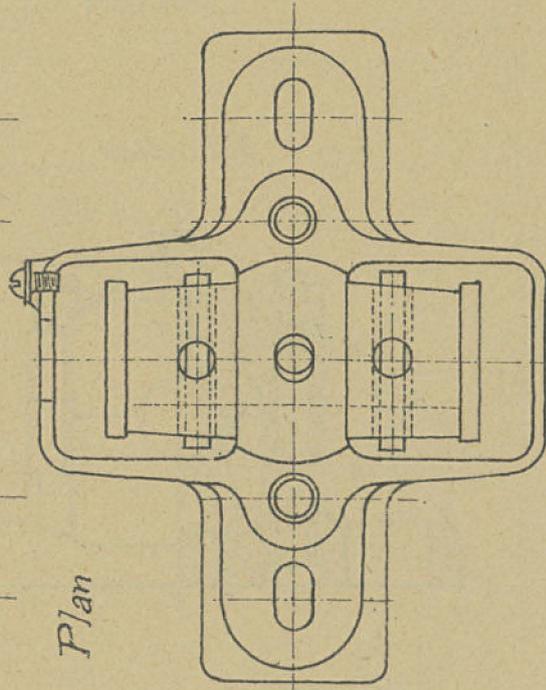
Elevation



Profil

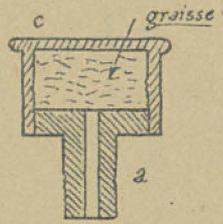


Plan

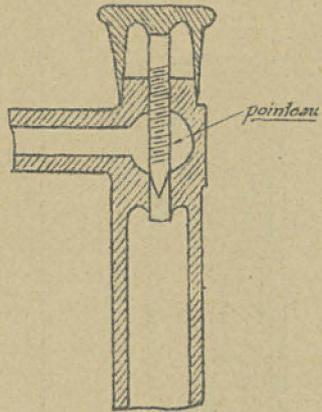


A	Corps du palier	Fonte
B	Chapeau	- d°
C, C'	Demi-coussinets	- d°
D, D'	Garniture des coussinets	Anti-friction
E, E'	Bagues de graissage	métal blanc

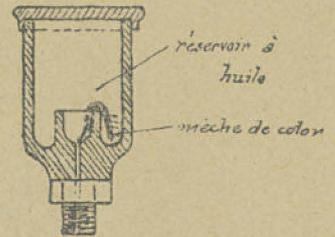
# GRAISSEURS



Stauffer  
fig 4



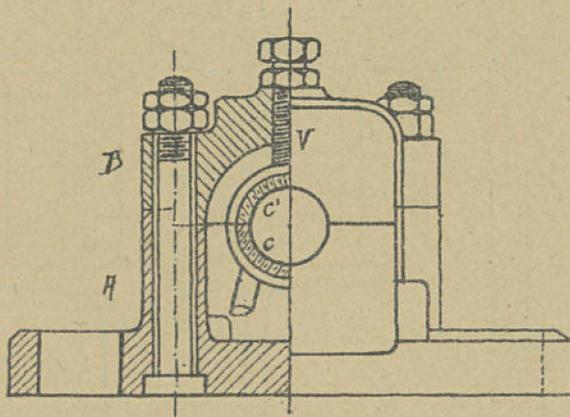
compte-gouttes  
fig 5



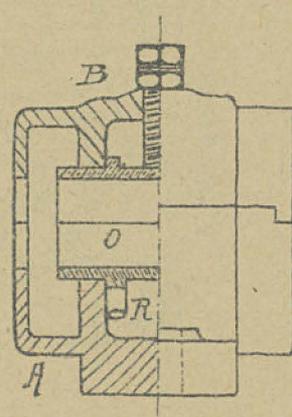
à mèche  
fig 6

## PALIER à ROTINS Fig 7

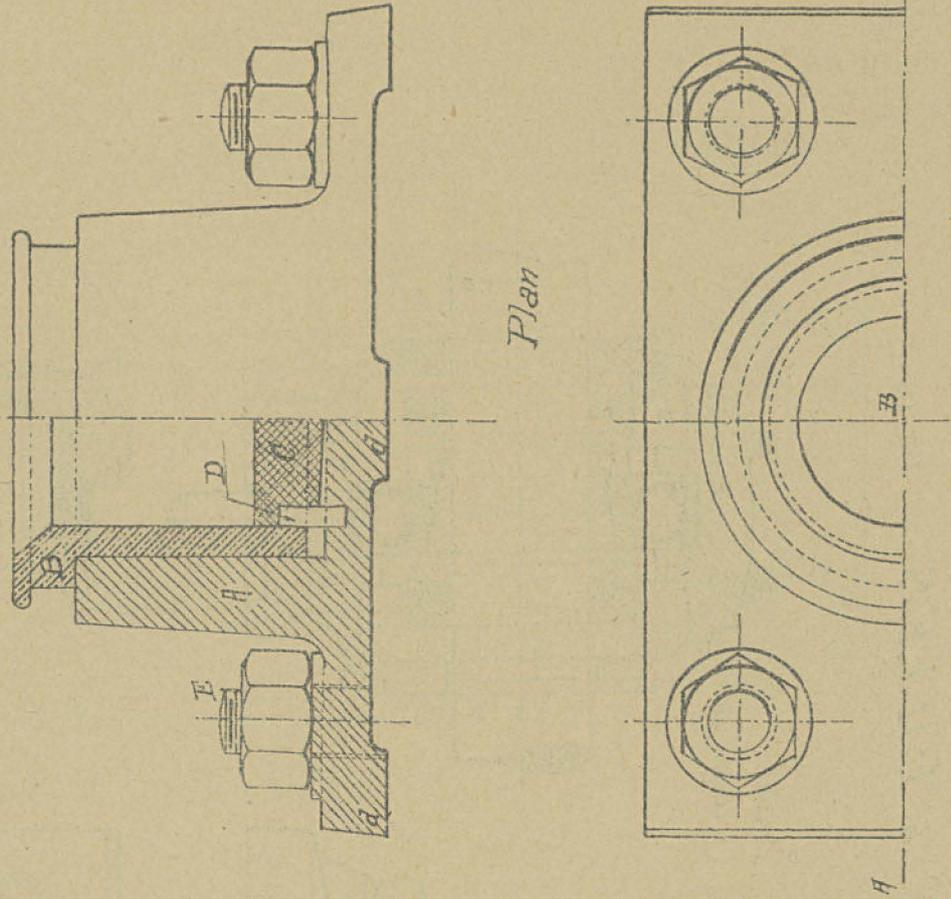
Elevation



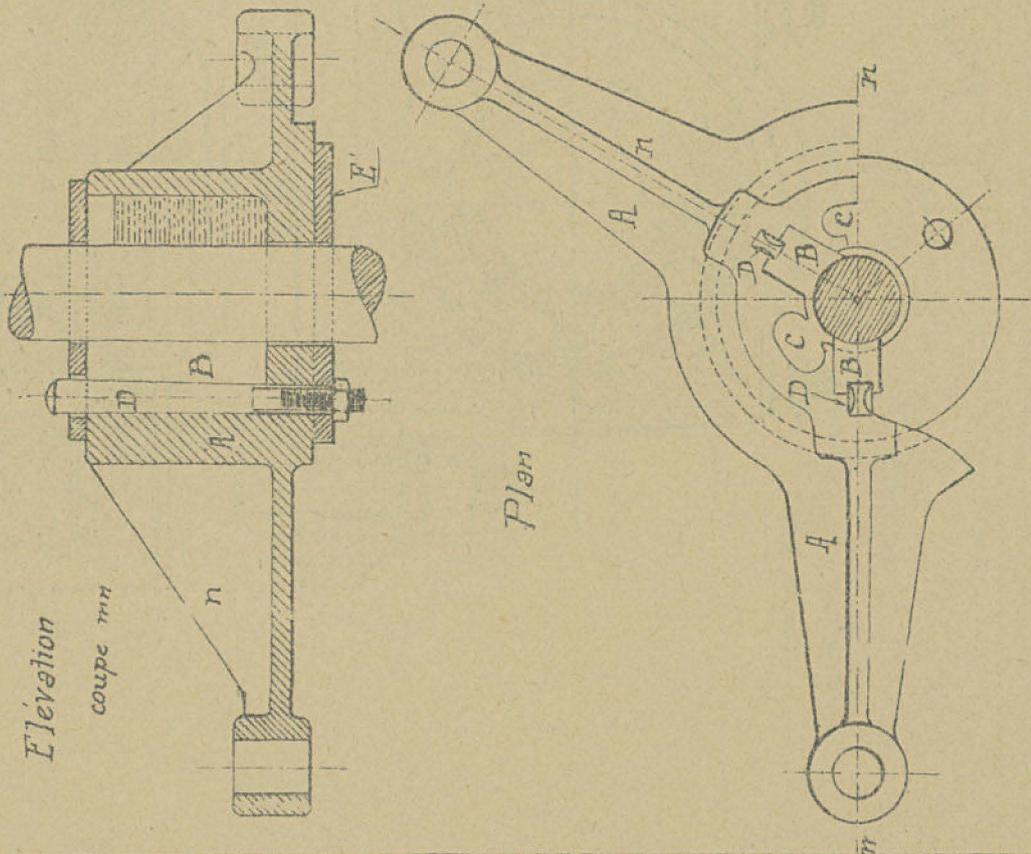
Profil



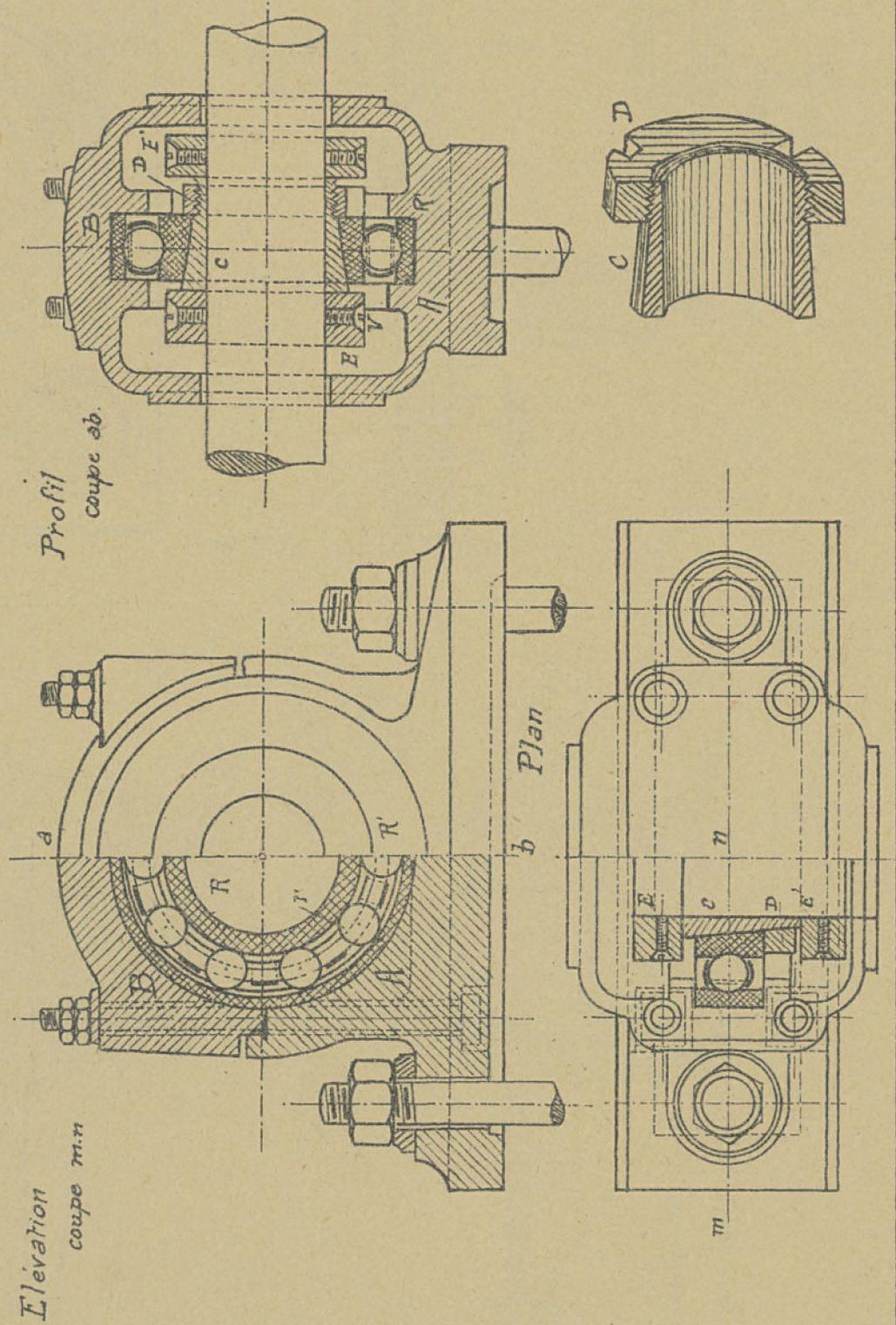
CRAPAUDINE fig 9  
Elevation  $\frac{1}{2}$  coupe sb



BOÏTARD fig 8

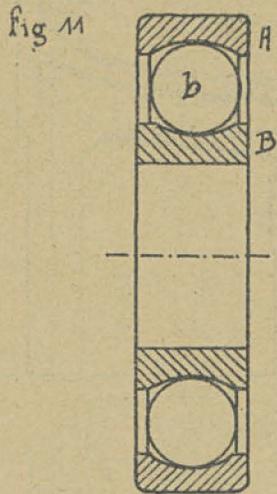


# PALIER à BILLES Fig 10

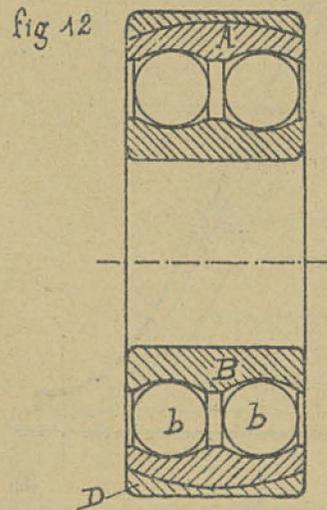


# ROULEMENTS à BILLES

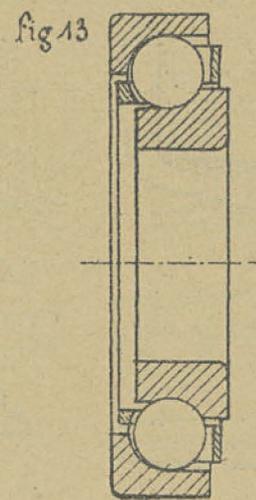
Roulement à billes



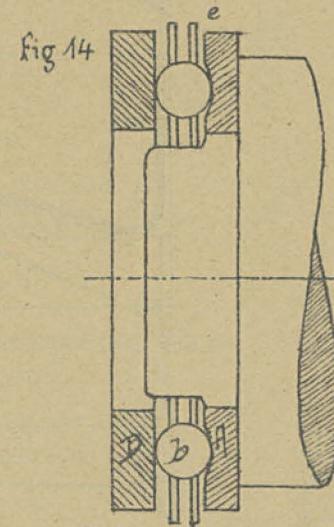
Roulement à billes et à rotule



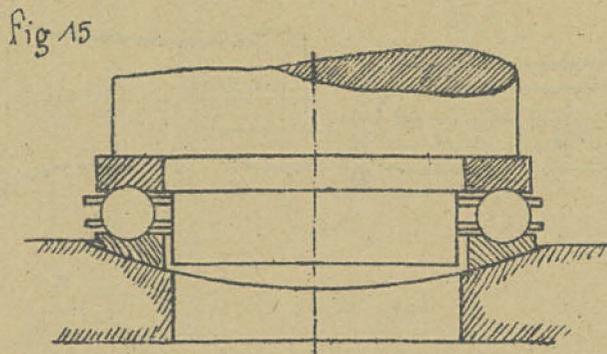
pour charges axiales et radiales simultanées



Butée à billes

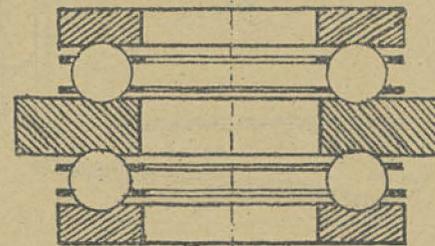


Butée à billes avec partie sphérique



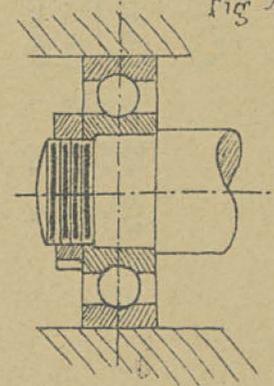
Butée à billes à double effet . -

fig. 16



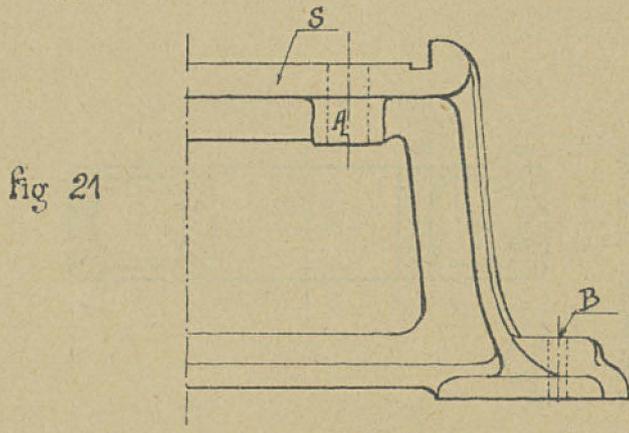
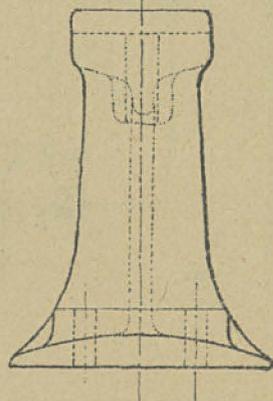
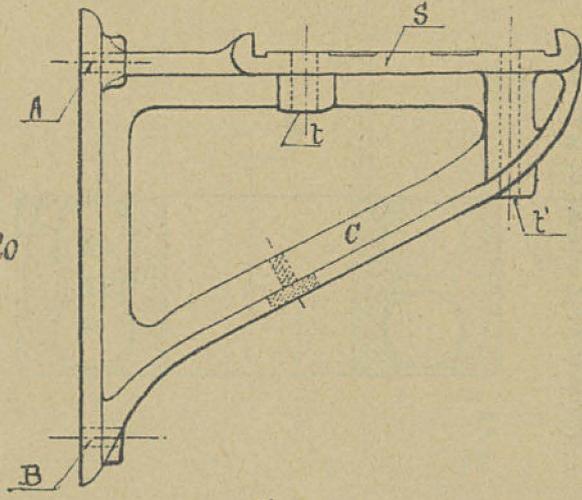
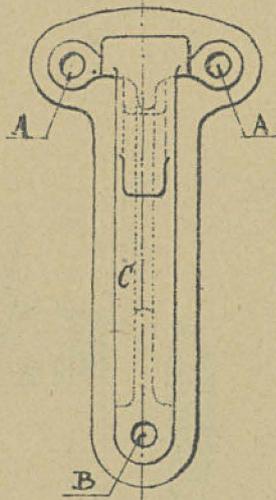
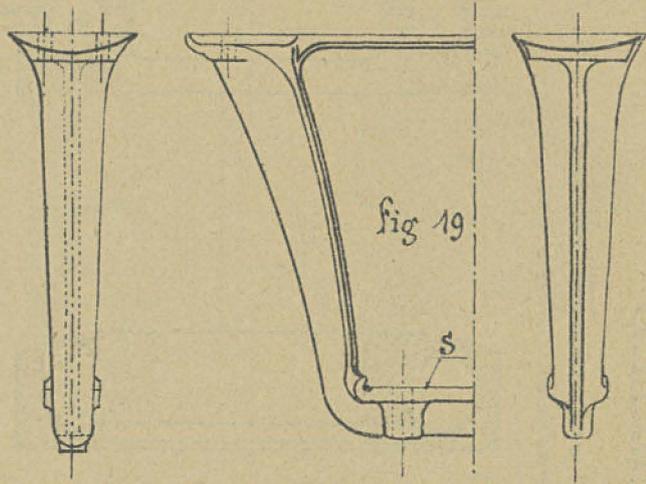
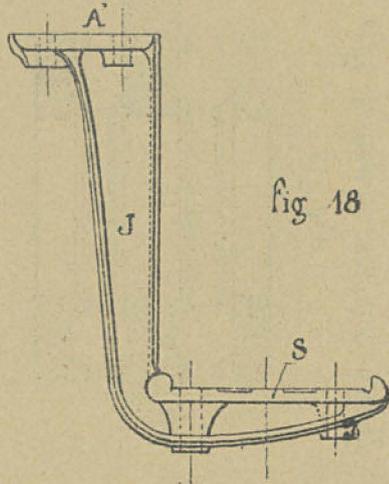
Fixation d'un palier à billes

fig 17

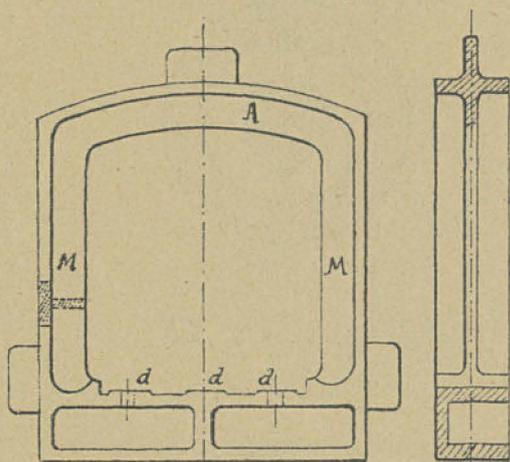


# CHAISES PENDANTES

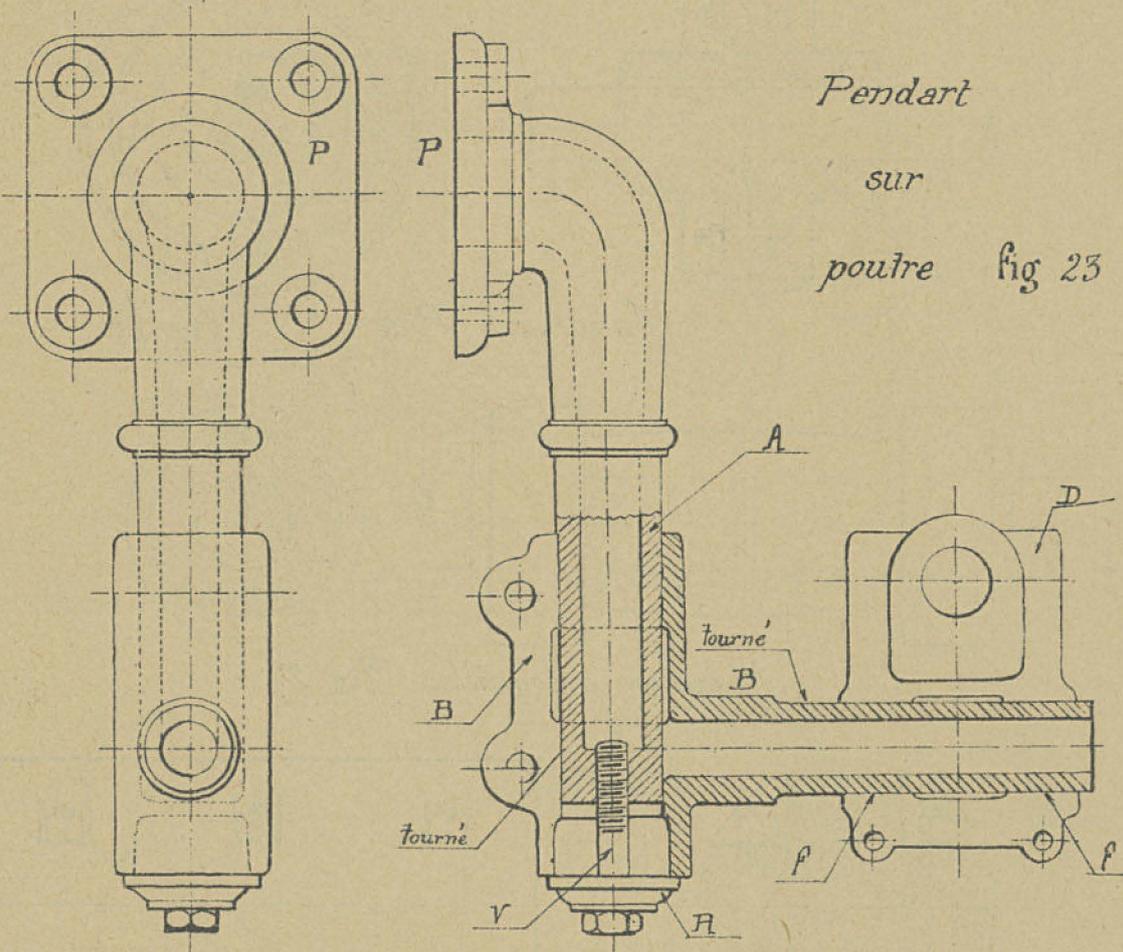
- fig 18 : Chaise pendante
- d: 19 : — d' — en u.
- d: 20 : Chaise console.
- d: 21 : Chaise sur le sol



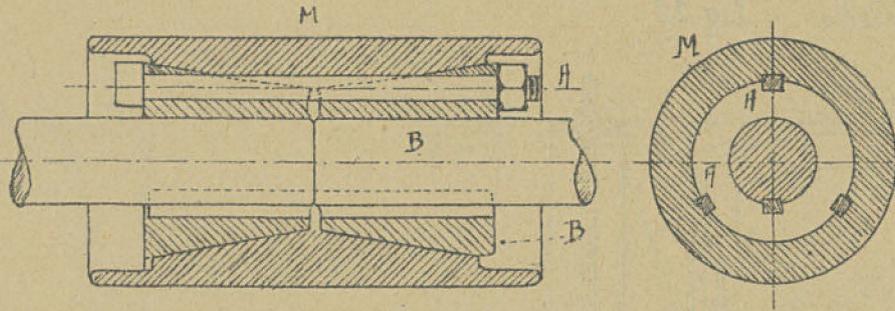
Niche fig 22



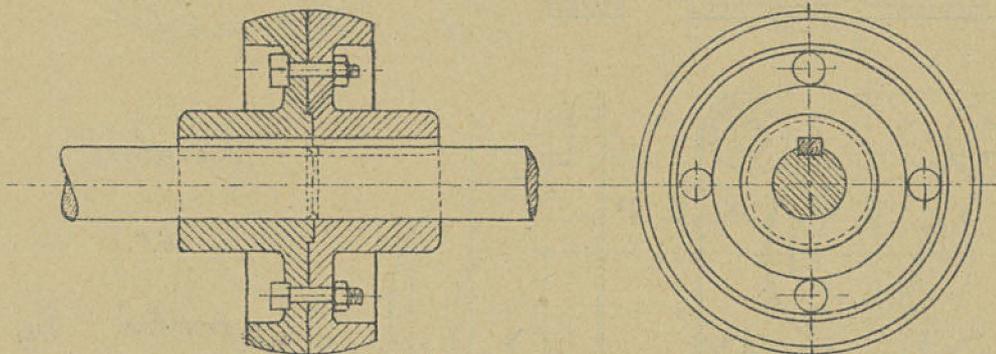
Pendart  
sur  
poutre fig 23



Accouplement de Sellers fig 24.

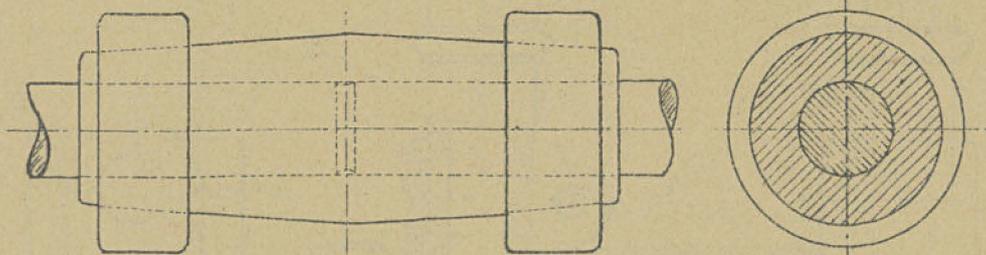


Accouplement à plateaux fig 25

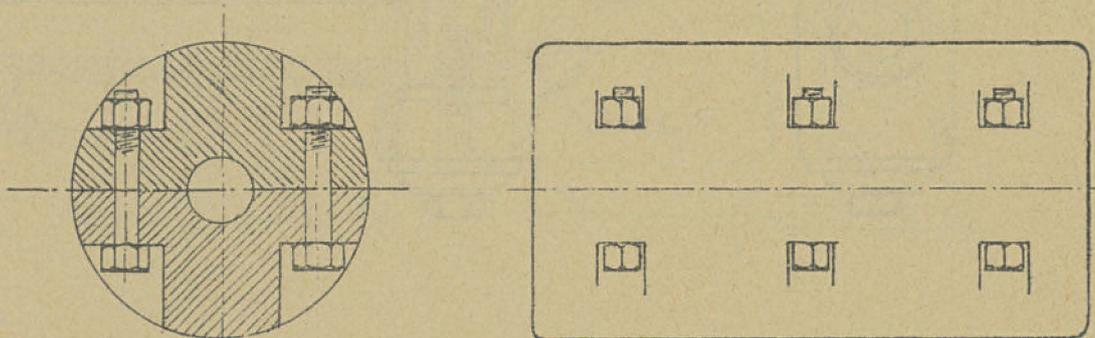


Manchon Plat

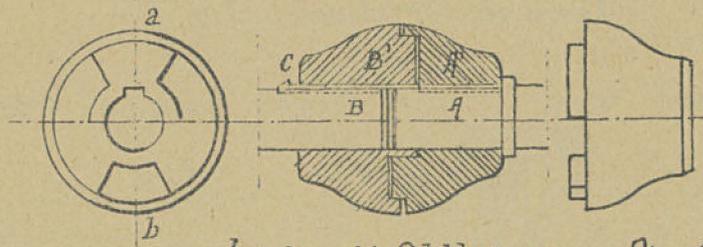
fig 26



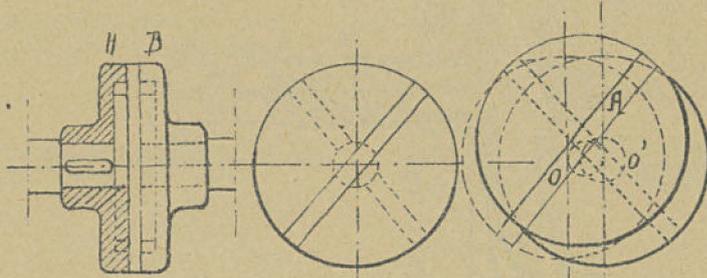
Manchon à coquilles fig 27



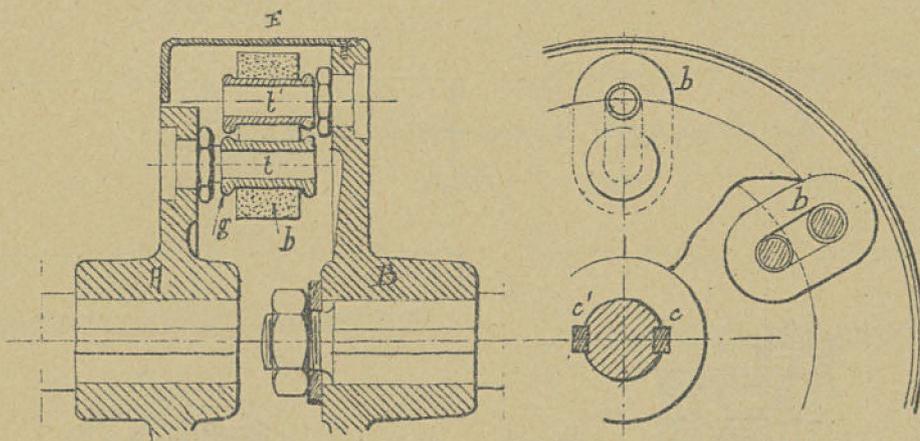
Manchon de dilatation fig 28



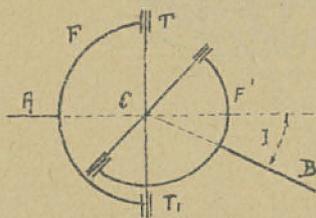
Joint d'Oldham fig 29



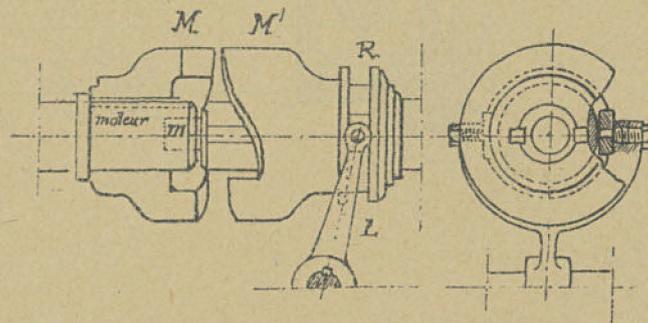
Accouplement élastique Raffard fig 30



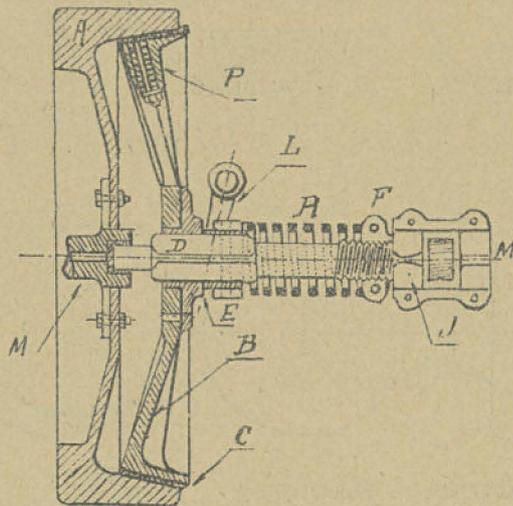
Joint de Cardan fig 31



Accouplement à griffes fig 32

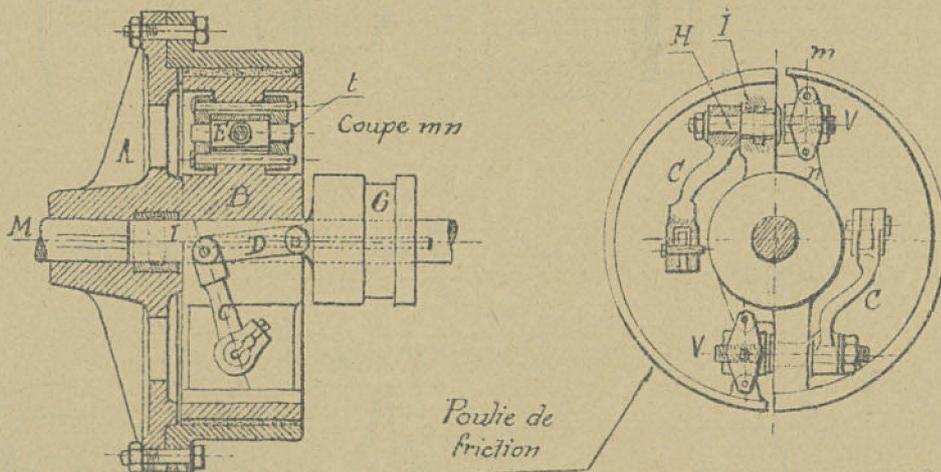


Cône de friction fig 33



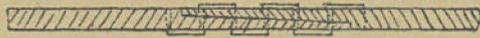
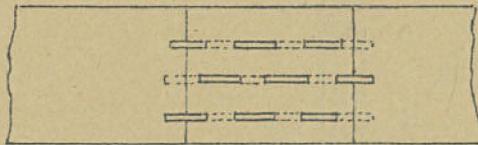
Embrayage à couronne extensible de Fiat.

fig 34

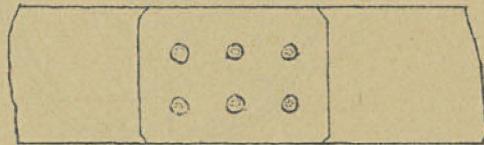


# EPISSURES

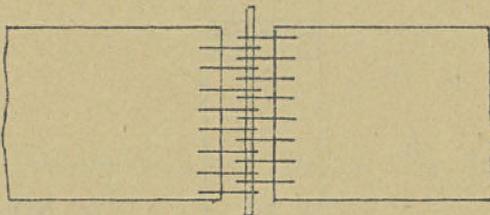
avec lanières fig 35



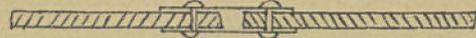
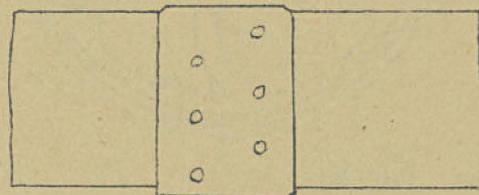
avec rivets fig 36



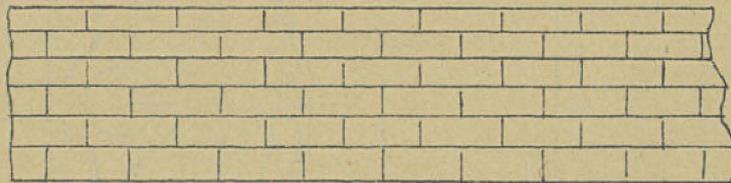
avec agrafes Clipper  
fig : 37



avec rivets Craxent  
fig 38



Courroie Titan. — fig 39



*Poulie en une pièce ( fonte )*

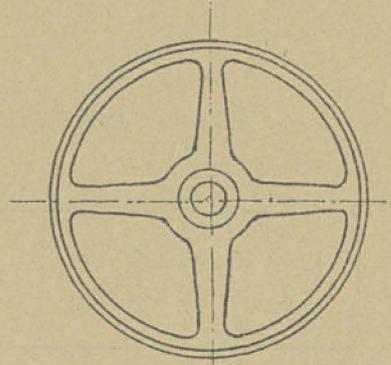
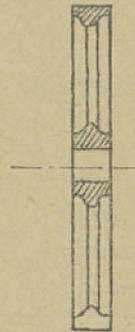


fig 40



*Poulie en deux pièces ( fonte )*

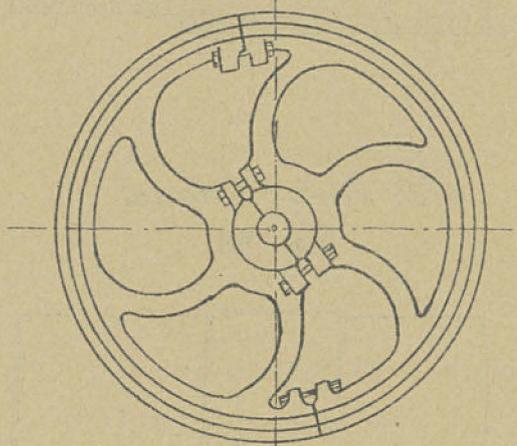


fig 41

*Poulie folle*

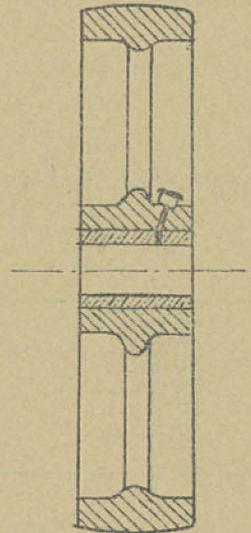
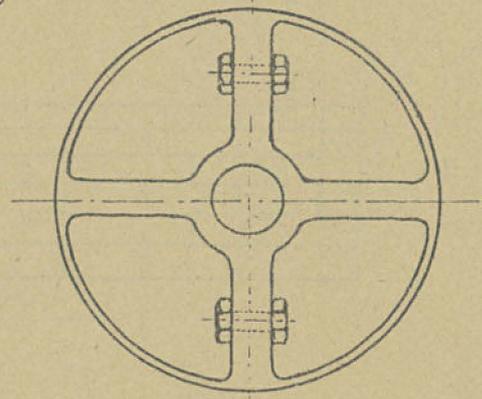
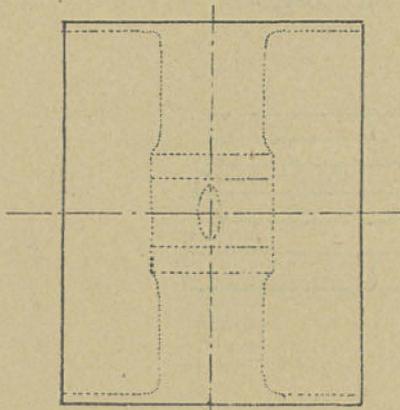


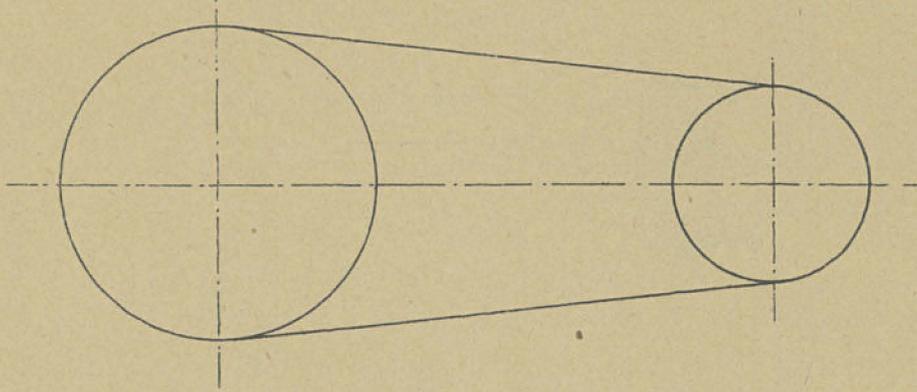
fig 43

*Tambour.*

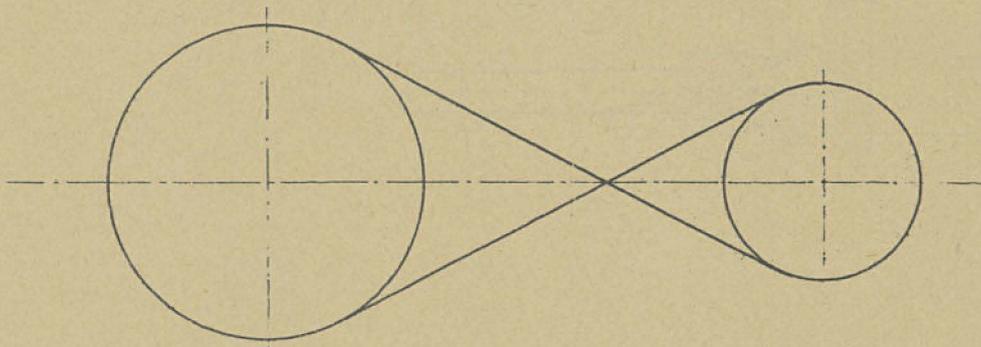
fig 42



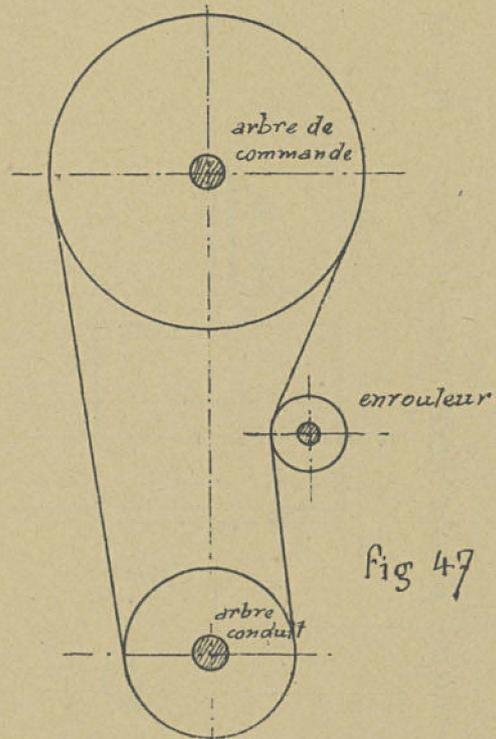
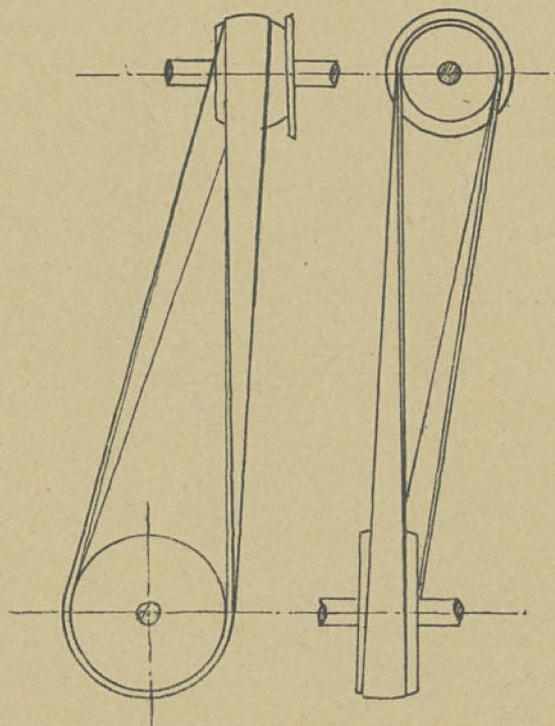
*Courroie ouverte fig 44*



*Courroie croisée fig 45*



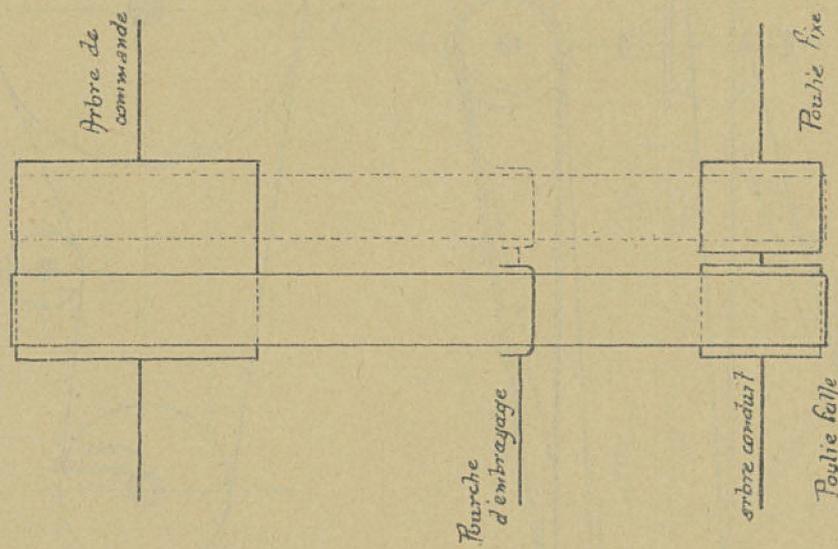
*Arbres non parallèles fig 46*



*fig 47*

*Enrouleur de courroie*

Groupe poulie fixe, poulie folle fig 48



Poulie à gorge

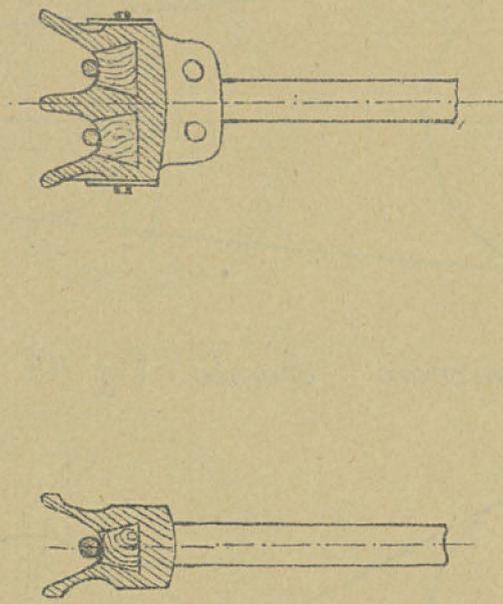
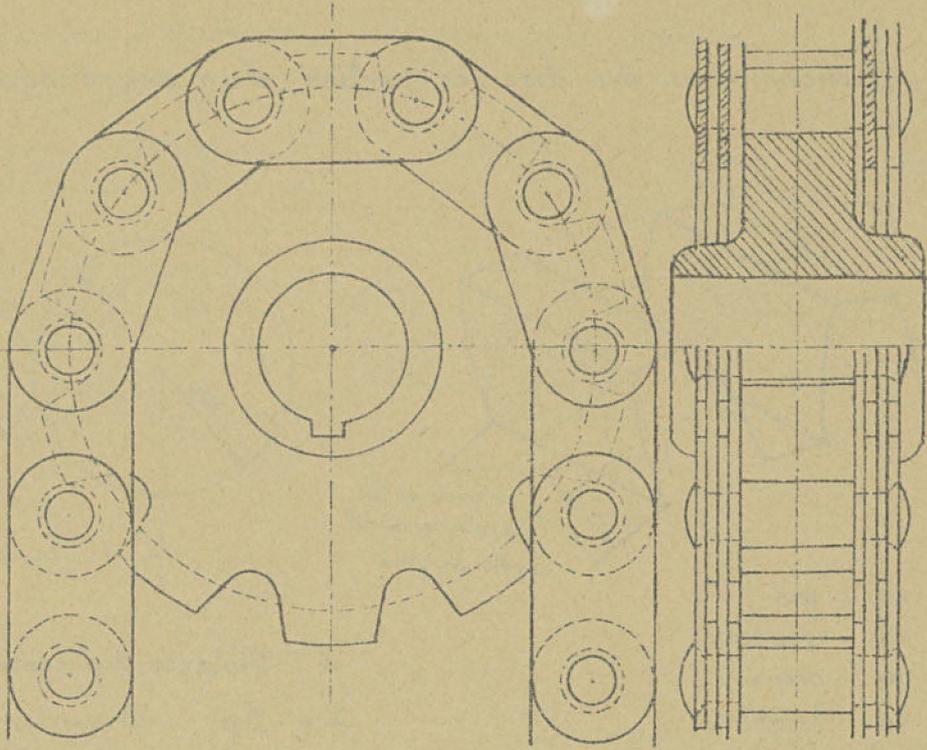
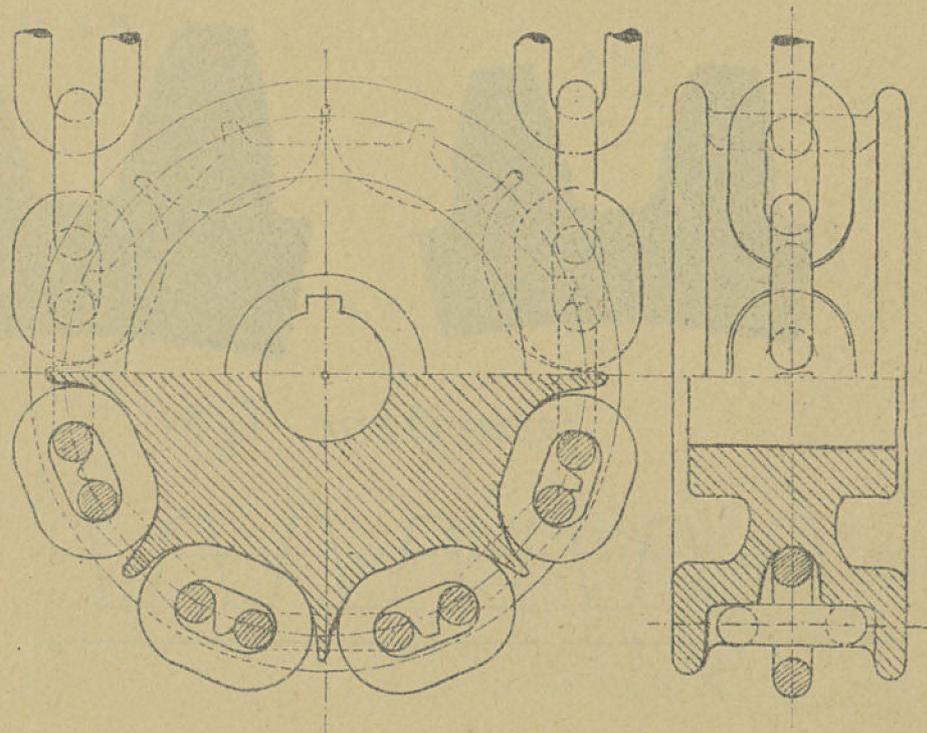


fig 49.

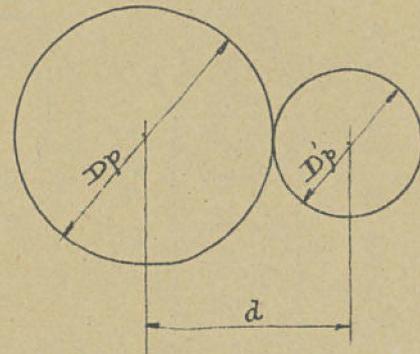
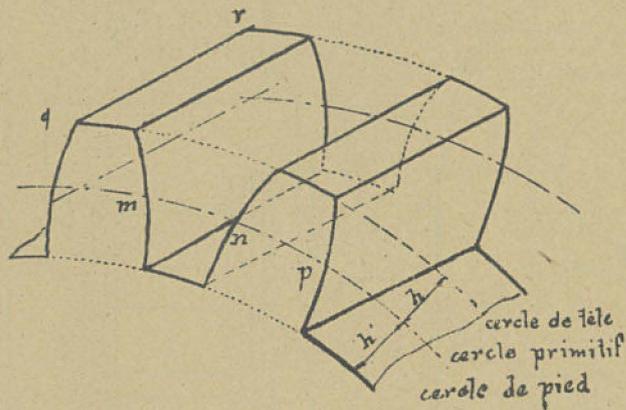
*Roue à chaîne : fig 51*



*Roue à empreintes : fig 50*



Dénomination des diverses parties d'un engrenage : fig 52

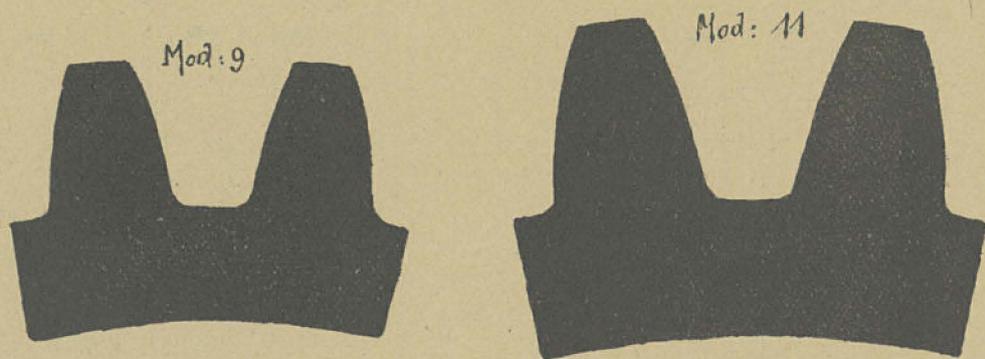


mp : pas  
 np : épaisseur  
 mn : creux  
 qr : largeur  
 h + h' : hauteur.

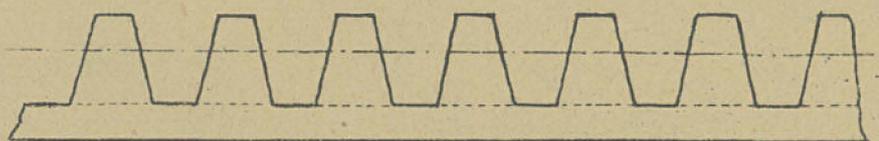
d : Distance des centres des engren.<sup>ed</sup>  
 Dp - D'p : Diamètres primitifs.



MODULES D'ENGRENAGE : fig 53



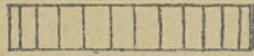
CREMAILLÈRE : fig 54



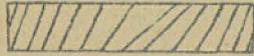
Engrenages à denture

fig 55

droite



hélicoïdale

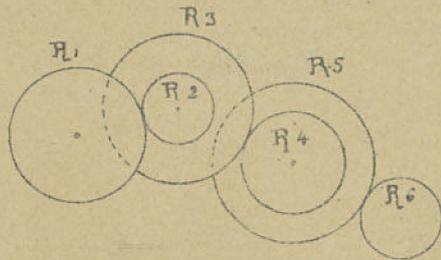
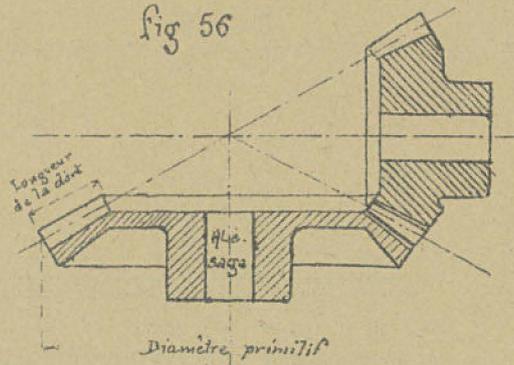


en cherron



Engrenage conique.

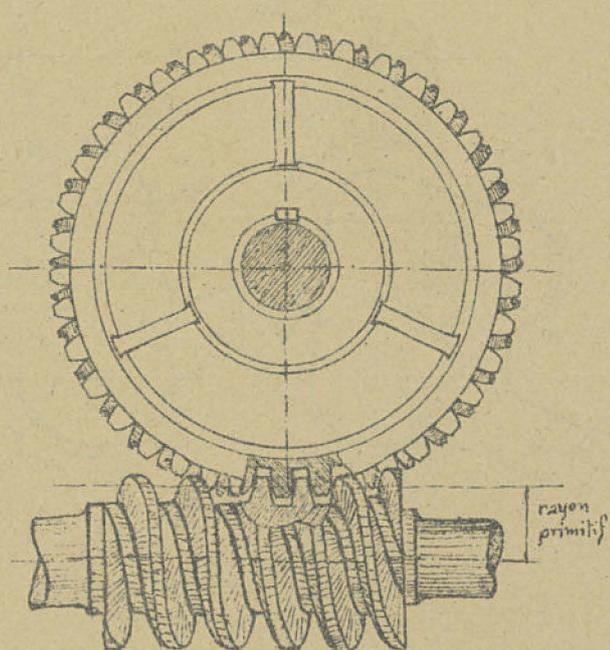
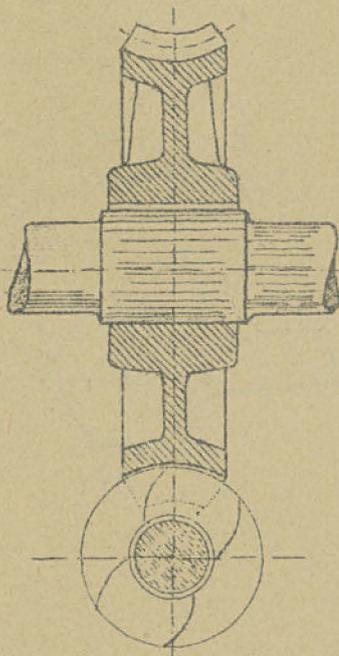
fig 56



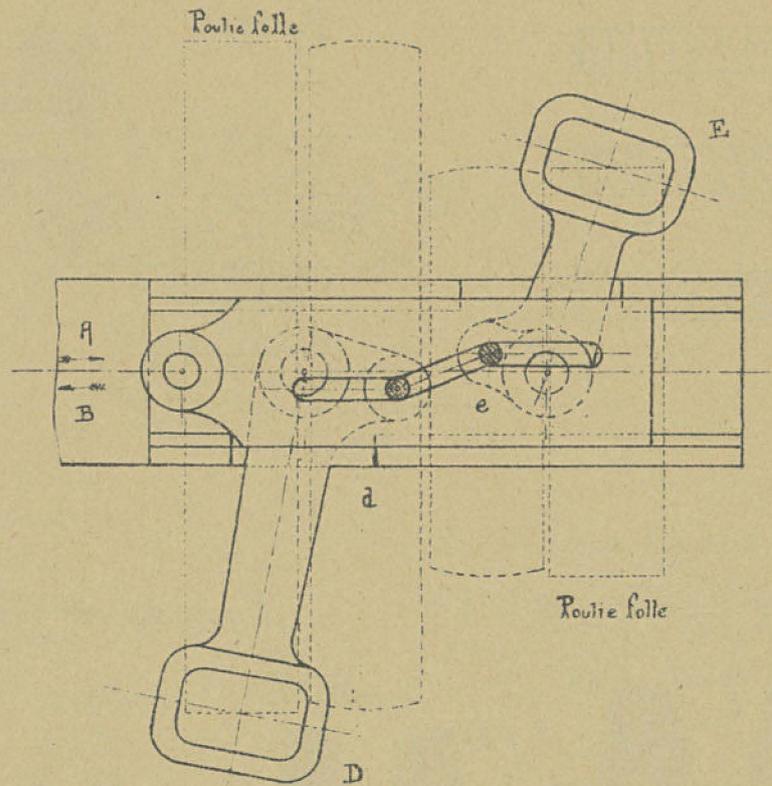
Equipage de roues

fig 57 dentées

Vis sans fin fig 58

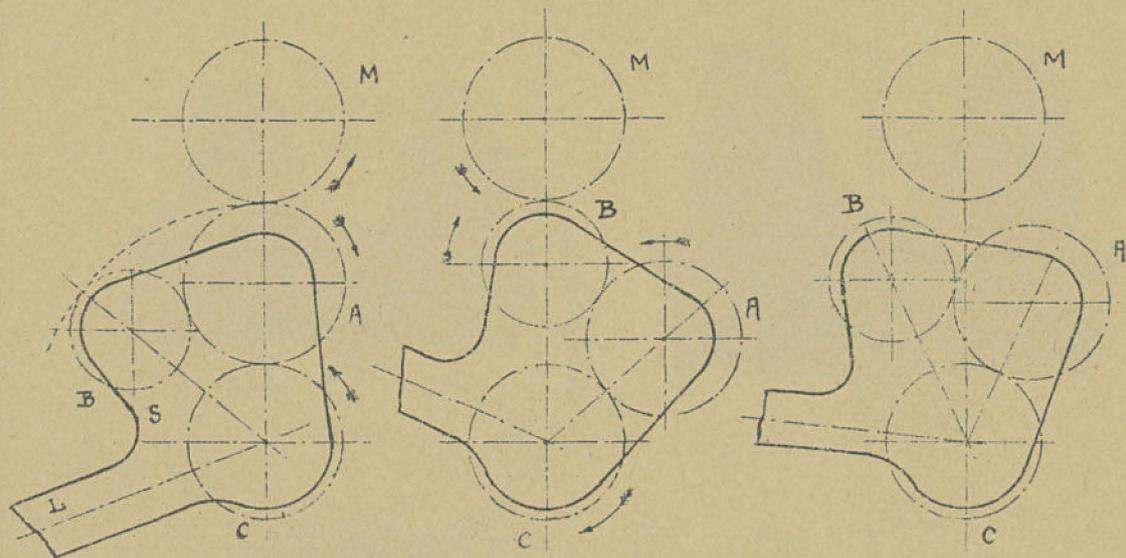


Changement de marche par courroie . — fig 59



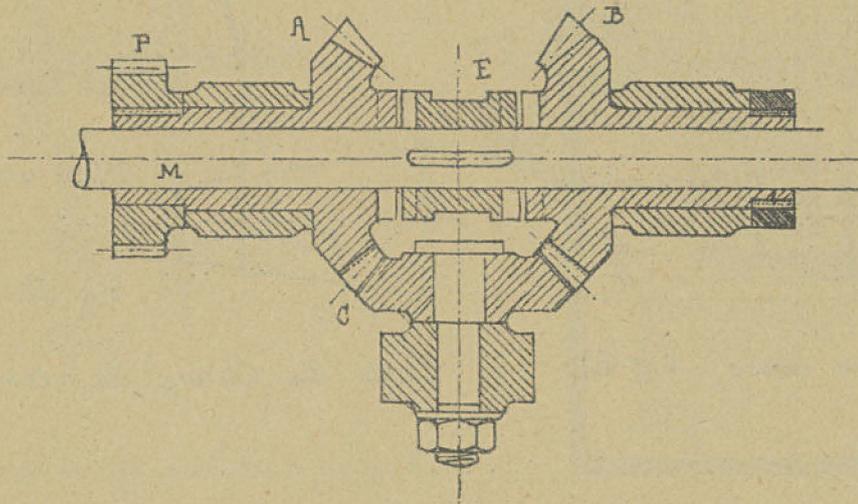
Changement de marche par équipement d'engrenages pivotant.

fig : 60

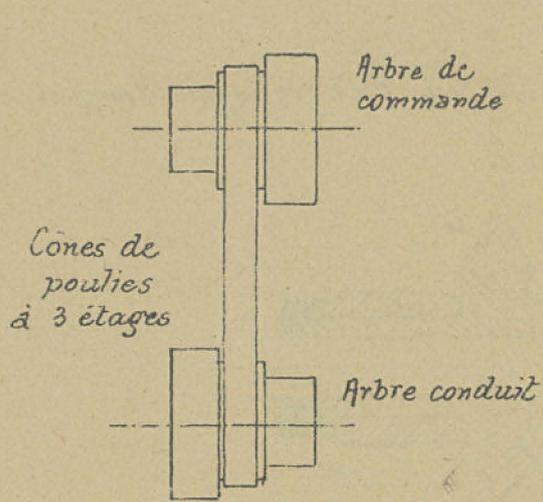


*Changement de marche par double jeu d'engrenages d'angles*

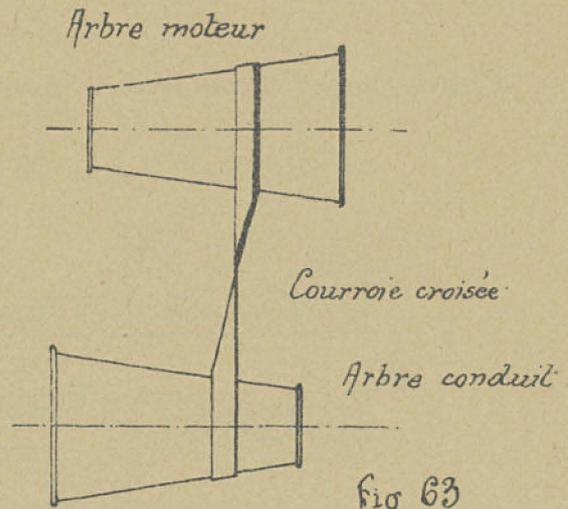
fig 61



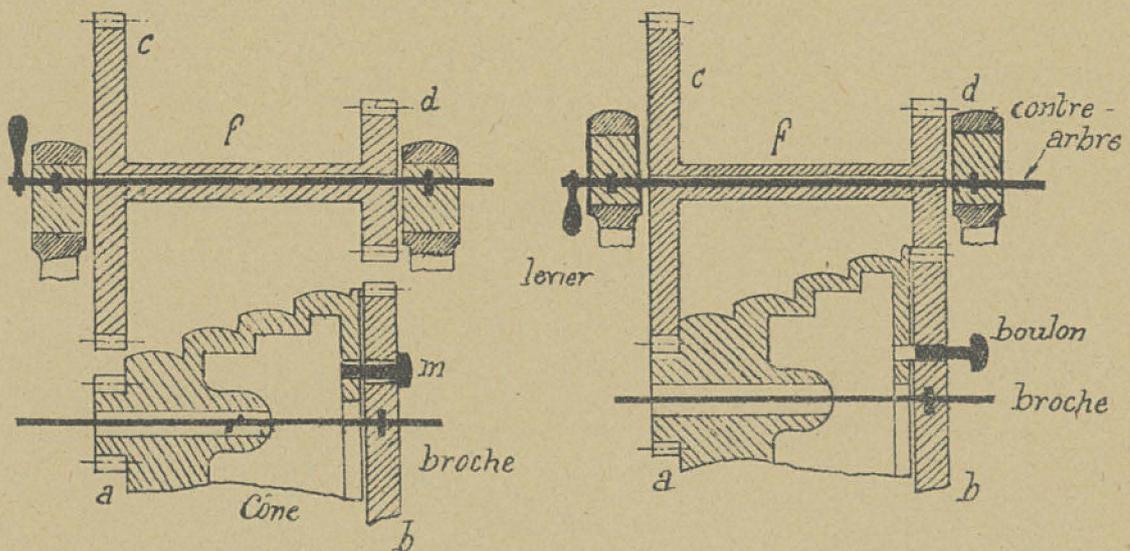
# CHANGEMENT de VITESSE



par poulies cônes fig 62

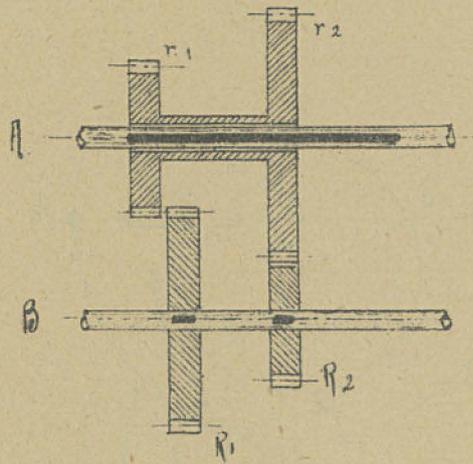


Cônes de Chang<sup>t</sup> de vitesse

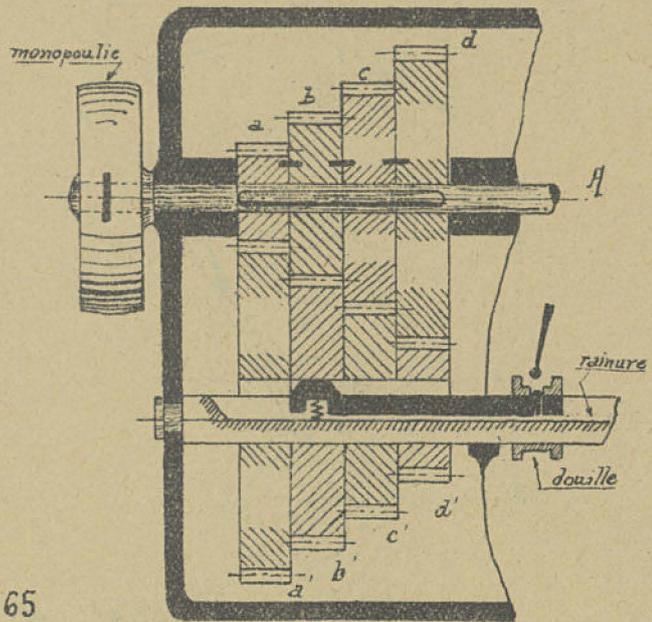


Harnais d'engrenage : fig: 64

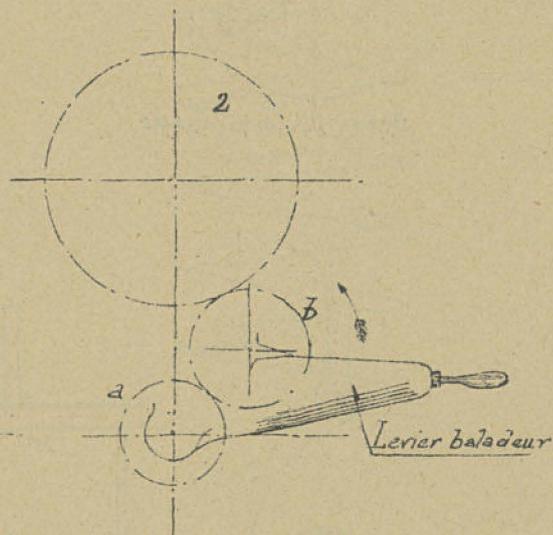
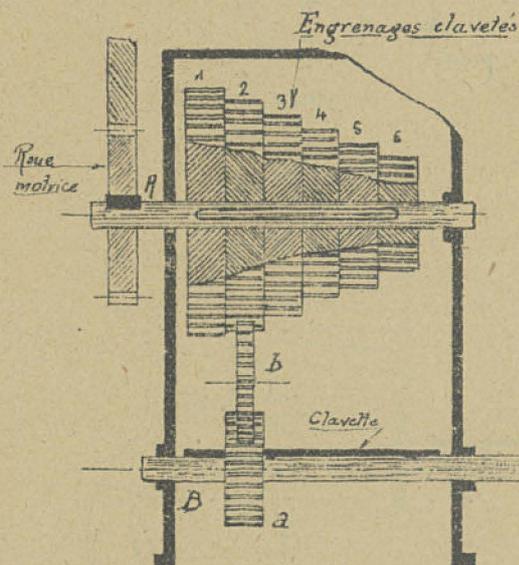
# CHANGEMENT de VITESSE



par engrenage baladeur : fig 65



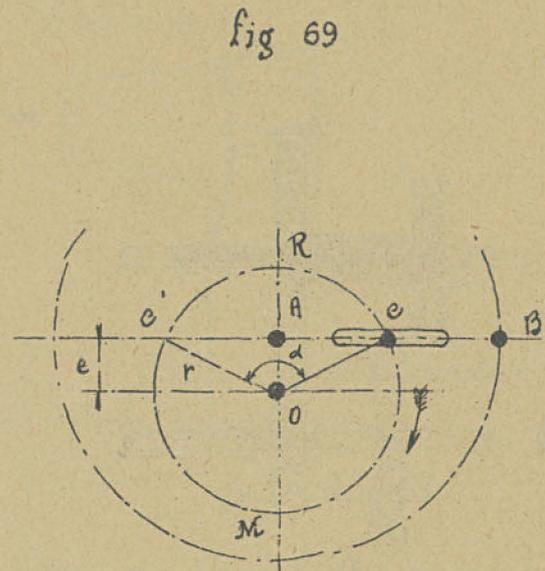
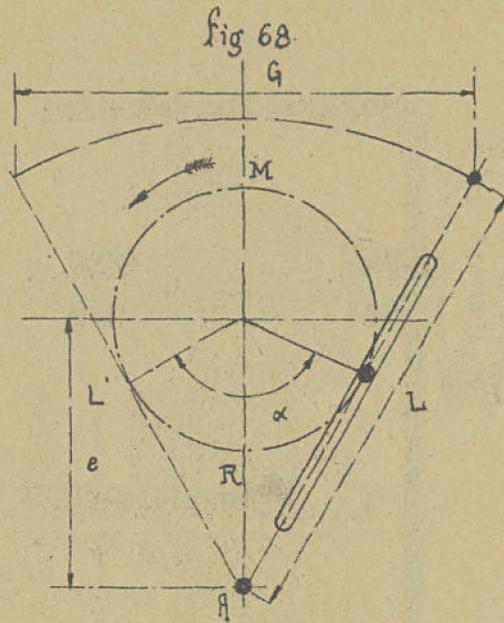
par engrenage constamment en prise et clavette coulissante : fig 66



par cône d'engrenage et satellite oscillant : fig 67

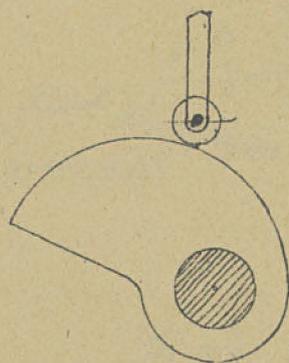
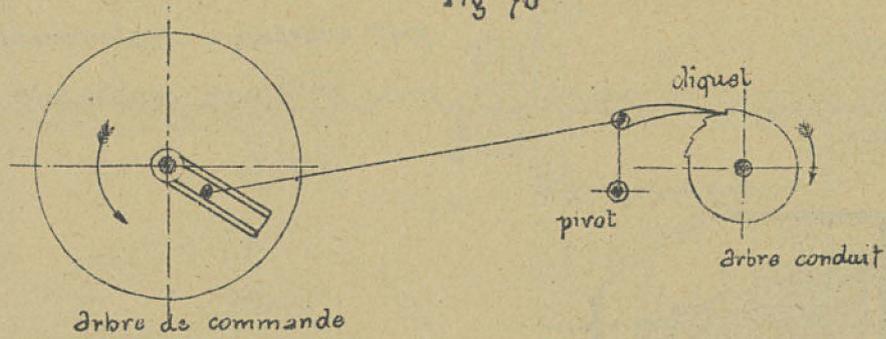
Dispositif à bielle pivotante

Dispositif à manivelle excentrique.

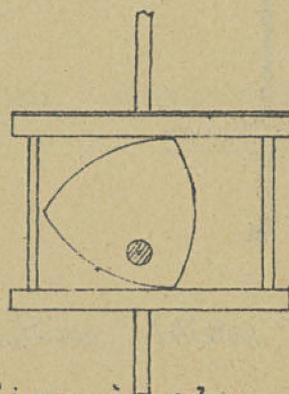


Rochet et cliquet

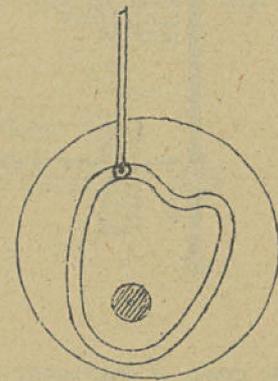
fig 70



Came  
fig 71

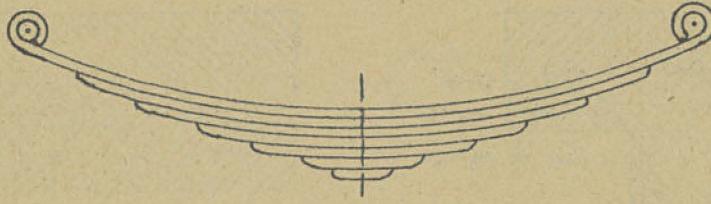


Came à cadre  
fig 72

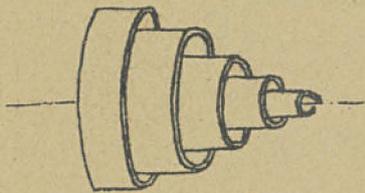


Came rainurée  
fig 73

# RESSORTS.



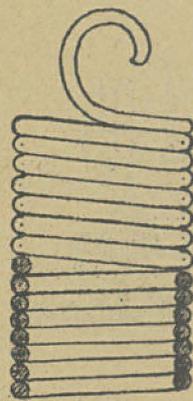
*à lames : fig 74*



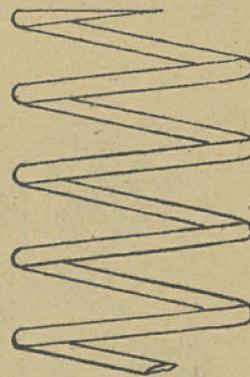
*de tampon de choc : fig 75*



*de montre : fig 76*



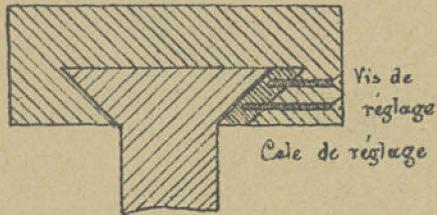
*à boudin : fig 77*



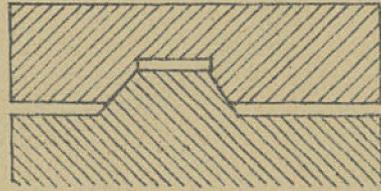
*fig 78*

*à boudin à bouts plats :*

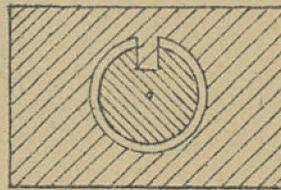
Dispositif de guidage  
avec rattrapage de jeu : fig 79



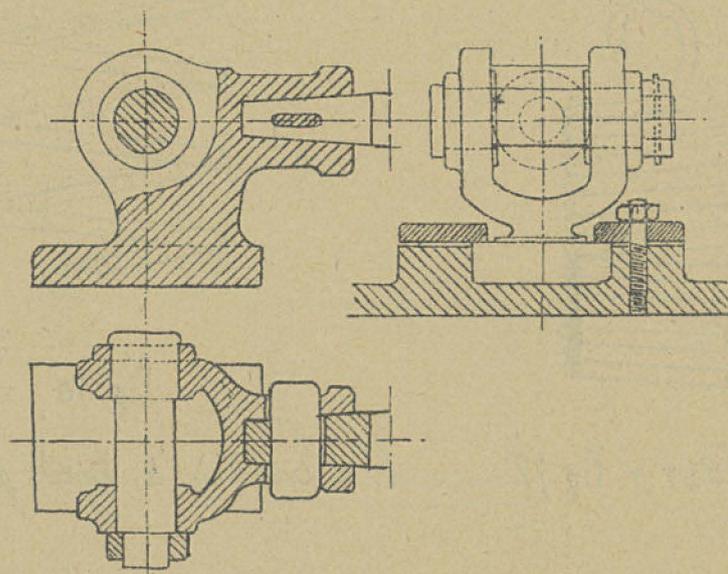
Dispositif de guidage  
en vè renversé : fig 80



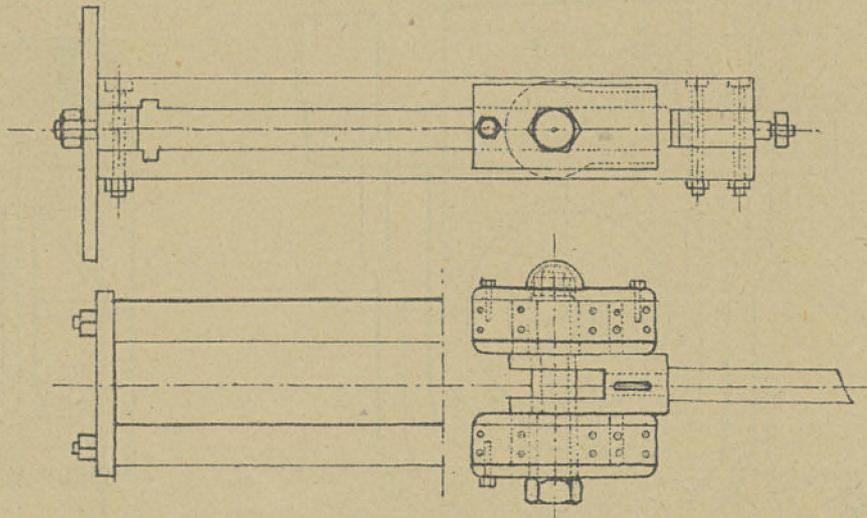
Guide de tige : fig 81



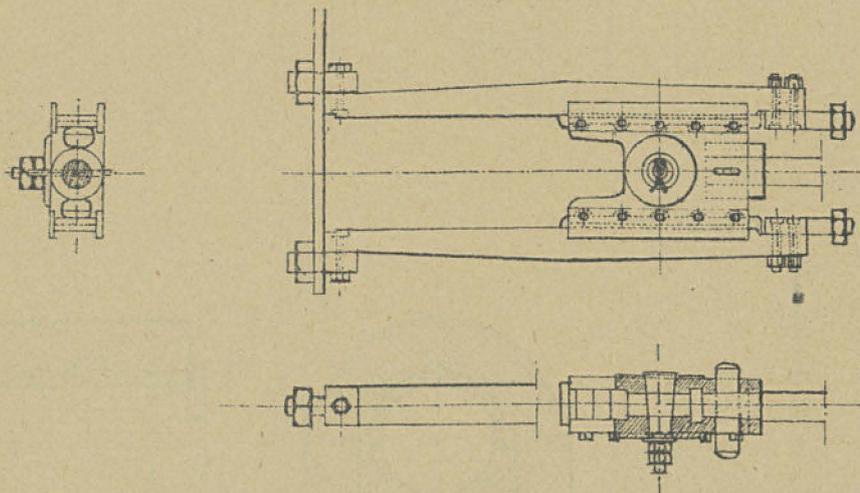
Grasse : fig 82



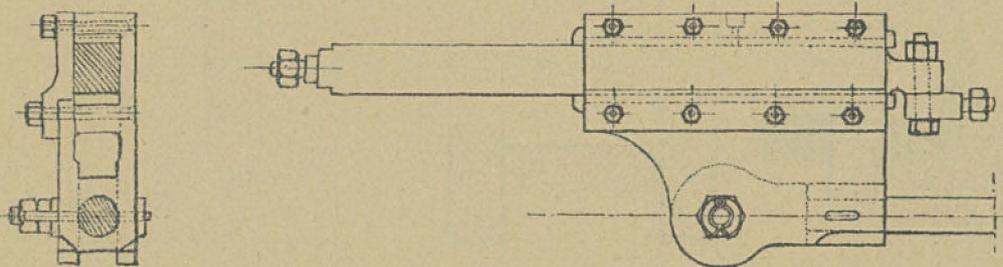
*Guidage par 4 glissières : fig 83*



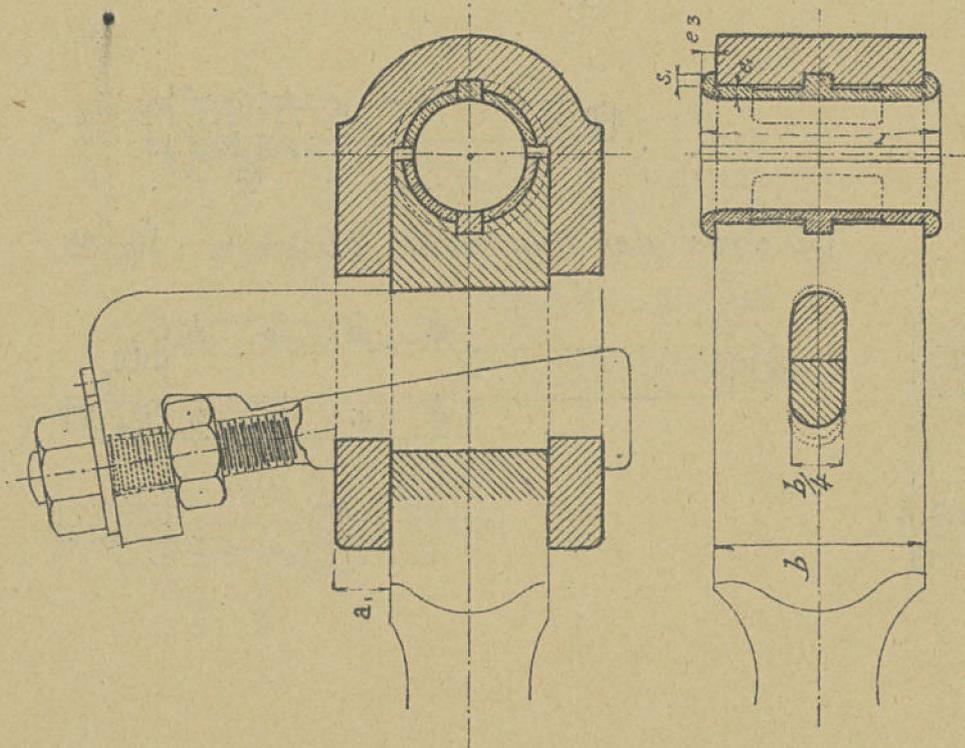
*Guidage par 2 glissières : fig 84*



*Guidage par une seule glissière : fig 85*

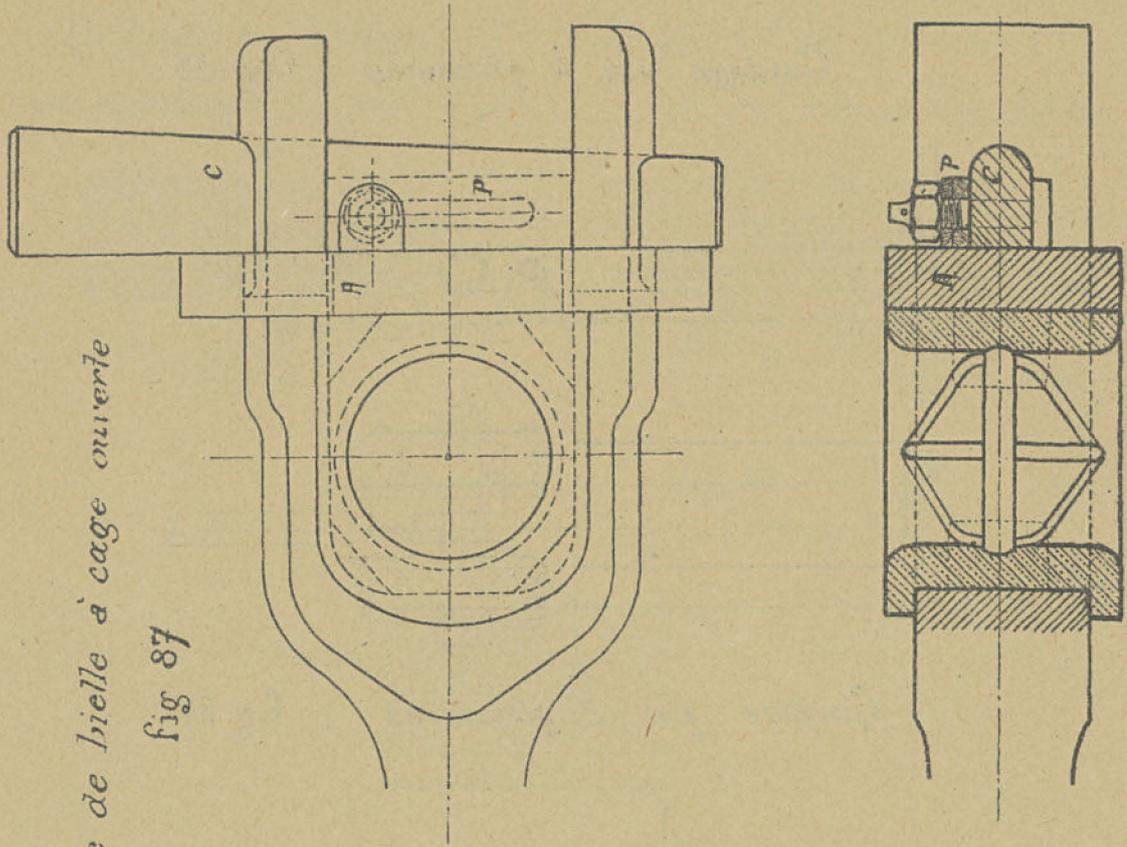


Tête de bielle à chape : fig 86

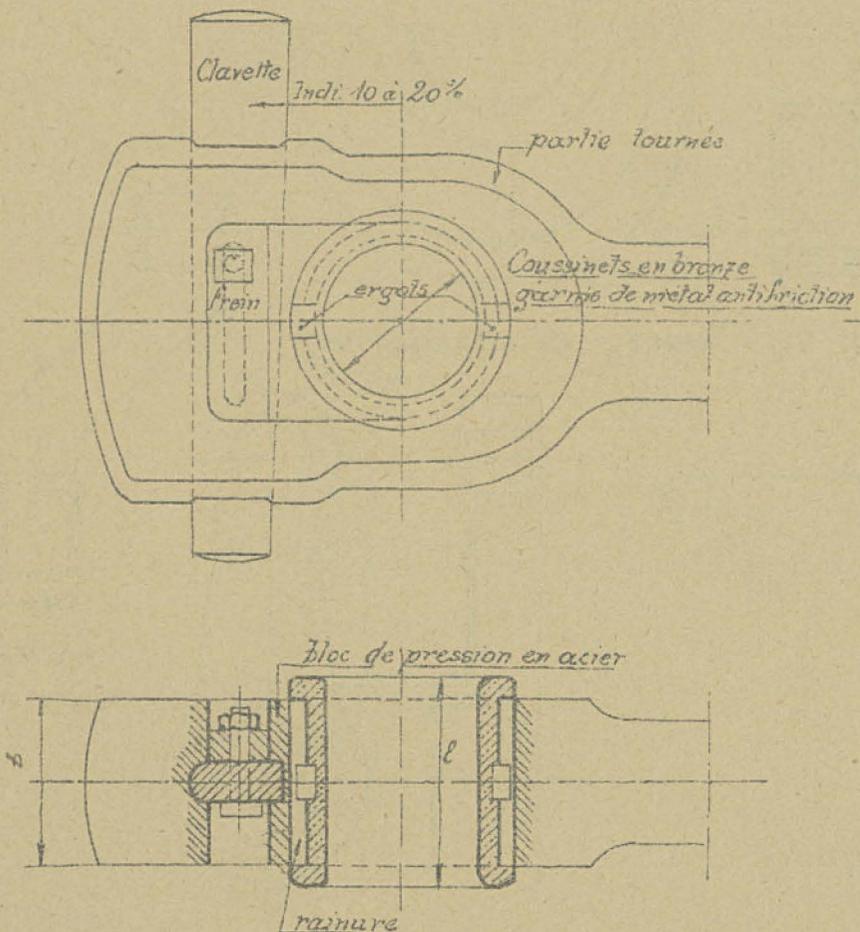


Tête de bielle à cage ouverte

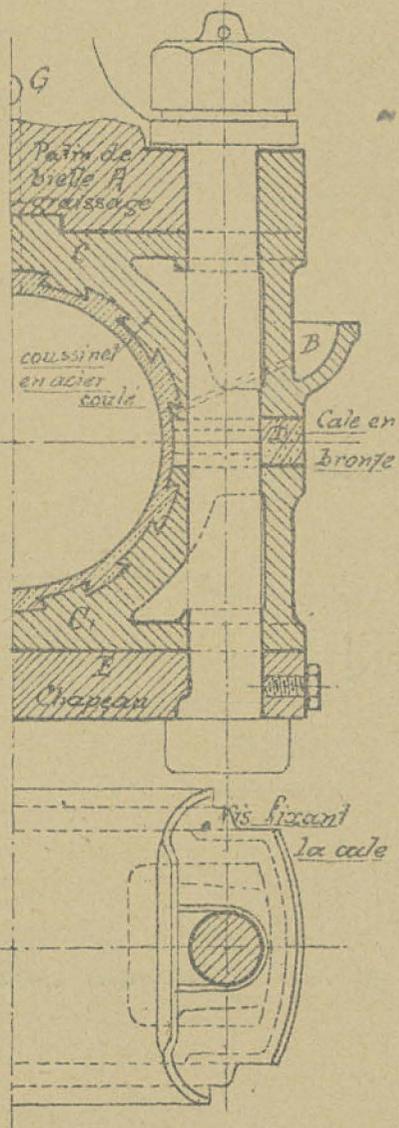
fig 87



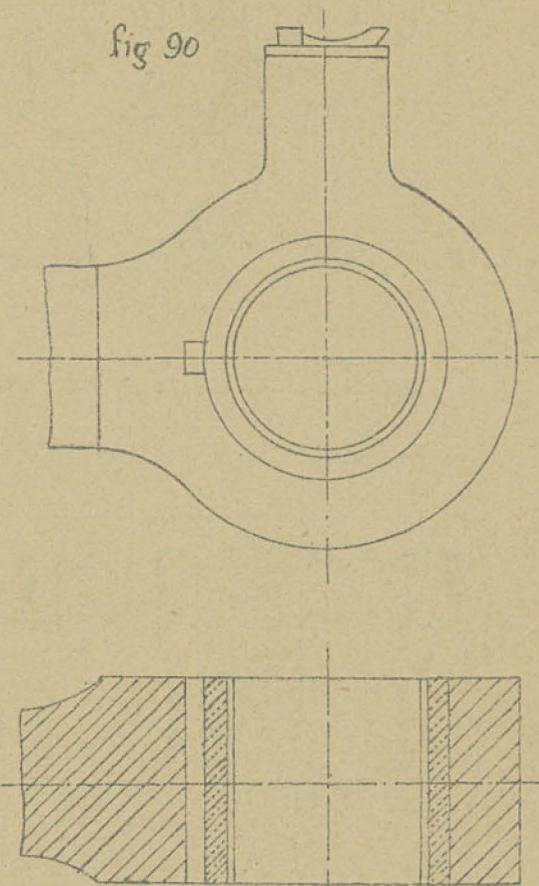
Tête de bielle à cage fermée fig 88



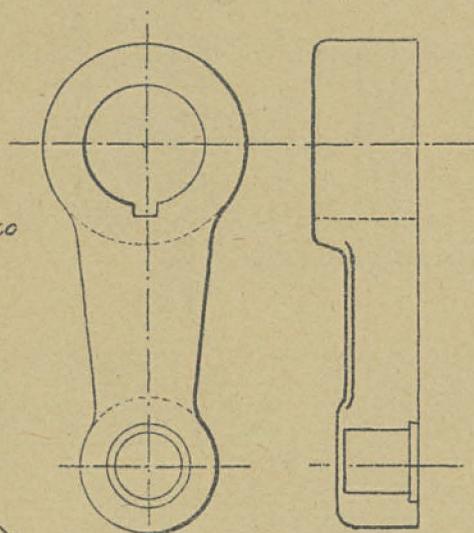
Tête de bielle à cage rapportée fig 89.



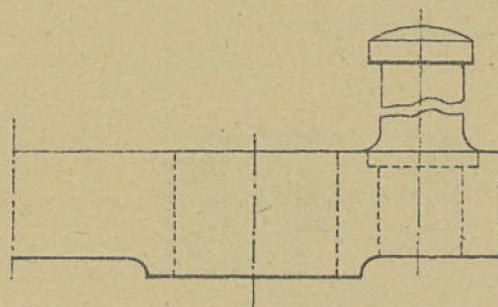
Tête de bielle à bagues fig 90



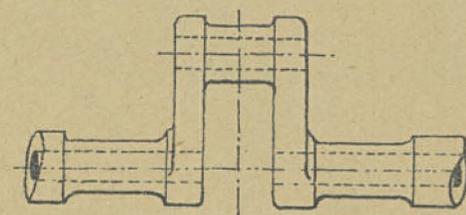
*Manivelle* fig 91



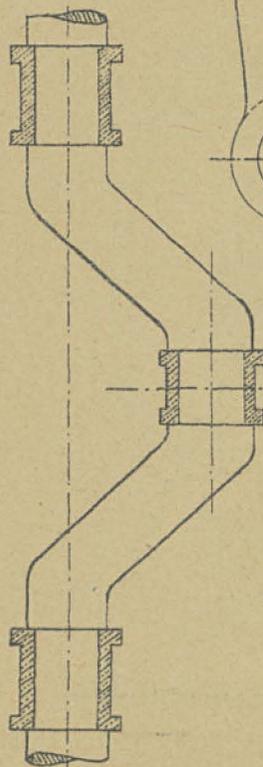
*Boulon de manivelle* : fig 92



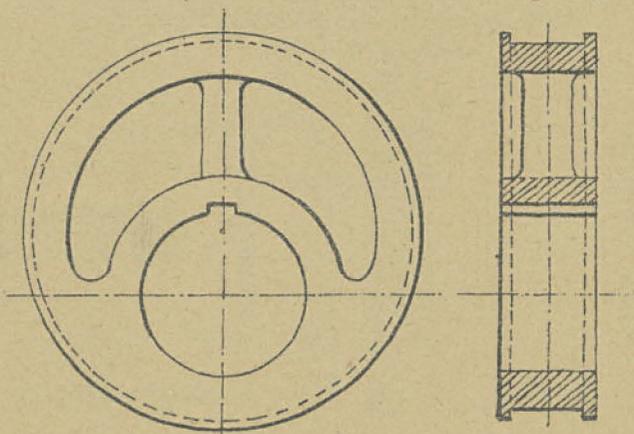
*Vilbrequin* fig 93



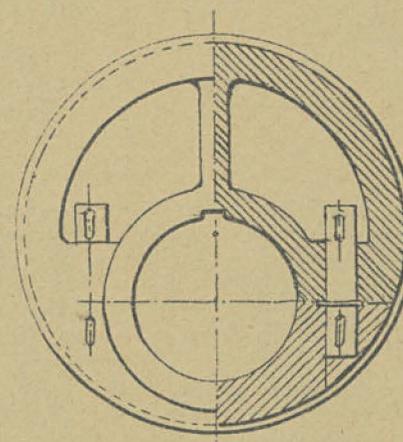
*Bric à bras*  
fig 94.



*Excentrique en 1 pièce* : fig 95



*Excentrique en 2 pièces* : fig 96



# Assemblages

par emmanchement à vis

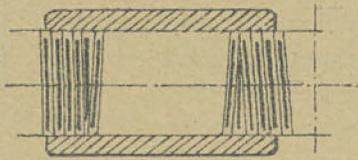


fig 97

par emboitement et cordon

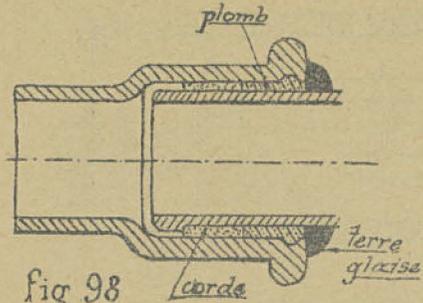


fig 98

par bride brasée

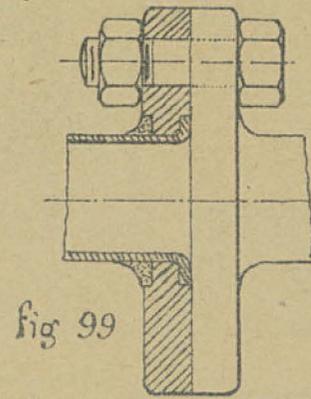


fig 99

par brides folles sur  
collerettes rabattues

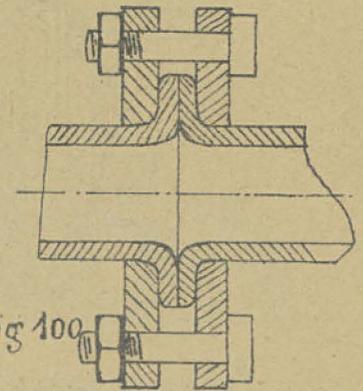


fig 100

par brides avec lentille en  
bronze interposée

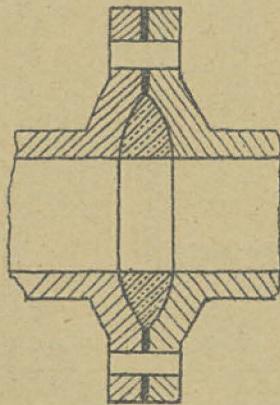


fig 101

Joint glissant

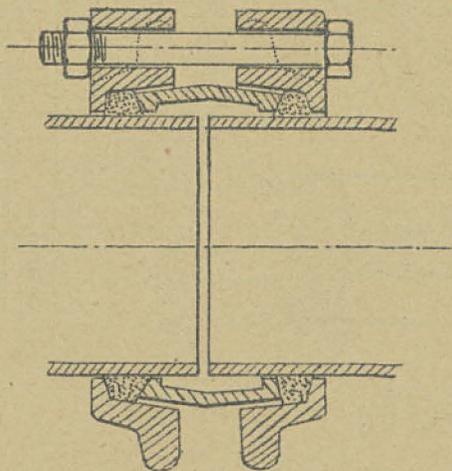


fig 102

Préparation d'un joint au minium

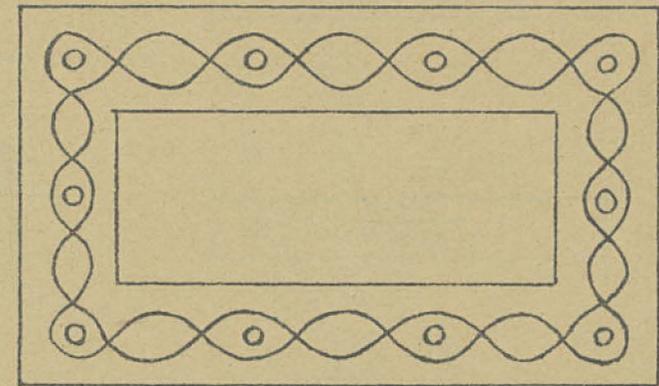


fig 103

*Pistons plongeurs*

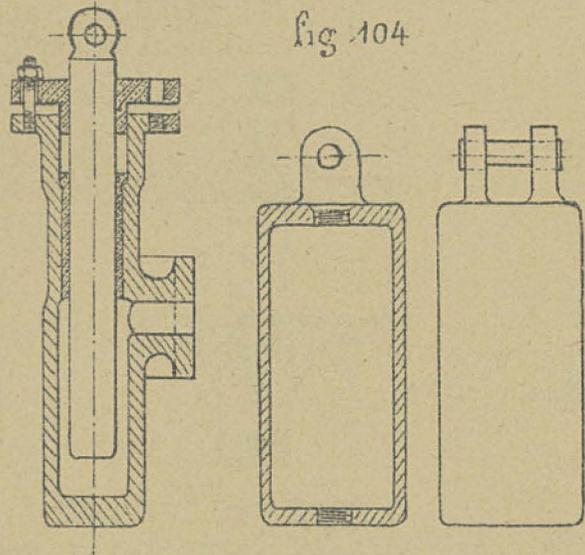


fig 104

*Piston à segments métalliques*

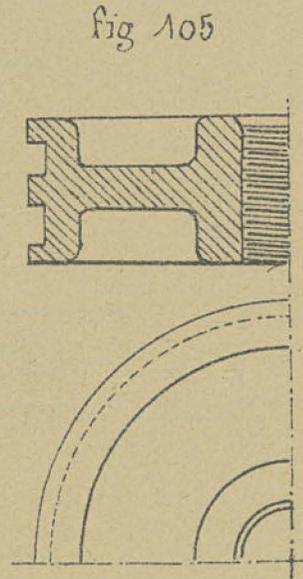


fig 105

*Joint de segments*

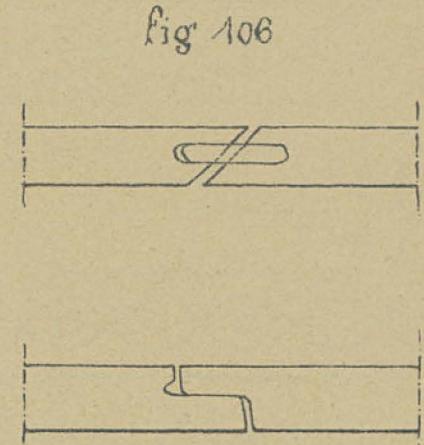
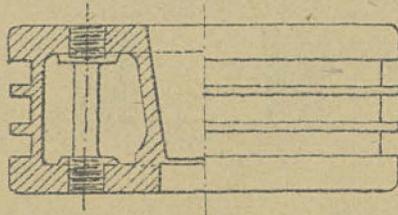
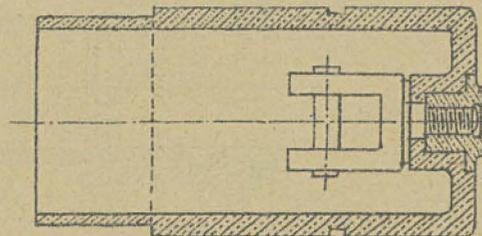


fig 106

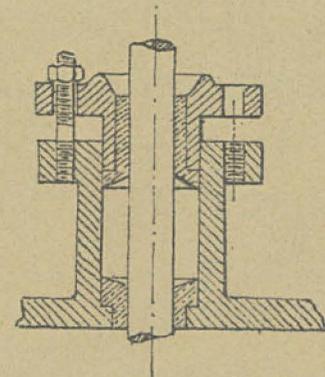
*Piston à double toile*  
fig 107



*Piston rodé : fig 108*

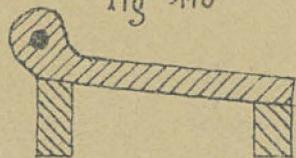


*Presse-garniture : fig 109*



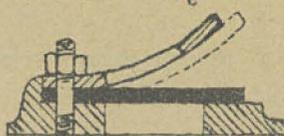
Clapet métallique

fig 110



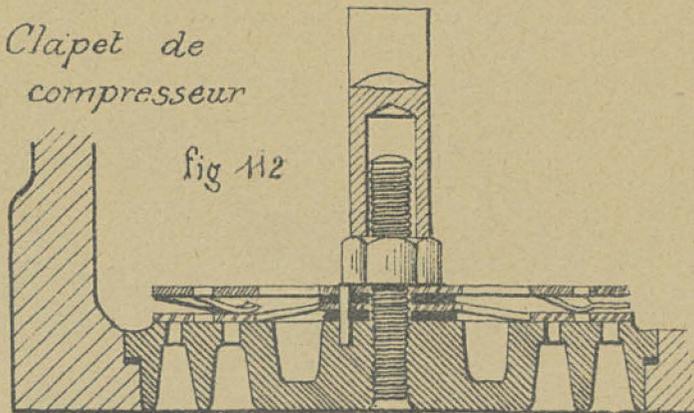
Clapet en caoutchouc

fig 111



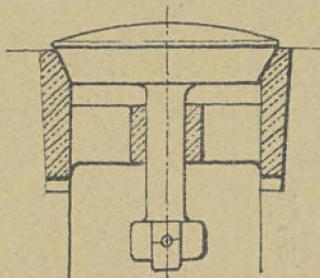
Clapet de compresseur

fig 112



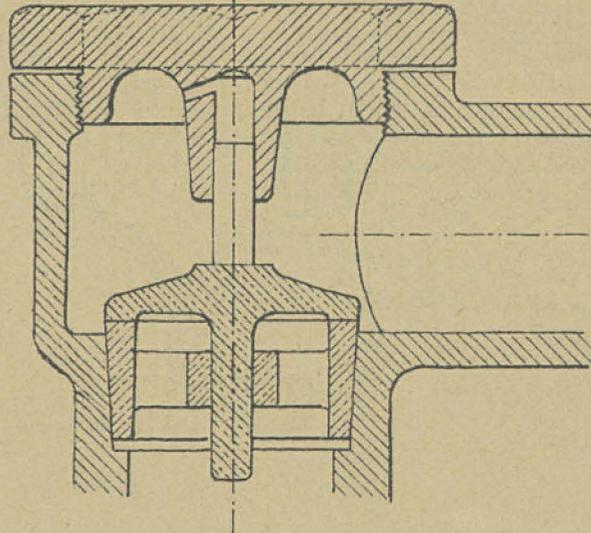
Soupape guidée par 1 tige

fig 113



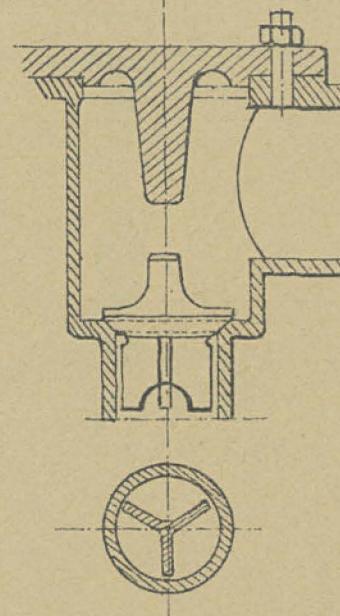
- par 2 tiges

fig 114

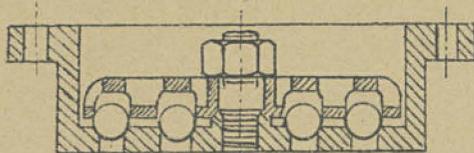


Soupape guidée par ailettes

fig 115

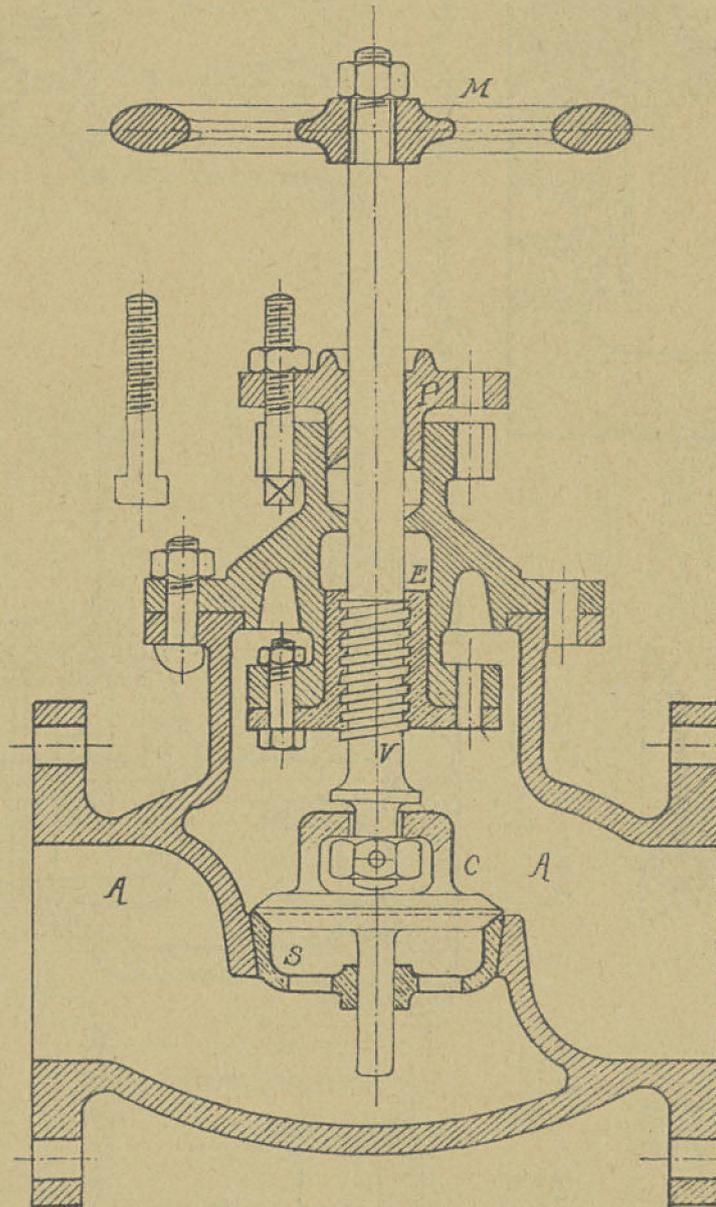


Soupape à billes fig 116

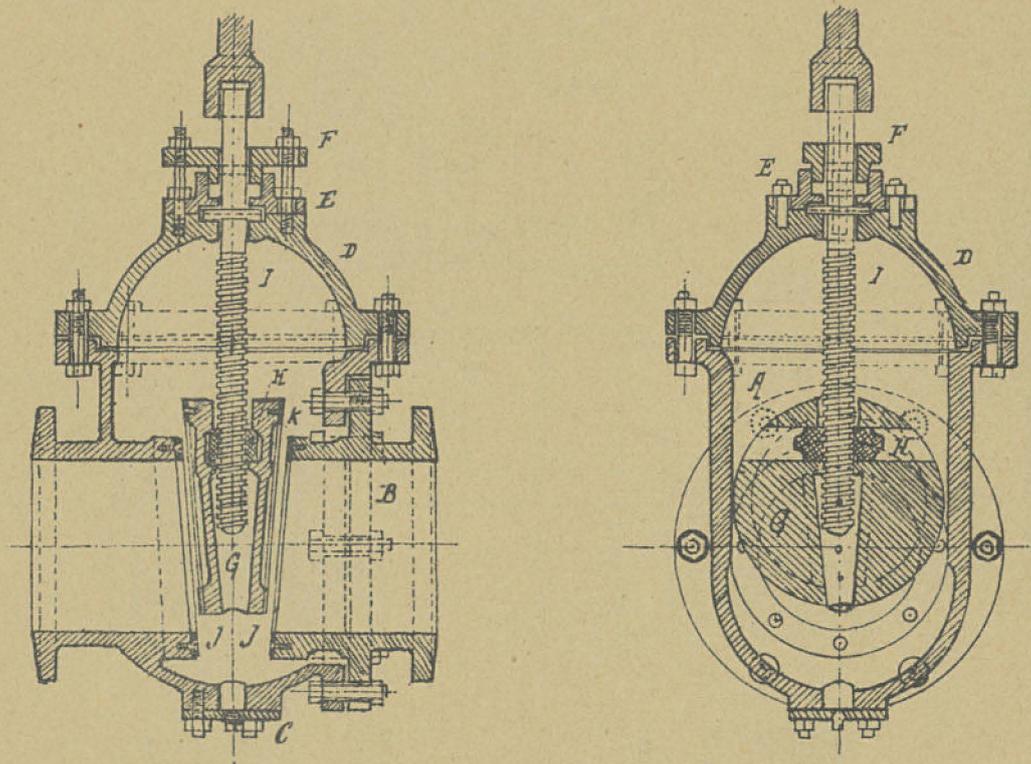


*Robinet à soupape*

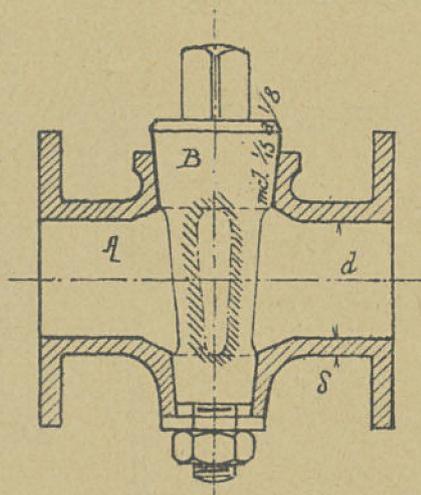
*fig 117*



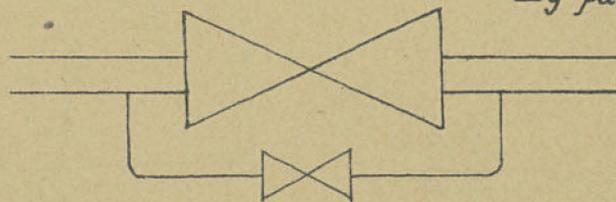
Robinet Vanne fig 119



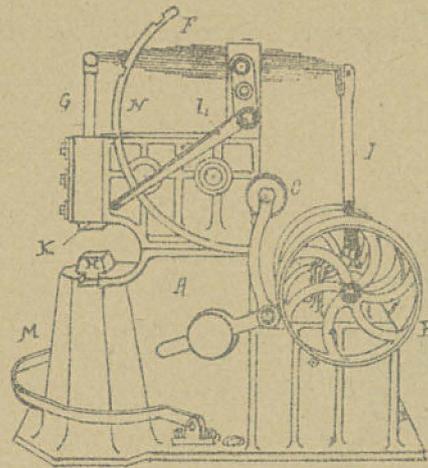
Robinet à boisseau fig 118 .



By pass fig 120

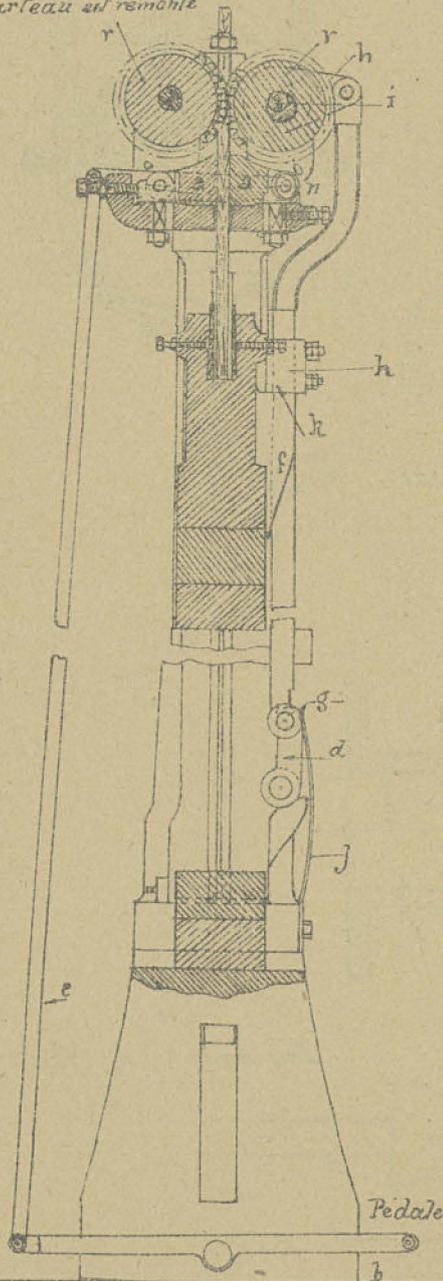


Marteau a ressort : fig 121

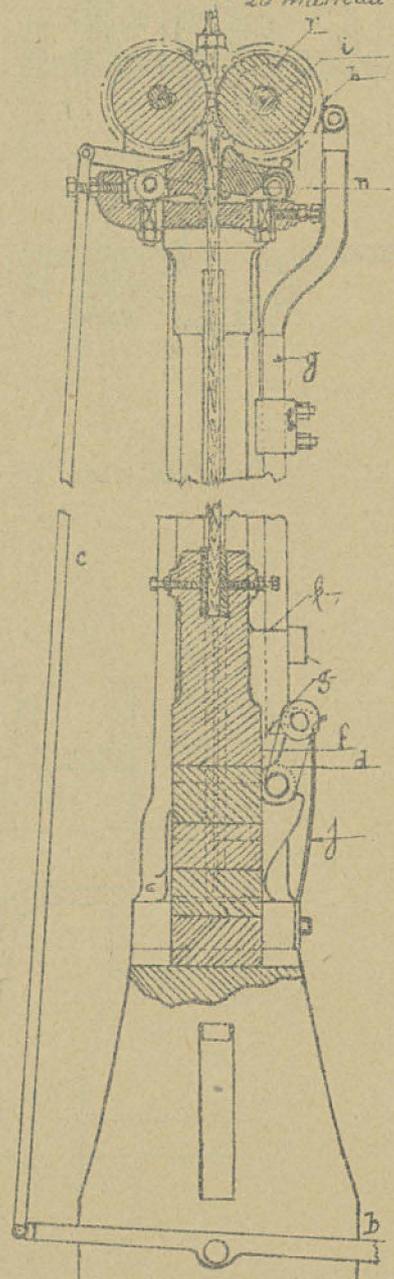


Marteau a planche : fig 122

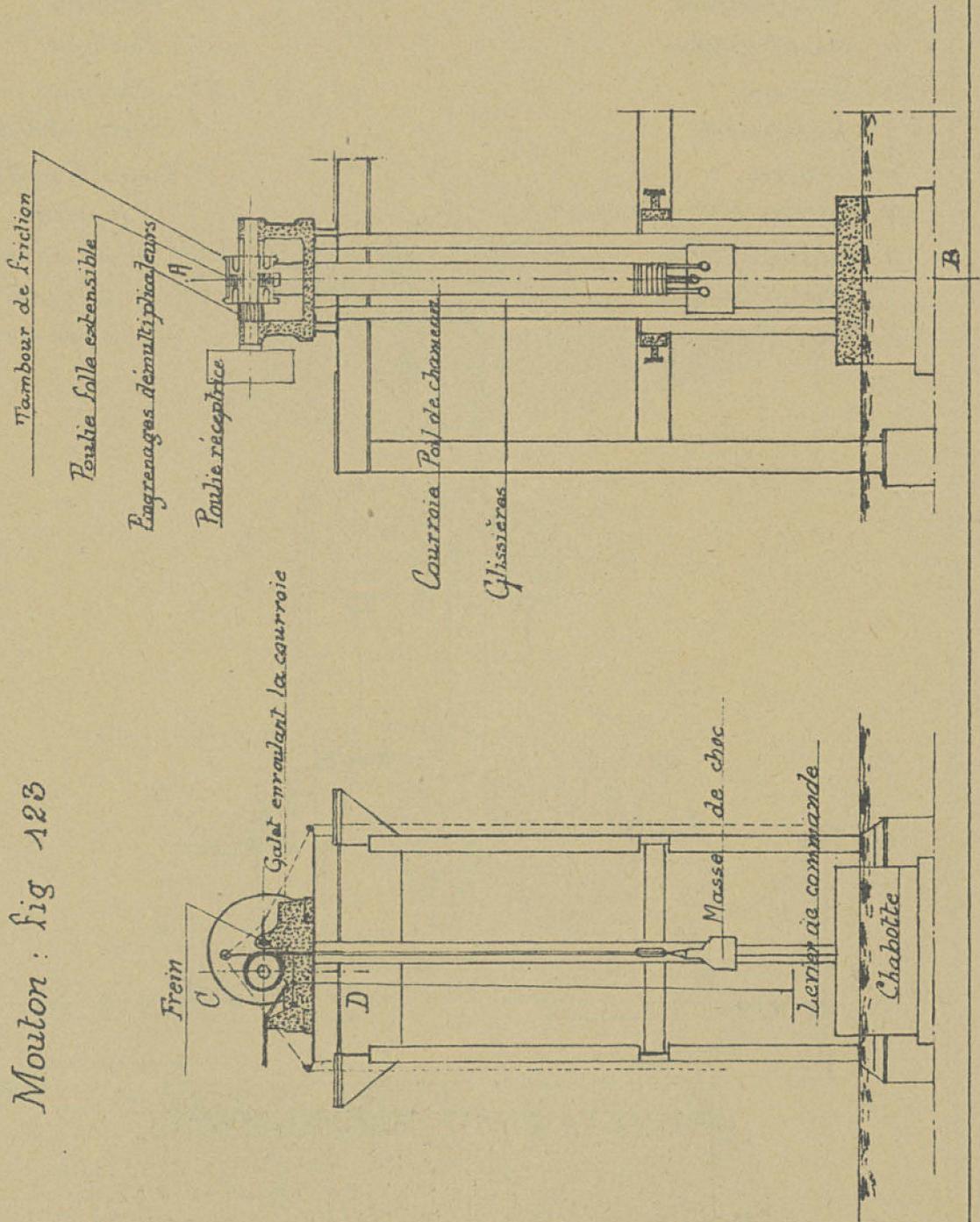
Le marteau est remonte



La marteau est tombe



Moulton : fig 123

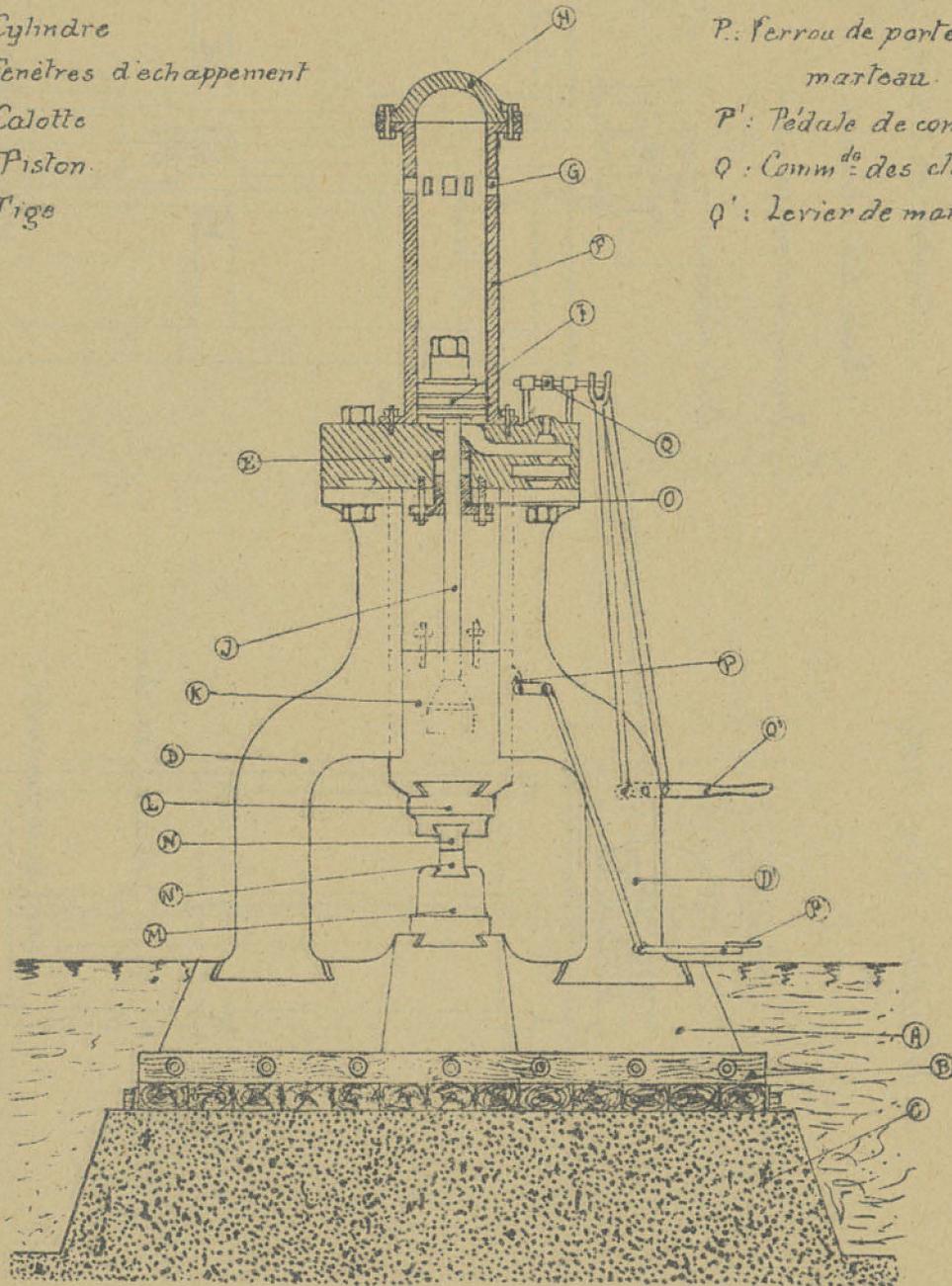


### Marteau pilon à vapeur

fig : 124

- A : Châbotte
- B : Lit de madriers
- C : Massif de béton
- DD' : Jambages
- E : Entablement
- F : Cylindre
- G : Fenêtres d'échappement
- H : Calotte
- I : Piston
- J : Tige

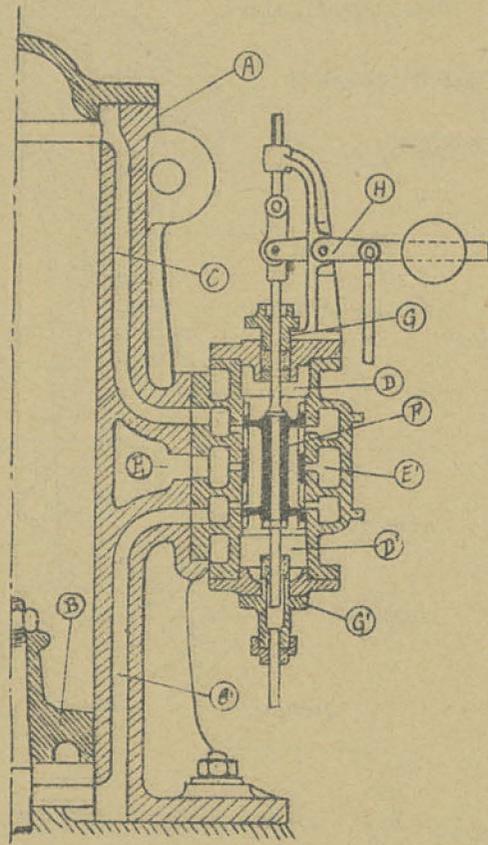
- K : Porte-marteau
- L : Marteau
- M : Enclume
- NN' : Elampes
- O : Presse-étoupe
- P : ferrou de porte marteau
- P' : Pédale de comm<sup>de</sup>
- Q : Comm<sup>de</sup> des clapets
- Q' : Levier de manœuvre



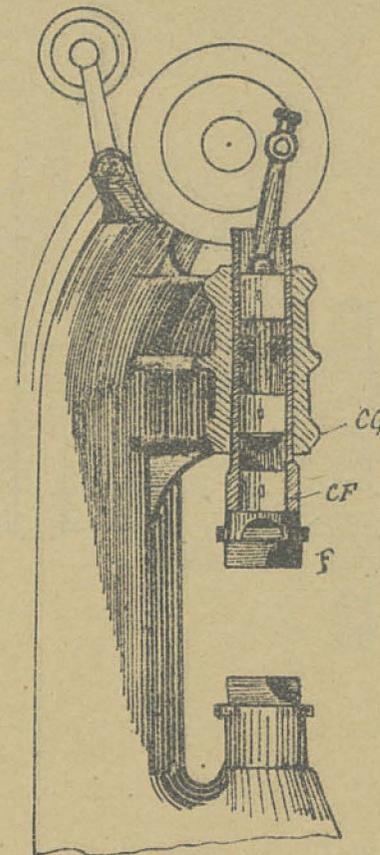
*Distribution de marteau pilon à double-effet*

fig : 125

- A : cylindre
- B : piston
- CC' : conduits de vapeur
- DD' : Admission
- EE' : Echappement
- F : Tiroir
- GG' : presse-étoupes
- H : commande.

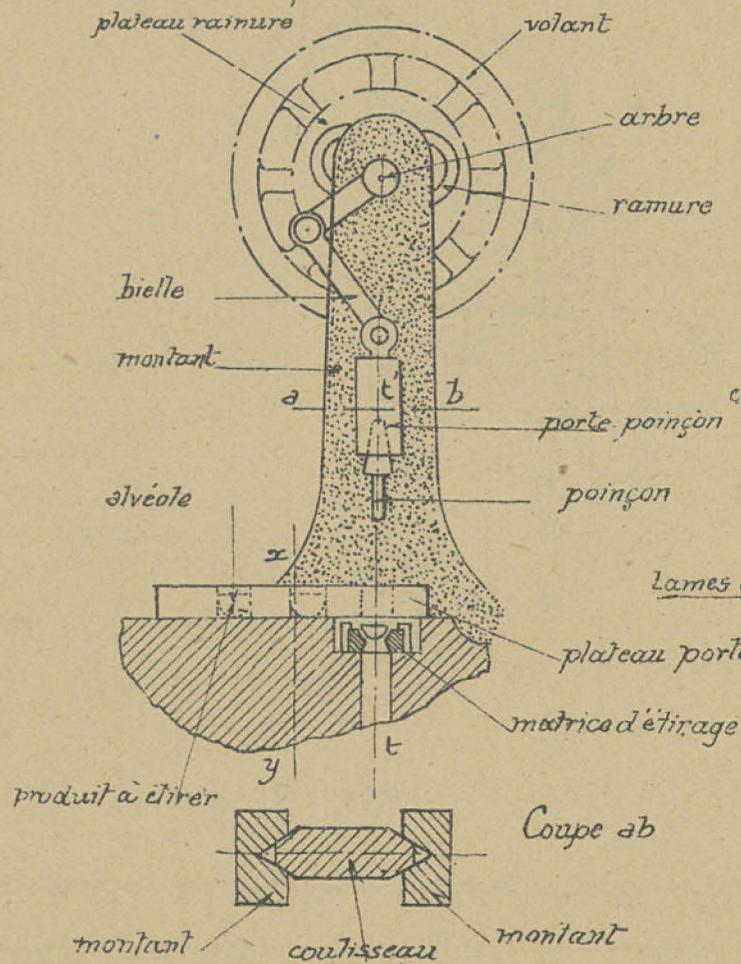


*Marteau pneumatique. fig 126*

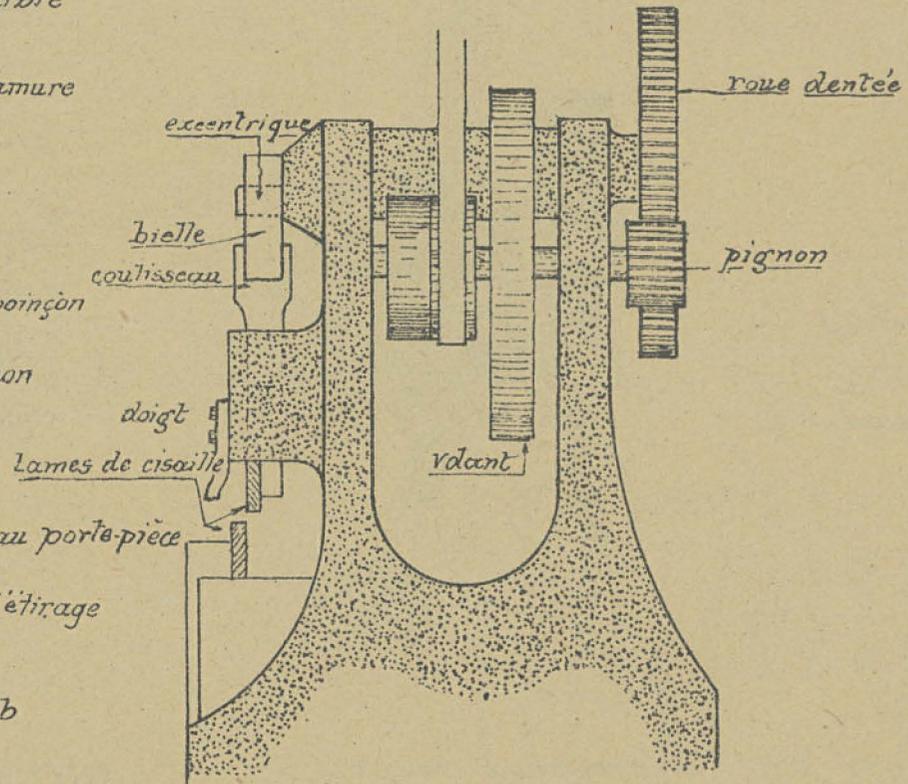


- CG : Grand cylindre
- CF : Petit cylindre
- F : Froppo.

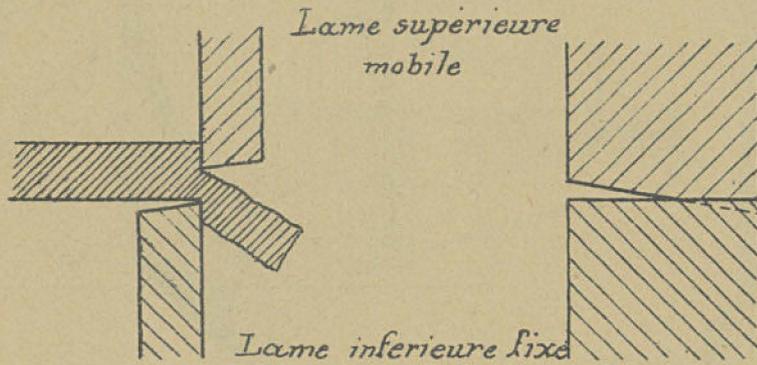
Presse à forger à vilbrequin : fig 127



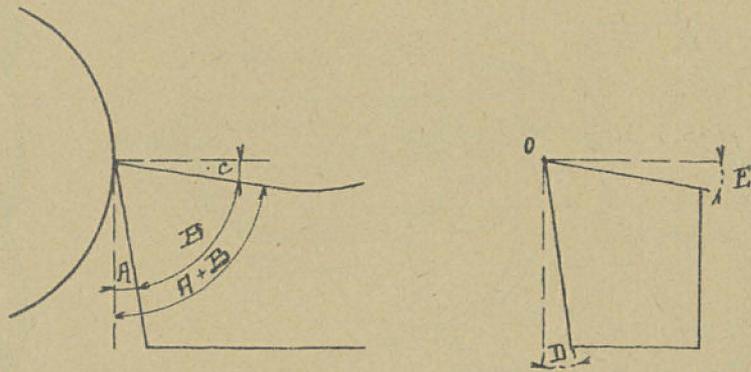
Cisaille fig 128. -



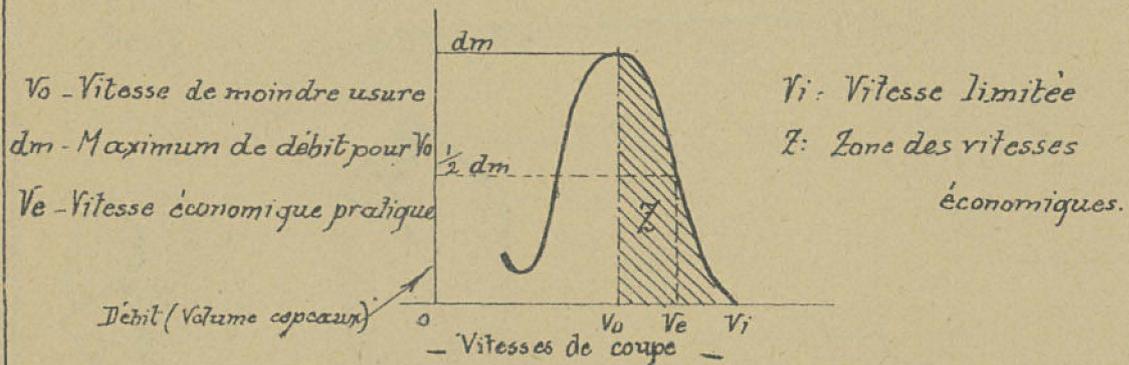
Lames de cisaille : fig 129



Angles de coupe : fig 130

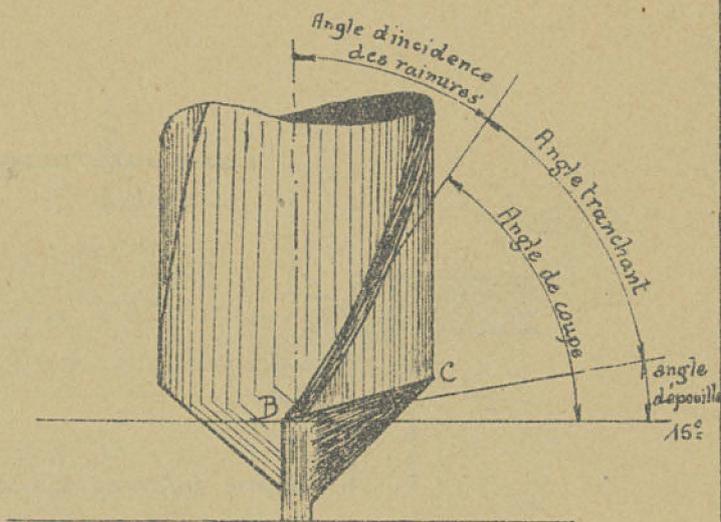
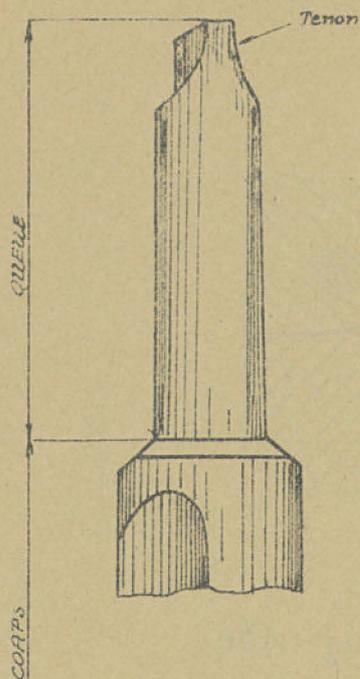


Vitesses de coupe : fig 131



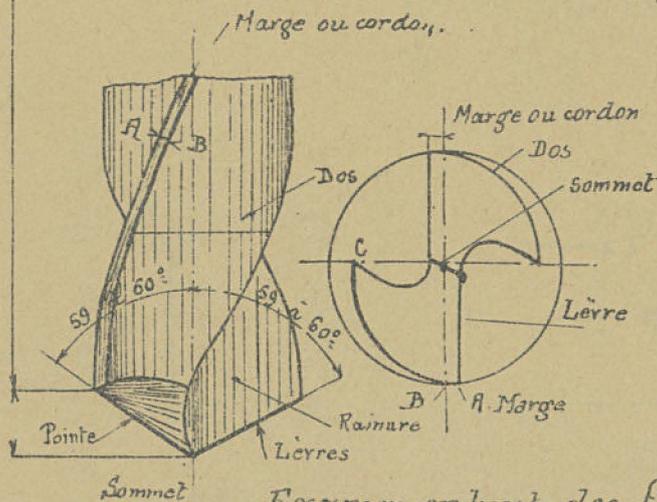
Fôrèt hélicoïdal : fig 132

Angle tranchant : fig 134

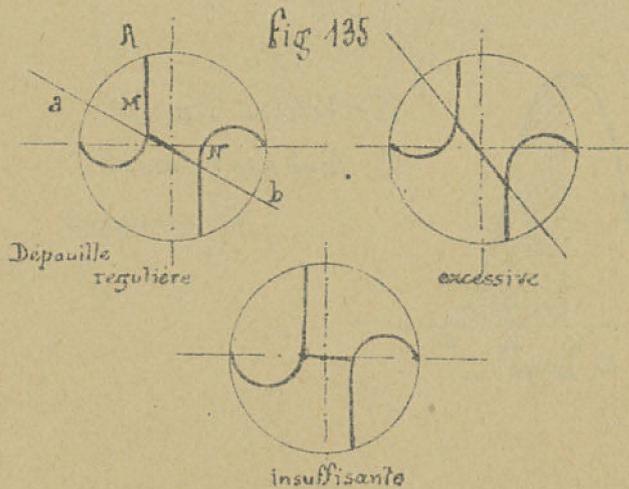


Vérification de la longueur des lèvres

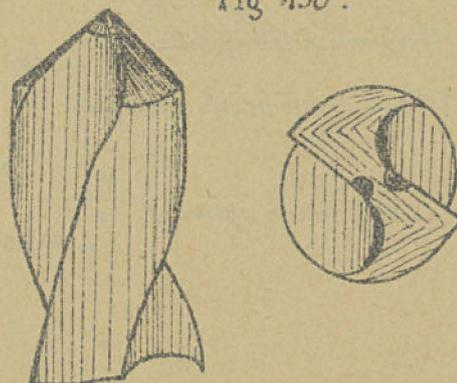
fig 133



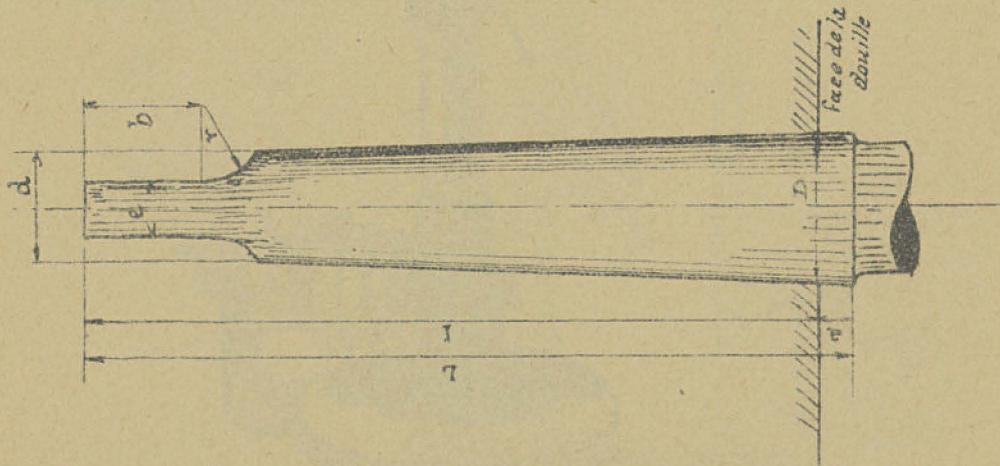
Examen en bout, des forêts



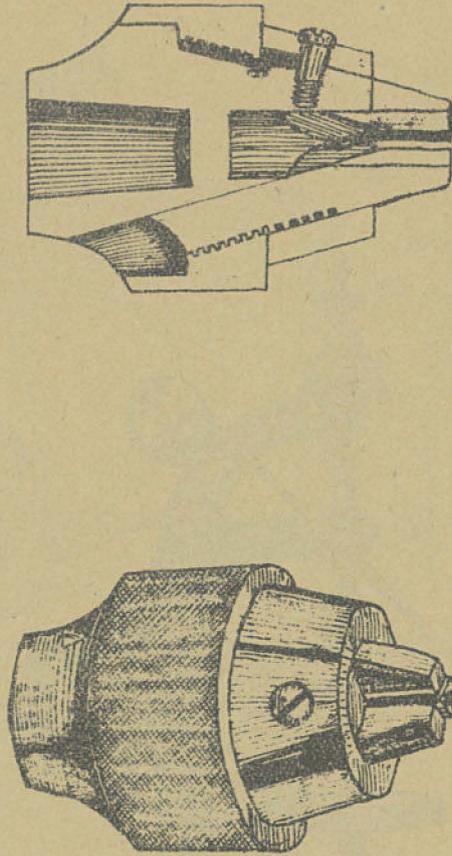
Appointissage d'un forêt  
fig 136.



Cône Morse fig 137

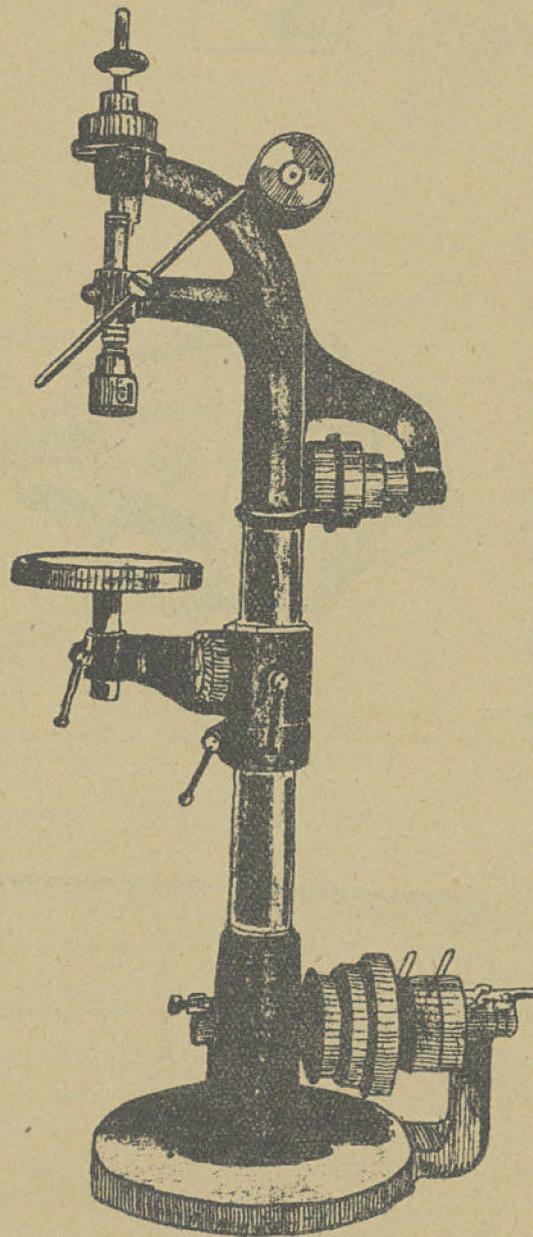


Mandrin de serrage fig 138



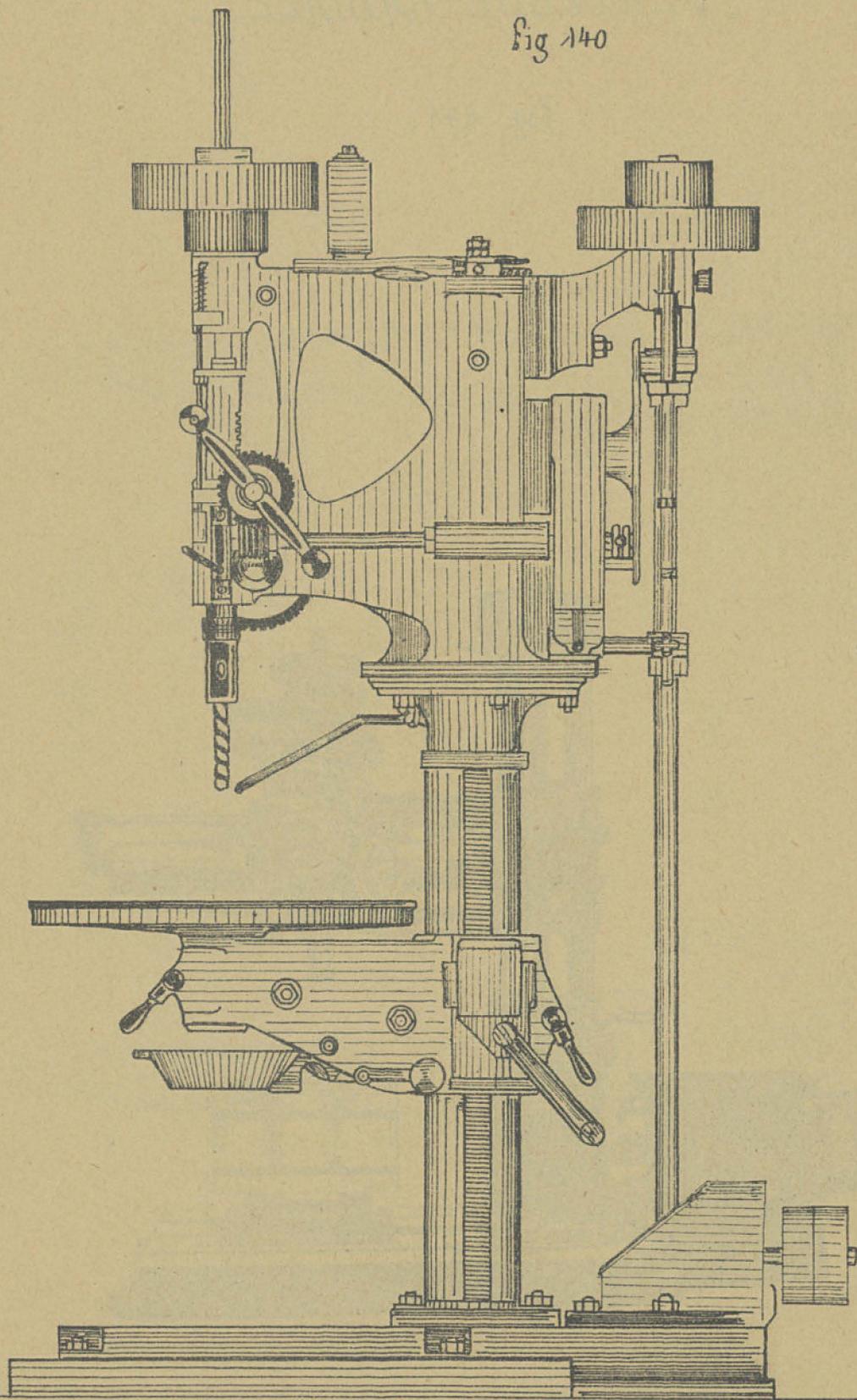
*PERCEUSE SENSITIVE*

Fig 139



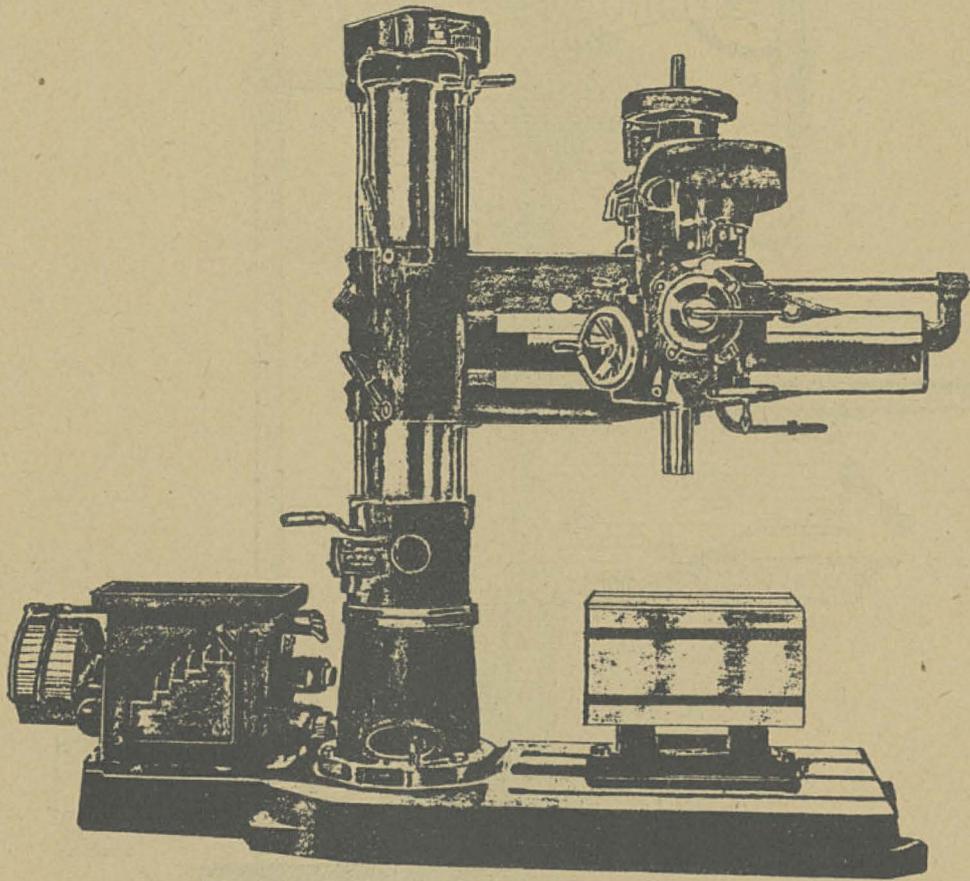
# PERCEUSE RAPIDE

Fig 140



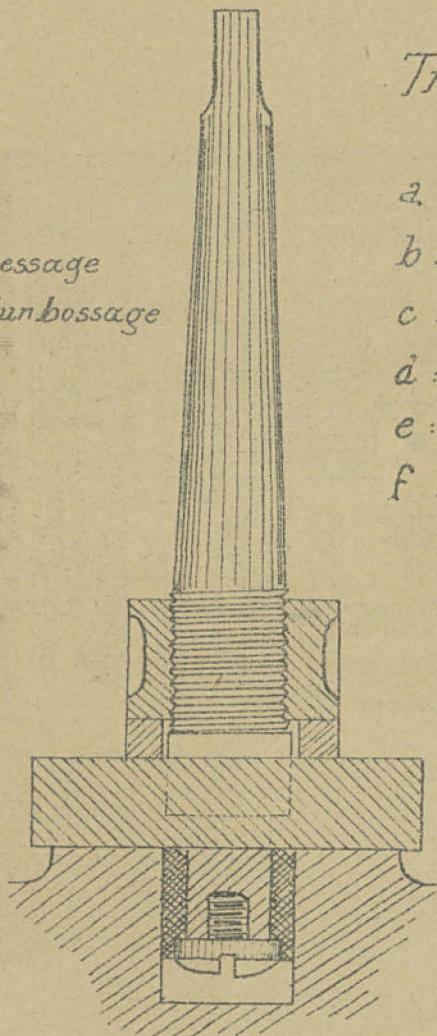
*- PERCEUSE RADIALE -*

fig 141.



# Travail à la lame

Dressage  
d'un bossage



- a : Corps du porte-lame
- b : Lame
- c : Ecrou de serrage de la lame
- d : Rondelle
- e : Pilote amovible
- f : Vis de retenue du pilote

Alésage d'un trou

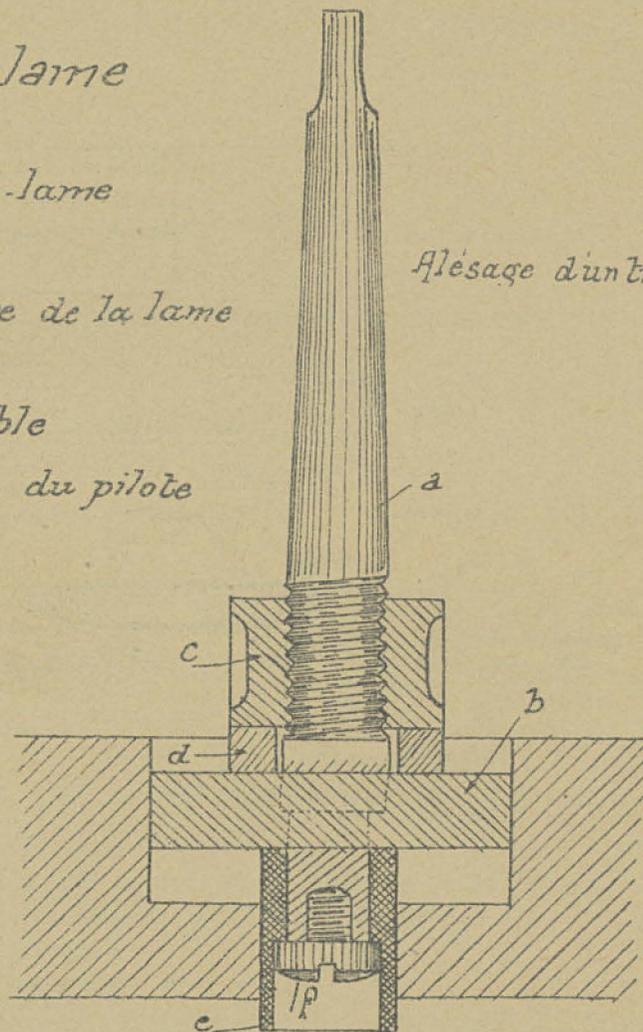
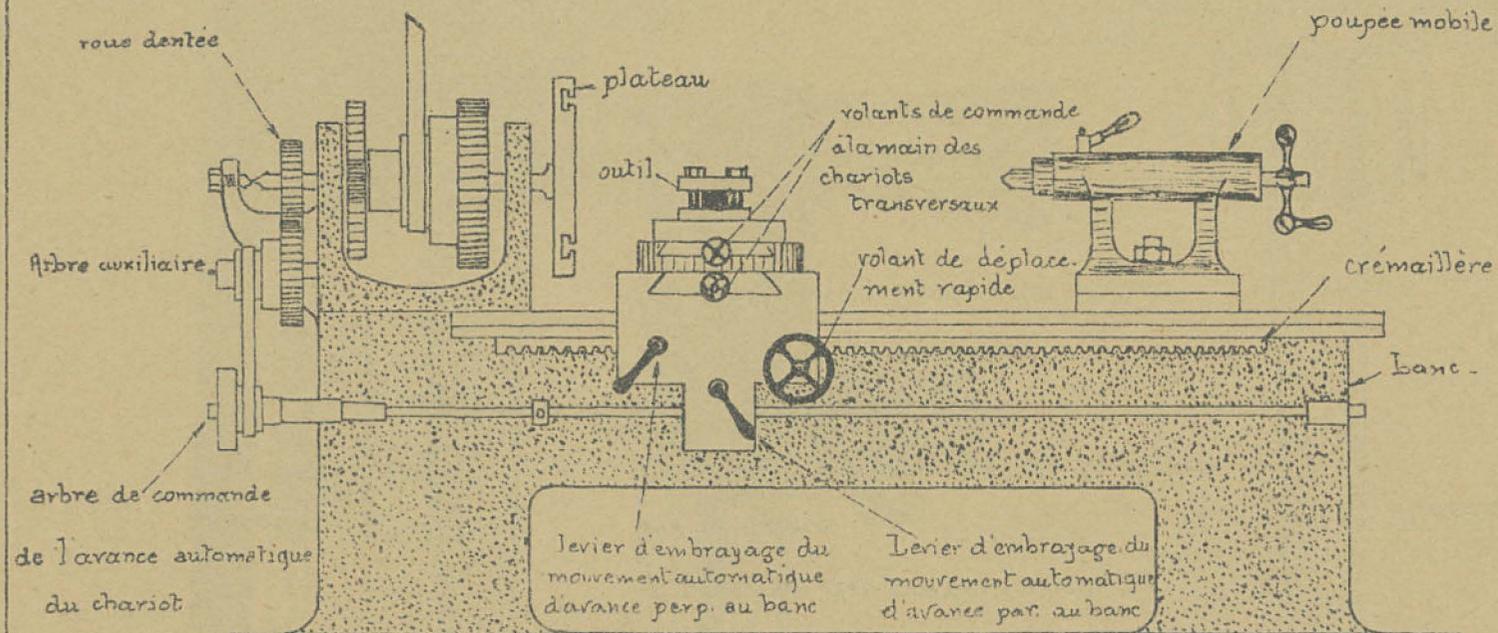


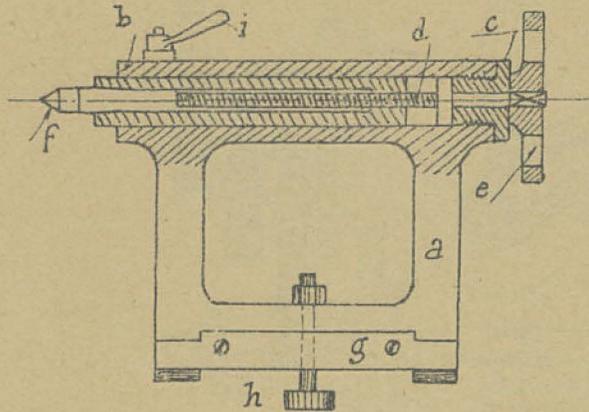
fig 142

# TOUR À CHARIOTER -

Fig 143 -

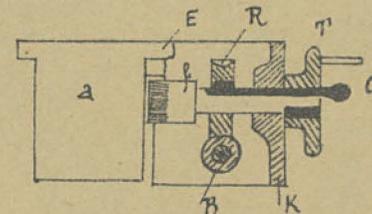
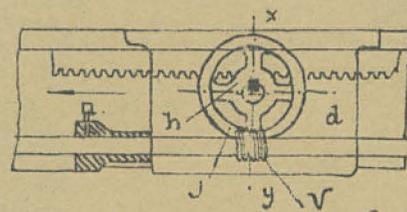
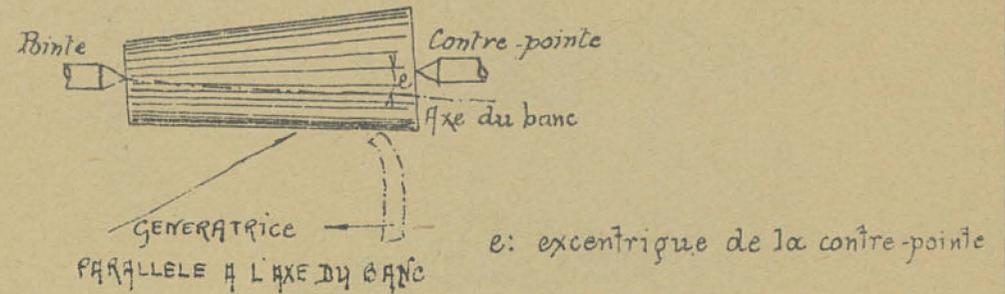


Poupée mobile fig 144



- a : corps de la poupée
- b : Canon
- c : Ecrrou culasse
- d : Vis
- e : Volant
- f : Contre-pointe
- g : Semelle
- h : Sabot
- i : Roignis de blocage  
du canon.

Tournage conique fig 145



Commande à la cuirasse fig 146

- B : Barre de chariotage
- C : Clavette coulissante d'embrayage de la roue R
- E : Crémaillère fixée au banc
- K : Cuirasse
- P : Pignon de crémaillère
- R : Roue à vis sans fin
- T : Volant de manœuvre du pignon de crémaillère
- V : Vis sans fin coulissant sur la barre B

*Filetage à 2 roues*

fig 147

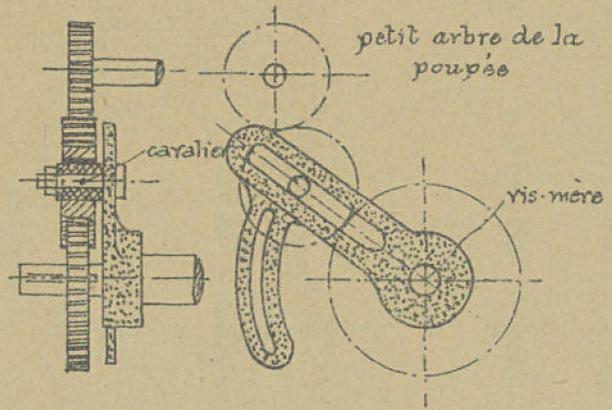


fig 148

*Filetage à 4 roues*

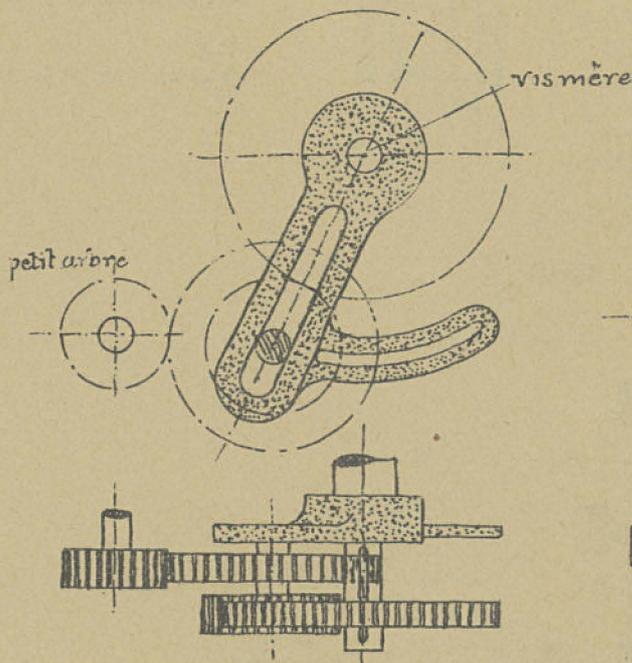
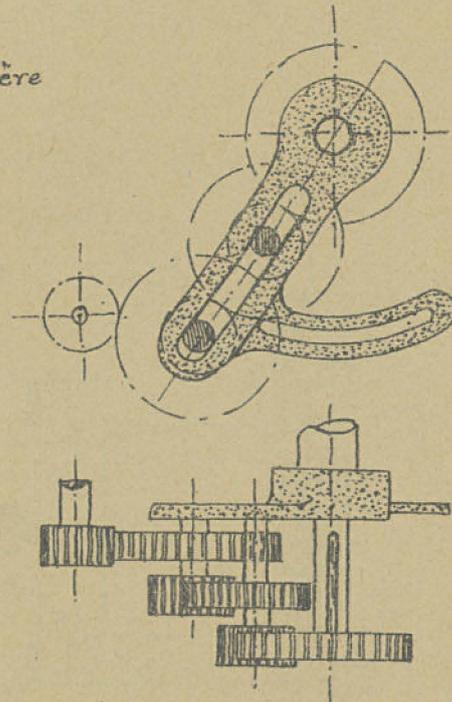
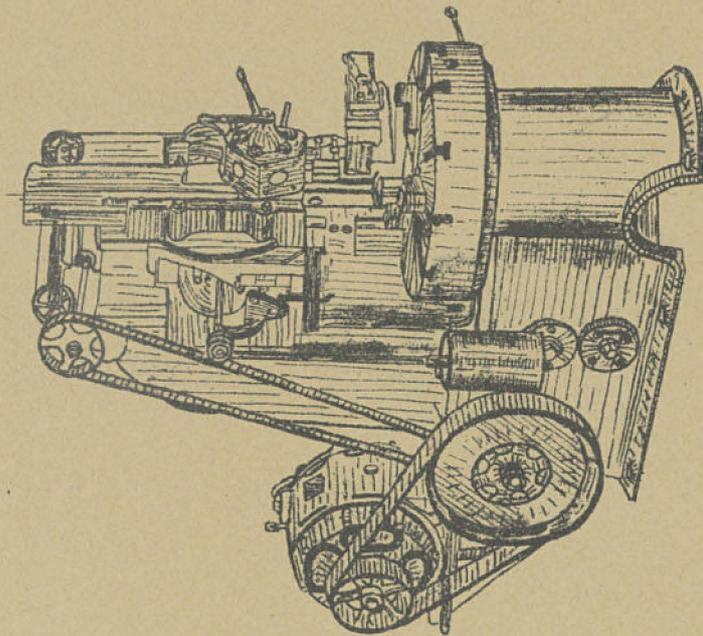


fig 149 -

*Filetage à 6 roues*



*Tour vertical : fig 151*



*Tour en l'air fig 150*

