

*JULES MERLOT*

---

*MANUEL DE L'OUVRIER MÉCANICIEN*

---

*GUIDE DU MONTEUR*

*PARIS & LIÈGE*

*CH. BÉRANGER ÉDITEUR*





H. Ledermann





L'École technique offre à la Bibliothèque  
de l'Institut Industriel, en souvenir d'Albert  
Desmoult, ancien élève, promotion 1898.



## GUIDE DU MONTEUR

## OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

(PUBLIÉS A LA MÊME LIBRAIRIE)

---

**Manuel de l'ouvrier mécanicien. Guide de l'ajusteur**, contenant le traçage, le burinage ou dégrossissage, les instruments de mesure, le travail à la lime, le grattage, le polissage, le marbrage, les différents modes d'ajustage, le forage, l'alésage, le filetage et taraudage, le martelage, les jauges, les tableaux de filetage, etc., à l'usage des mécaniciens, des élèves des écoles d'apprentissage, des écoles industrielles, des cours techniques, des ouvriers, des contremaitres, et des chefs d'atelier, par JULES MERLOT, ingénieur-mécanicien, répétiteur du cours de construction des machines et chef des travaux d'atelier à la faculté technique de l'Université de Liège. 1 volume in-8°, avec figures dans le texte. Relié. . . . . 9 fr.

**Principes de la construction des machines-outils**. Organes d'un usage général, organes de transformation de mouvements, mécanismes employés pour le déplacement pendant la marche des courroies sur les poulies, mécanisme de variation de vitesse, burins ou crochets, généralités concernant la construction des machines-outils, tours proprement dits, tours en l'air, tours entre pointes, tours spéciaux, machines à forer, alésoirs, machines à raboter, machines à fraiser, fraises, scies à froid, machines à meuler, par J. MERLOT, ingénieur-mécanicien, répétiteur du cours de construction des machines et chef des travaux d'atelier à la faculté technique de l'Université de Liège. 1 volume grand in-8° jésus contenant 987 figures dans le texte. Relié. 40 fr.

---



MANUEL DE L'OUVRIER MÉCANICIEN

---

# GUIDE DU MONTEUR

COMPRENANT :

LA DESCRIPTION DES INSTRUMENTS EMPLOYÉS DANS LE MONTAGE  
LE MONTAGE DES BÂTIS DE MACHINES  
L'EXÉCUTION DES DIFFÉRENTS GENRES DE JOINTS — LE MONTAGE DES CONDUITES  
LE MONTAGE DES ORGANES DE MACHINES  
LA RECHERCHE, LA LOCALISATION ET LA CORRECTION DES DÉFAUTS DE MONTAGE  
LE RÉGLAGE DES MÉCANISMES DE DISTRIBUTION  
LE MONTAGE DES TRANSMISSIONS ET DE LEURS ACCESSOIRES

A L'USAGE

Des Mécaniciens, des Élèves des Écoles d'apprentissage,  
des Écoles industrielles, des Cours techniques, des Ouvriers, des Contremaîtres  
et des Chefs d'atelier.

PAR

**JULES MERLOT**

Ingénieur-Mécanicien,  
Répétiteur du cours de construction des machines et Chef des travaux d'atelier  
à la Faculté technique de l'Université de Liège.

---

PARIS ET LIÉGE

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR  
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET C<sup>ie</sup>  
PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15  
LIÉGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE, 21

—  
1907

Tous droits réservés.





## PRÉFACE

---

Dans le Guide de l'Ajusteur, nous avons décrit la manière de pratiquer les différentes opérations nécessaires, pour amener, un organe donné, aux formes, aux dimensions et au degré de fini voulu, suivant l'usage auquel il était destiné.

Le présent ouvrage ne s'occupera que d'indiquer, dans quels cas ces opérations doivent être faites et l'ordre dans lequel elles doivent se succéder, pour arriver au résultat imposé.

Nous n'avons naturellement pas eu l'intention d'épuiser le sujet dans ce traité, et nous ne sommes pas entré dans tous les développements que pourrait comporter le montage. Cela nous aurait conduit à donner, à ce livre, une étendue que ne comporte pas le cadre dans lequel nous avons cru préférable de nous restreindre, qui est de nous attacher plus particulièrement à l'étude des cas qui se présentent le plus fréquemment dans le montage des machines.

Nous estimons, qu'avec les renseignements contenus dans ce livre, on pourra toujours trouver la solution de la plupart des problèmes généraux, tels qu'ils se rencontrent dans la pratique courante.

Comme exemple de montage de machine, nous avons plus particulièrement choisi l'un des plus délicats et celui qui se

présente le plus souvent, c'est-à-dire le montage d'une machine à vapeur. Nous avons même supposé que cette dernière était pourvue de guides dédoublés, parce que ce cas comporte les différents problèmes de montage qui se présentent dans toutes les machines.

Pour ce qui concerne certaines particularités de montage et d'installation des machines-outils, le sujet ayant été traité en son lieu, dans les Principes de la Construction des machines-outils, nous avons estimé que ce serait faire double emploi que d'y revenir actuellement; et, pour les cas particuliers de ce genre qui pourraient se présenter au lecteur, nous renvoyons celui-ci à l'ouvrage précité.

---



# GUIDE DU MONTEUR

---

## INTRODUCTION

---

Sous le nom de montage, on comprend toute la série d'opérations ayant pour but : l'assemblage entre elles des différentes pièces composant les organes d'une machine, à leur place et dans leur position convenable ; la mise en place de ces organes pour obtenir une machine déterminée dans les conditions voulues de marche ; l'installation des opérateurs sur leur fondation ; en un mot, tout ce qui concerne la mise en ordre de marche des machines.

L'ajustage a pour but de donner aux différentes parties d'un organe, et à cet organe lui-même, les formes et dimensions voulues pour en permettre l'assemblage ; de sorte que chaque organe est complet en lui-même, indépendamment de ceux auxquels il doit être relié ultérieurement.

Un mouvement d'excentrique, par exemple, comportant le plateau le collier et la bielle, est complet en lui-même ; mais le calage du plateau et la longueur exacte de la bielle, ne peuvent se déterminer que lors de la mise en place.

Il en est de même d'une machine quelconque qui, lorsque ses organes sont terminés et assemblés, demande encore à être mise en place convenablement par rapport à certains éléments, dont la position invariable est préalablement déterminée.

Le montage demande beaucoup de soins, de jugement et d'ex-

périence, car il doit parfois corriger certaines erreurs d'ajustage.

Les machines devant être placées sur un plancher, exécuté dans des conditions bien déterminées suivant les cas, le montage sur place se commencera par l'exécution des fondations. Lorsque la machine comporte un bâti, auquel sont reliés les différents organes, celui-ci se fixe, ordinairement, sur une fondation. Il sert alors de point de départ, pour régler la mise en place convenable des différents organes l'un par rapport à l'autre.

Dans une machine fixe, le cylindre et le bâti seront les points de repère, d'après lesquels il faudra se régler, lorsque la machine sera dans le local qui lui est destiné. Les fondations proprement dites, en maçonnerie ou autres, constitueront une partie tout à fait distincte et séparée.

Dans une locomotive, la chaudière constitue la fondation à laquelle les autres organes de la machine seront, plus ou moins directement, réunis.

Laissant de côté tout ce qui concerne plus spécialement le montage de chaudronnerie et de charpentes proprement dit, mais au sujet duquel on pourra trouver, dans le présent ouvrage, des renseignements utiles, nous nous attacherons particulièrement à ce qui regarde le montage des organes et des machines en mouvement, moteurs et récepteurs, d'un emploi à peu près général dans les installations courantes. Nous n'entrerons pas dans les détails au sujet du calcul des dimensions à donner aux différents organes : cette partie rentre plutôt dans la construction des machines proprement dite, et, au besoin, on pourra toujours avoir recours aux ouvrages traitant spécialement de la matière.

---



## CHAPITRE PREMIER

### INSTRUMENTS DE MESURE EMPLOYÉS DANS LE MONTAGE

Les instruments de mesure et de vérification employés dans le montage, sont les mêmes que ceux utilisés pour l'ajustage.

En ce qui concerne la description de ces accessoires, leur manie-ment, et les conditions qu'ils doivent normalement réunir pour en obtenir des indications convenables, on pourra se reporter à ce que nous avons dit à leur sujet dans le Guide de l'Ajusteur. Toutefois, aux instruments de mesure précédents, il y a lieu d'en ajouter deux autres, qui sont plutôt des instruments destinés à indiquer une direction, et dont l'emploi est continu dans le montage ; ce sont : le fil à plomb et le niveau d'eau.

L'emploi judicieux de ces appareils permet, dans bien des cas, de s'assurer rapidement du parallélisme ou de la perpendicularité de deux lignes ou de deux surfaces.

§ 1. **Fil à plomb.** — Il sert à indiquer la verticale, et se compose d'une masse quelconque, ou contrepoids, suspendue à un fil, en chanvre ou en soie, de préférence le plus mince possible, mais suffisamment résistant, et, autant que faire se peut, exempt de torsion exagérée.

Le fil à plomb donnant la direction du rayon terrestre, il s'en suit que les directions indiquées par deux appareils semblables, écartés d'une certaine quantité, ne sont pas théoriquement parallèles. Toutefois, dans la pratique courante, la distance qui peut exister entre les points d'application des fils et la longueur utile de ces derniers sont suffisamment réduites pour ne pas avoir à tenir compte de la cause d'erreur que nous venons de signaler.

*Contrepoids.* — Du moment que le fil à plomb ne sert qu'à marquer la direction de la verticale, le contrepoids peut être un objet quelconque, de poids suffisant pour tendre convenablement le fil auquel il est attaché. Seulement, comme il faut éviter les déviations accidentelles du fil pendant les opérations, déviations souvent produites par les courants d'air ordinairement plus forts aux environs du sol que vers le plafond, il y a lieu de réduire



Fig. 1.



Fig. 2.

autant que possible la surface extérieure du contrepoids, c'est-à-dire de le constituer par une masse métallique, *lourde*

A cet effet, on emploie généralement la fonte, l'acier ou le cuivre, de préférence au plomb, beaucoup plus dense cependant mais plus sujet à se déformer, ce qui peut être un inconvénient dans certains cas. Le fil à plomb sert également pour reporter, sur un plan quelconque, généralement horizontal, un point déterminé de l'espace, ou vice versa. Dans ce cas, la forme du contrepoids n'est plus indifférente et il doit nécessairement alors se terminer par une pointe, qui se place toujours d'elle-même, exactement dans le prolongement de l'axe du fil de suspension. Il se fait alors en acier, en fonte ou en cuivre, et, dans ces deux derniers cas, la pointe marquante est ordinairement en acier, trempée et rapportée. On peut lui donner différentes formes, mais il faut toujours chercher à rapprocher le centre de gravité de la masse, aussi près que possible de la pointe marquante.

Les figures 1 et 2 représentent les deux modes de construction les plus couramment employés. Dans la figure 1, le contrepoids



### INSTRUMENTS DE MESURE EMPLOYÉS DANS LE MONTAGE 3

est d'une pièce, avec un trou taraudé à sa partie supérieure, trou dans lequel s'engage le bout fileté de la douille de suspension. Celle-ci est percée en son centre, d'outre en outre, et à travers ce trou passe le fil qu'on maintient en faisant un nœud à son extrémité. Le diamètre de ce trou doit être aussi réduit que le permet



Fig. 3.

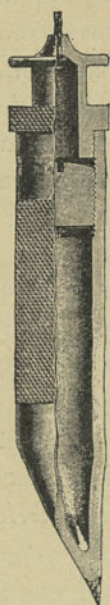


Fig. 4.

la grosseur du fil de suspension. La figure 4 représente, en coupe, la forme de la douille et l'attache du fil.

Pour la facilité du transport, et pour éviter les détériorations accidentelles de la pointe, les contrepoids se constituent parfois de deux parties, comme le représente la figure 2. La pointe se termine par une extrémité cylindrique filetée, qui se visse dans le trou taraudé de l'autre partie de l'appareil. La figure 2 représente le contrepoids prêt pour l'emploi ; pour le transporter, on dévisse la partie inférieure et on la revisse avec la pointe engagée dans le creux de la partie cylindrique qui sert ainsi d'étui.

Au point de vue de l'exactitude, même lorsqu'il est parfaitement exécuté, cet appareil ne vaut pas celui représenté figure 1. Après un certain temps d'usage, par suite du jeu résultant de

l'usure des filets dans les deux pièces, l'assemblage momentané de celles-ci peut fort bien se faire de manière à ce que la pointe ne coïncide plus exactement avec l'axe du fil de suspension. Le même résultat peut aussi provenir de l'introduction de poussières ou de matières étrangères dans les creux des filets.

Les contrepoids massifs présentent souvent un grave défaut. Quelques soins qu'on apporte dans leur construction, il peut arriver que le manque d'homogénéité de la matière (principalement lorsqu'ils sont coulés) déplace le centre de gravité de la masse par rapport à l'axe géométrique de celle-ci. Dans ce cas, la pointe marquante ne se trouvera plus rigoureusement dans l'axe du fil, et les indications de l'appareil seront faussées.

C'est pour éviter ces inconvénients, qu'on modifie parfois la construction du contrepoids comme le représentent les figures 3 et 4.

Le contrepoids, qui se fait alors généralement en acier, est évidé, de façon à ce que les axes de la surface extérieure et de la surface intérieure coïncident rigoureusement. On ne conserve que l'épaisseur de matière strictement suffisante pour pouvoir pratiquer le filetage intérieurement.

Dans la partie cylindrique supérieure du trou, qui est filetée, s'engage d'abord un bouchon, avec tête fendue, complètement dissimulé à l'intérieur de l'appareil, et qui laisse alors, vers la pointe, une cavité libre. Pour constituer le contrepoids, on emplit complètement cette cavité de mercure, avant de mettre en place le bouchon fileté qui formera la fermeture du réservoir. Au-dessus du bouchon, se visse ensuite la douille percée, à travers le trou de laquelle on fera passer le fil.

Ce mode de construction présente de sérieux avantages; il est le seul convenable pour les instruments de précision. Le mercure est une substance parfaitement homogène; sa densité est très grande, de sorte que le poids de la gaine de l'appareil est très souvent inférieur à celui du mercure qu'elle contient, et que les inconvénients, résultant du manque d'homogénéité du réservoir, peuvent être pratiquement négligés. Le centre de gravité du système est aussi rapproché plus près de la pointe marquante, et les indications de l'appareil sont de la plus rigoureuse exactitude.



Les fils à plomb sont souvent complétés par une petite plaque en cuivre, de forme carrée, figure 2, percée, en son centre, d'un trou à travers lequel peut passer librement le fil du contrepoids; les côtés de cette petite plaque ont généralement une longueur supérieure de 1 à 2 millimètres au diamètre du contrepoids. On a recours à cet accessoire pour diminuer les tâtonnements dans la mise en place de l'instrument, quand il faut vérifier l'aplomb d'une surface verticale. En appliquant l'un des côtés de la plaque (en maintenant celle-ci sensiblement horizontale) contre la partie supérieure de la surface à vérifier, le contrepoids doit descendre librement, et il doit toujours exister le même espace entre sa surface extérieure et la surface à vérifier, si celle-ci est rigoureusement verticale.

*Vérification de l'exactitude de la position de la pointe.* — Pour vérifier si la pointe coïncide bien avec l'axe du fil, on procédera de la manière suivante. Après avoir laissé le contrepoids suspendu pendant tout le temps nécessaire pour qu'il reste absolument immobile et ne tourne plus sous l'action de l'effort exercé par le fil qui se détord, on donnera à ce fil, en le pinçant légèrement entre les doigts et en prenant la précaution de ne pas imprimer d'oscillation au système, une légère torsion. Le contrepoids prendra alors un mouvement de rotation, et si sa pointe ne coïncide pas avec l'axe du fil, elle décrira, dans l'espace, une circonférence, de rayon plus ou moins grand, suivant que le centre de gravité de la masse sera plus ou moins déplacé par rapport à l'axe géométrique de l'appareil.

Le rattrapage de l'erreur est pour ainsi dire pratiquement impossible à obtenir; et, vu le prix relativement bas de ces instruments, le plus économique, en l'occurrence, est encore de remplacer directement l'appareil défectueux.

§ 2. Niveaux. — *Niveaux à bulle d'air.* — Ce sont les plus employés. Ils se composent essentiellement d'une fiole en verre, fixée sur un support quelconque, partiellement emplie d'un liquide léger et ne se congelant pas, alcool, éther, glycérine, naphte.

L'air qui reste dans le récipient, par suite de son remplissage

incomplet, forme une bulle qui a naturellement une tendance à se tenir à la partie la plus élevée de l'ampoule.

Afin d'obtenir la sensibilité requise de l'appareil, la longueur de la bulle ne doit pas être trop considérable ; il ne faut pas que cette longueur dépasse 20 millimètres.

La fiole a, le plus souvent, la forme d'un cylindre, et est com-



Fig. 5.

posée par un tube en verre parfaitement bouché à ses deux extrémités.

Le tube employé doit être de section bien uniforme, principale-



Fig. 6.

ment au milieu de sa longueur, pour ne pas déformer la bulle ; on le courbe légèrement en son milieu, en tournant, lors du montage, la convexité vers l'extérieur, afin d'amener naturellement la bulle



Fig. 7.

d'air en cet endroit. Si le tube était parfaitement droit, la bulle pourrait se diviser trop facilement et l'appareil serait trop sensible ; si, au contraire, la courbure était trop prononcée, l'appareil manquerait de sensibilité, parce que la bulle ne se déplacerait pas assez facilement.

Seule la partie médiane du tube est utilisée ; elle est pourvue d'une graduation, et, dans l'état normal, la bulle doit se tenir parfaitement entre les deux lignes du milieu. Les deux ou trois traits de division, qui se trouvent à droite et à gauche de celles-ci,



INSTRUMENTS DE MESURE EMPLOYÉS DANS LE MONTAGE 9  
ne servent, en réalité, que pour évaluer, approximativement, le manque d'horizontalité de la pièce sur laquelle l'instrument est placé.

Les niveaux ne diffèrent réellement entre eux que par le

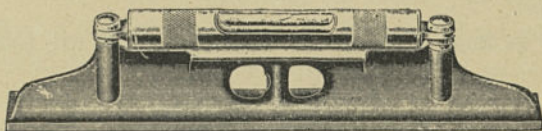


Fig. 8.

nombre de fioles dont ils sont pourvus, et par la construction du support dans lequel elles sont fixées.

La figure 5 représente un niveau en bois, généralement pourvu

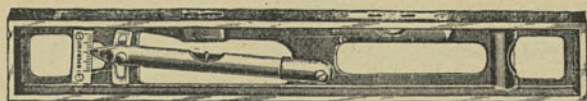


Fig. 9.

d'une semelle en laiton pour retarder l'altération de la surface d'assise.

Dans le niveau représenté figure 6, le support est en fer forgé.

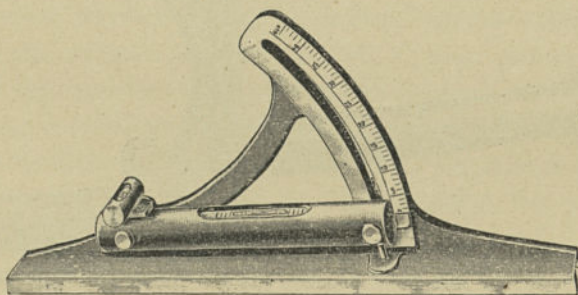


Fig. 10.

Celui-ci, de forme cylindrique, porte, du côté opposé à celui où est pratiquée l'ouverture qui permet d'apercevoir la bulle d'air, une plateure qui sert d'assise à l'appareil.

Le support se fait parfois en laiton et est pourvu d'une semelle d'assise, en laiton ou en fer; c'est là la disposition adoptée dans le niveau représenté figure 7.

Les trois appareils précédents sont à tube fixe, c'est-à-dire qu'ils doivent être réglés avant calage définitif de la fiole. Si la position de celle-ci dans son support vient accidentellement à varier, il faut nécessairement démonter le niveau pour procéder à un nouveau réglage.

De plus, la base d'assise de ces appareils est plane, ce qui

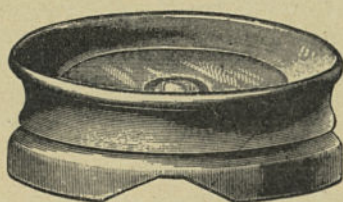


Fig. 11.

demande parfois beaucoup de tâtonnements pour les appliquer convenablement sur des surfaces courbes, telles que les arbres.

La figure 8 représente un niveau avec support en fonte ; la fiole

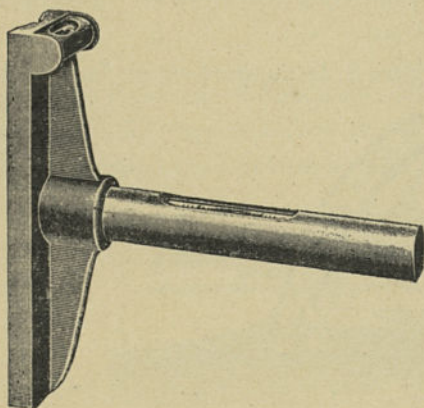


Fig. 12.

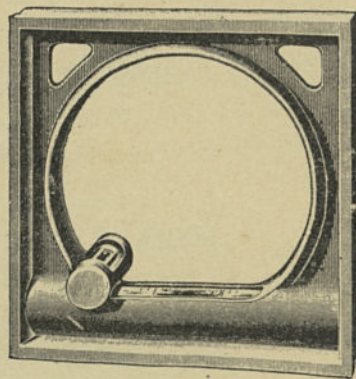


Fig. 13.

est munie d'une gaine préservatrice tournante, et celle-ci porte une ouverture qui peut être amenée en regard de la graduation du tube. Dans cet appareil, la fiole est mobile verticalement, en agissant sur les douilles qui supportent ses deux extrémités, et le niveau peut toujours se régler, avec la plus grande précision, sans devoir le démonter.



Le niveau que représente la figure 9 est pourvu de trois fioles, disposées de façon à pouvoir niveler horizontalement, verticalement ou obliquement. Pour ce dernier usage, l'une des fioles est mobile autour d'un pivot, autour duquel peut tourner l'un de ses supports; elle se termine, à l'extrémité opposée, par une aiguille, venant en regard d'une graduation fixée au second support, et qui indique l'inclinaison. Le secteur, dans lequel peut se mouvoir la fiole, permet de niveler des pentes de  $\frac{1}{6}$ .

Comme dans le précédent, les surfaces d'assise de l'appareil sont pourvues de rainures, en forme de V, permettant d'appliquer l'instrument sur des surfaces courbes.

Le niveau représenté par la figure 10 sert également à la vérification des surfaces inclinées, et peut indiquer des pentes jusqu'à 45°.

Les niveaux de poche se construisent, ordinairement, comme le montre la figure 11. Ils affectent la forme circulaire et le verre supérieur doit être plat. La fiole est naturellement fixe. La base est ordinairement pourvue d'une rainure en V qui permet d'appliquer l'appareil sur des surfaces courbes.

Les figures 12 et 13 représentent deux instruments, spécialement étudiés pour niveler horizontalement et verticalement.

Le premier est, en réalité, composé de deux instruments séparés : l'un portant une semelle avec rainure en V, pour pouvoir éventuellement l'appliquer contre des surfaces courbes verticales, et pourvue d'une douille dans laquelle s'emboîte le second niveau, en fer forgé, identique à celui de la figure 6. Ce second niveau, démonté, peut servir pour vérifier l'horizontalité des surfaces planes.

Dans l'appareil représenté par la figure 13, les fioles sont également fixes, comme dans le précédent, et supportées dans un cadre en fer dont les quatre côtés, d'équerre, peuvent être pourvus de rainures en forme de V.

*Choix du niveau.* — Les niveaux en bois peuvent convenir dans certains cas où une exactitude rigoureuse n'est pas requise; mais ils doivent être absolument proscrits pour les montages de précision. Le bois, quelques précautions qu'on prenne, est trop sen-

sible aux variations de l'humidité de l'atmosphère ; de plus, les poussières de corps durs, métalliques ou autres, peuvent s'encastrier facilement dans leur surface d'assise, y rester à demeure, et fausser ainsi les indications de l'appareil.

Il est toujours préférable d'employer des niveaux avec support en fonte ou en acier. De plus, quand on prévoit devoir appliquer l'instrument sur des surfaces cylindriques, il faut nécessairement que la semelle soit pourvue d'une rainure en forme de V. Cette dernière disposition est d'ailleurs préférable pour éviter les déviations accidentelles de l'appareil, qui pourraient résulter de la présence de corps étrangers entre les deux surfaces à mettre en contact.

*Vérification du niveau.* — Dans l'état normal, la bulle doit se tenir exactement à égale distance des deux repères tracés sur le milieu du tube.

Le niveau doit posséder une certaine sensibilité, et celle-ci sera généralement suffisante si la bulle se déplace, d'une façon apparente, quand on place, sous l'une des extrémités de l'appareil, une feuille d'or ou de papier très mince. Quand on procède à la vérification du niveau, il faut le manier avec beaucoup de soins, et surtout se défier de la chaleur de la main ; en se communiquant au support de la fiole, elle pourrait dilater inégalement la partie métallique, et provoquer ainsi le déplacement accidentel de la bulle.

Pour vérifier un niveau, le plus simple est encore de le mettre sur un marbre, placé bien horizontalement au moyen d'un niveau bien exact. Si, en retournant bout pour bout l'appareil à vérifier, la bulle ne change pas de place entre les repères, le niveau est bon.

Ces essais doivent naturellement se répéter de temps à autre, pour s'assurer que l'appareil n'a pas été altéré par l'usage.

Quand on applique le niveau sur une pièce, soit pour vérifier l'instrument, soit pour s'assurer que l'organe occupe la position voulue, il faut toujours avoir soin de bien nettoyer préalablement les surfaces qui doivent venir en contact, et d'éviter la présence de tout corps étranger entre celles-ci.



*Niveau à contrepoids.* — Le niveau des surfaces peut également se vérifier au moyen du fil à plomb construit comme le représentent les figures 14 à 16.

Cet appareil est moins employé actuellement qu'autrefois, et cependant, quand il est bien construit, il est susceptible de donner

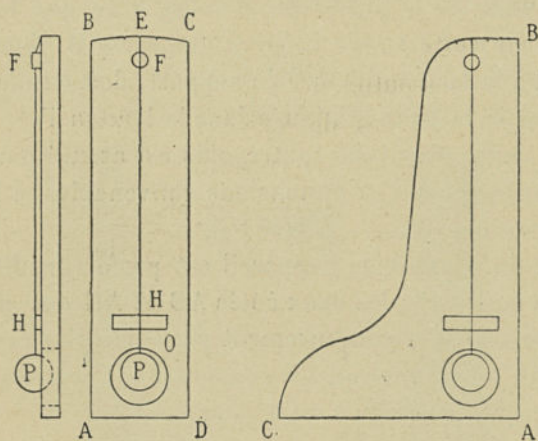


Fig. 14. Fig. 15.

Fig. 16.

une fort grande exactitude. Il est, en tous cas, d'un usage préférable à celui du niveau en bois.

On peut le composer, comme le représentent les figures 14 et 15.

Le support, de forme rectangulaire, se fait généralement en acier; les deux côtés, AB et CD, doivent être rigoureusement droits, parallèles entre eux, et perpendiculaires à la base d'assise AD, qui doit également être parfaitement dressée.

Le contrepoids se choisira en tenant compte de ce que nous avons dit précédemment à ce sujet, et le fil d'attache sera le plus fin possible. Celui-ci se fixe dans des encoches E, pratiquées à la partie supérieure du support, et passe dans une fente que porte le bouton en cuivre rapporté F. Les deux branches de celui-ci, résultant de l'exécution de la fente, sont rapprochées pour maintenir le fil dans la position voulue. Ce résultat peut également être obtenu, par l'emploi de minces cales en bois, qu'on introduit dans la fente, et entre lesquelles on enserme le fil. Un trait tracé sur la pièce en cuivre H, fixée sur la tôle, indique la direction régulière

du fil ; ce dernier devra être suffisamment écarté du support, pour ne pas frotter sur celui-ci, ce qui diminuerait la sensibilité de l'appareil et en fausserait les indications.

La position convenable à donner à l'instrument, pour en assurer le bon fonctionnement, est d'ailleurs facile à trouver immédiatement. Il suffit de le placer de manière à ce que le fil vienne légèrement en contact avec la pièce rapportée H, dont la saillie, par rapport à la face antérieure du support, doit être la même que celle du fond de la fente pratiquée dans le bouton F.

Le libre déplacement du contrepoids est assuré par le trou O ménagé dans le support, à dimensions convenables, à l'endroit où vient la masse pesante.

La forme du support de l'appareil est parfois modifiée comme le montre la figure 16 ; les deux côtés AB et AC doivent être parfaitement droits et rigoureusement perpendiculaires entre eux. L'instrument, ainsi construit, est souvent d'une précision beaucoup plus grande que le niveau à bulle d'air courant.

*Niveaux à vases communiquants.* — Quelques soins qu'on apporte au choix et au maniement des instruments de nivellement décrits précédemment, les opérations, exécutées au moyen de ces appareils, ne présentent pas toujours l'exactitude nécessaire à une marche irréprochable des organes au montage desquels ils ont servi.

La position convenable de la bulle d'air et du fil à plomb, par rapport aux repères, est impossible à déterminer d'une façon rigoureusement exacte ; et pour peu que les appareils ne présentent pas une extrême sensibilité, les erreurs, commises pendant les différentes opérations partielles, peuvent s'ajouter et constituer, en fin de compte, une quantité considérable impossible à déceler ni à évaluer exactement avec ces instruments.

Le cas se présente souvent dans le nivellement des transmissions ; quand les arbres sont de grande longueur, une légère inclinaison de ces organes, invisible avec un niveau ordinaire, produit parfois une différence de niveau considérable entre les deux extrémités du manège.

D'un autre côté, l'application convenable des appareils courants



est souvent longue et difficile ; c'est le cas qui se présente notamment dans le nivellement des organes, tels que paliers de machines qui s'attachent séparément sur des fondations distinctes, bancs de tours ou de raboteuses de grande longueur.

C'est pour éviter ces inconvénients, qu'ont été construits les niveaux à fioles, reposant sur le principe des vases communicants.

Ils se composent essentiellement de deux fioles en verre, montées dans des supports gradués, et pourvus de robinets sur

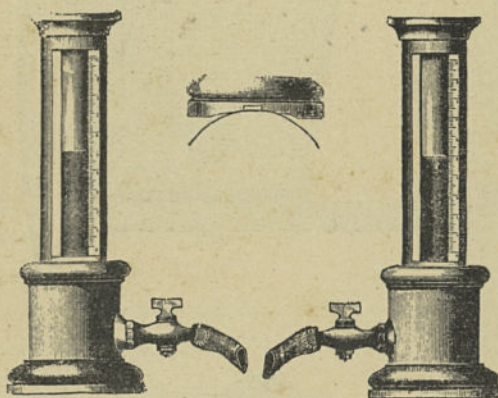


Fig. 17.

Fig. 19.

Fig. 18.

le bout desquels peut s'adapter un tuyau flexible, ordinairement en caoutchouc, de longueur quelconque suivant les besoins. En manœuvrant convenablement les robinets, on fait communiquer les fioles entre elles ou bien on supprime cette communication si la chose est nécessaire.

Les figures 17, 18 et 19 représentent l'un de ces appareils.

Les supports dans lesquels sont logés les tubes en verre, et qui portent la graduation, permettent de lire immédiatement la différence de hauteur du liquide dans les deux éprouvettes, et de constater immédiatement toute dénivellation entre les points vérifiés. La base d'assise des supports est ordinairement pourvue d'une rainure, qui permet d'appliquer convenablement l'instrument sur des pièces courbes telles que les arbres, etc.

Pour l'emploi, on commencera par remplir complètement d'eau tout l'appareil, en prenant toutes les précautions nécessaires pour

expulser l'air qui pourrait demeurer emprisonné dans le tuyau.

Le moyen le plus sûr d'arriver à ce résultat, est encore de procéder comme le montre la figure 20.

Le tuyau étant mis en place, et les robinets des deux éprouvettes étant préalablement ouverts, dans le récipient *a*, rempli d'eau en

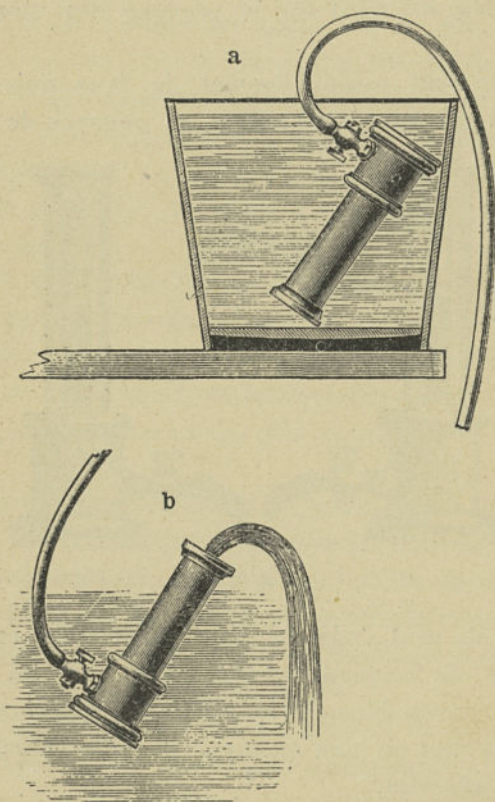


Fig. 20.

quantité suffisante, on puise le liquide au moyen de l'une des fioles, qu'on relève ensuite pour envoyer l'eau dans le tuyau. Quand on juge suffisante la quantité de liquide qui se trouve dans ce dernier, on retourne la première éprouvette dans le récipient *a*, comme le montre la figure, et on abaisse la seconde éprouvette, en formant ainsi un syphon. L'eau est aspirée d'elle-même dans le système, et on peut être certain de l'évacuation complète de l'air.

Pour transporter l'appareil, on fermera préalablement les



robinets et toute communication entre les deux réservoirs sera ainsi interceptée.

Pour se servir de l'instrument, lorsque les deux éprouvettes sont placées sur les endroits à vérifier, on ouvre les robinets, puis on élève et baisse alternativement les deux récipients, de façon à mouiller les parois des tubes en verre, pour que le ménisque se forme bien. Avant de faire la lecture, on attend alors quelques instants, jusqu'à ce que l'eau qui a mouillé les tubes soit à peu près complètement descendue.

Si la différence de niveau, entre les points à niveler, était plus grande que la hauteur des tubes, on placerait, en dessous de la fiole la plus basse, une cale, d'épaisseur parfaitement déterminée, dont on tiendrait compte dans les calculs ultérieurs.

Avec l'appareil construit comme nous venons de le décrire, la lecture peut parfois présenter certains difficultés, par suite du ménisque. Cet in-

convénient est complètement évité avec les éprouvettes construites comme le représente la figure 21. La disposition de l'appareil est suffisamment apparente sur la figure, pour nous éviter une longue description.

Lorsque l'opération exige une très grande précision, on commence d'abord par faire un nivellement préparatoire, au moyen du curseur annulaire; puis on opère sur les pointes mobiles, qu'on enfonce successivement jusqu'à leur mise en contact avec

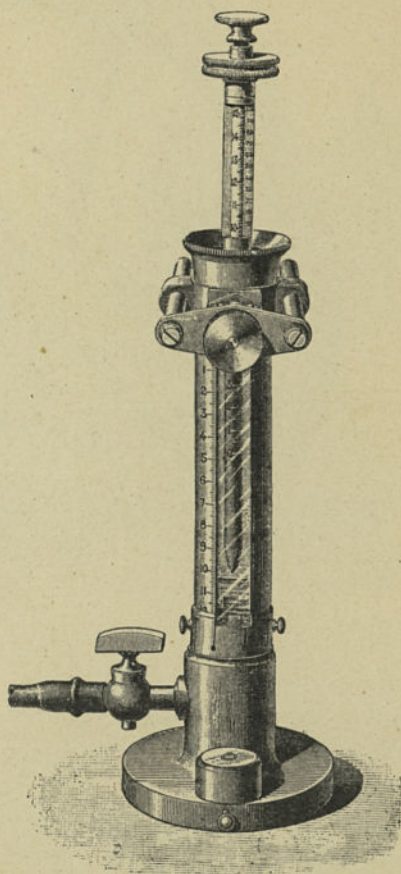


Fig. 21.

l'eau, qui se constate avec la plus grande précision. Pour cela, on regarde la pointe se rapprocher graduellement de son image,

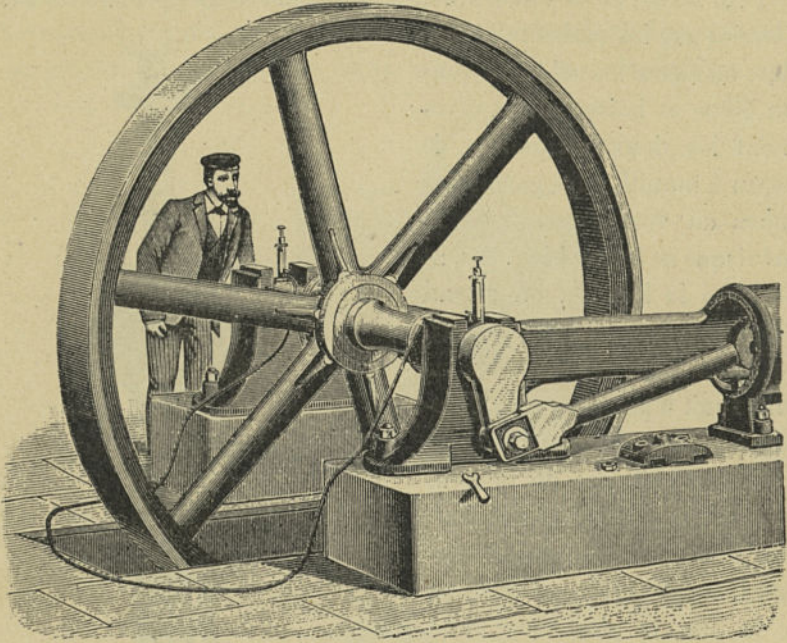


Fig. 22.

qu'on voit dans l'eau, par réflexion; au moment précis où le contact s'établit, l'eau saute sur la pointe, autour de laquelle

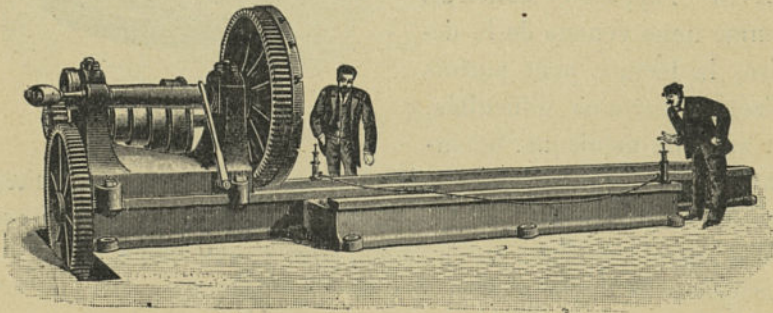


Fig. 23.

se fait un ménisque convexe. La pointe peut d'ailleurs être manœuvrée par un mécanisme micrométrique.



INSTRUMENTS DE MESURE EMPLOYÉS DANS LE MONTAGE 19

Comme le zéro du vernier est tracé sur le couvercle, vissé à

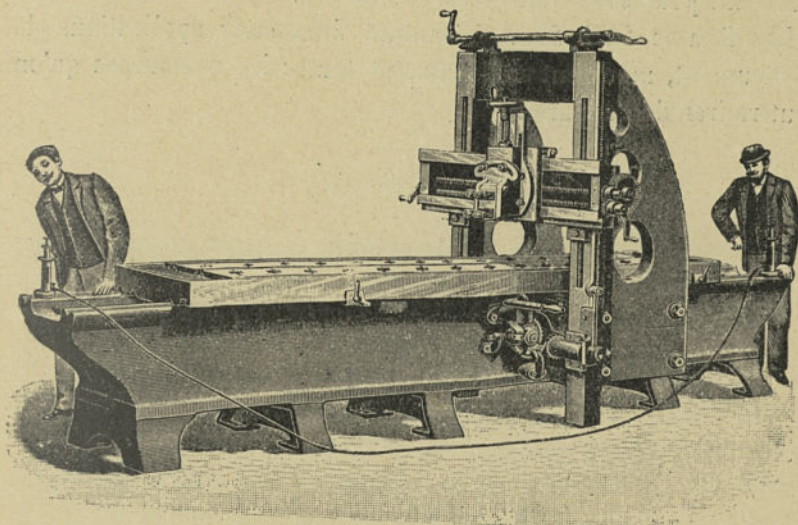


Fig. 24.

fond, il ne faut pas démonter l'appareil, en cas de remplacement

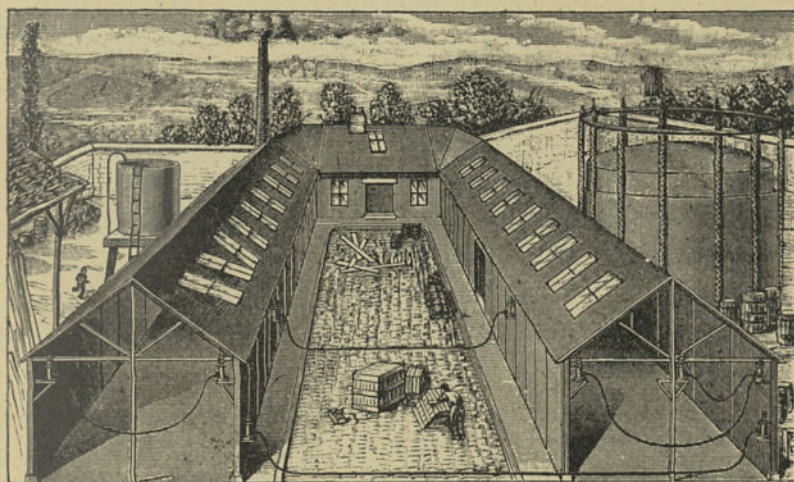
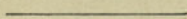


Fig. 25.

d'un tube par exemple, sans avoir soigneusement repéré, par un trait aussi fin que possible, la position du couvercle sur le tube.

Il ne faut pas non plus retirer les pointes complètement de leur fourreau, pour éviter qu'elles s'émousent.

Les figures 22 à 25 représentant différentes applications de l'instrument, montrent suffisamment toutes les ressources qu'on peut retirer de l'appareil.





## CHAPITRE II

### RAPPEL DE QUELQUES PRINCIPES DE GÉOMÉTRIE ÉLÉMENTAIRE

Avant de commencer l'étude du montage proprement dit, afin de faciliter, dans la suite, la compréhension des différentes opérations nécessaires à l'assemblage convenable des organes, les uns par rapport aux autres, et pour éviter d'entrer, le cas échéant, dans des détails sur lesquels nous pourrions avoir l'occasion de revenir plusieurs fois, nous croyons utile de rappeler brièvement quelques principes de géométrie élémentaire, d'une application constante dans le genre de travail que nous traitons. On retrouvera d'ailleurs facilement la démonstration de ces principes, dans tous les traités de géométrie.

Pour déterminer la position d'un point dans l'espace, on le rapporte à trois plans, appelés *plans coordonnés*. Ces trois plans, fixes, déterminent, par leur intersection, un angle trièdre, dont le sommet s'appelle *origine* et les arêtes portent le nom *d'axes coordonnés*.

En général, on suppose les trois plans perpendiculaires entre eux, et le trièdre est trirectangle.

En donnant la distance, d'un point quelconque, à chacun de ces trois plans, la position de ce point sera parfaitement déterminée dans l'espace.

Une ligne étant déterminée par une série de points infiniment rapprochés, en donnant la position de ceux-ci, par rapport aux plans ou aux axes coordonnés, la position et la forme de la ligne seront connues.

Si la ligne est droite, la position de deux quelconques de ses points, pris arbitrairement, suffira pour déterminer la droite.

Un plan étant déterminé par trois points, la position de ceux-ci, par rapport aux plans ou aux axes coordonnés, déterminera la position du plan dans l'espace.

Une droite peut résulter de l'intersection de deux plans, et un point résulte de l'intersection de deux lignes ou de trois plans.

La ligne droite est la plus courte entre deux points quelconques donnés ; il en résulte qu'une ligne droite est toujours, tout entière, comprise dans un plan.

Lorsque deux droites se coupent, elles forment quatre angles. Les angles, opposés par le sommet, sont toujours égaux ; la somme de deux quelconques des angles adjacents est égale à  $180^\circ$ , et ces angles sont dits *angles supplémentaires*.

Si deux angles adjacents sont égaux, les deux droites sont *perpendiculaires* entre elles.

Lorsque la somme de deux angles donnés est égale à un angle droit, les deux angles sont dits *complémentaires*.

Les angles peuvent être mesurés de différentes manières.

On peut employer à cet effet, un secteur gradué, qui porte le nom de *rappporteur d'angles* ; la graduation de cet instrument est ordinairement faite de manière à ce que la circonférence complète soit divisée en 360 parties égales, ou *degrés*. L'appareil donne directement la mesure de l'angle en degrés.

Un angle peut également être défini par la longueur des trois côtés d'un triangle dont il fait partie. C'est le procédé le plus fréquemment employé et c'est souvent le plus exact.

Deux lignes sont dites parallèles, lorsque, étant situées dans un même plan, elles ne se rencontrent pas, quelle que soit la distance à laquelle on les prolonge. Elles sont donc partout équidistantes.

La distance d'un point à une droite, est la longueur de la perpendiculaire, abaissée du point sur la droite, mesurée à partir du point considéré jusqu'à l'intersection de cette perpendiculaire avec la droite.

La distance d'un point à un plan, est la longueur de la perpendiculaire, menée par le point par rapport au plan, mesurée depuis le point donné jusqu'au point d'intersection de cette perpendiculaire avec le plan.



Deux droites, perpendiculaires à une droite donnée, sont parallèles; et réciproquement.

Deux droites, parallèles à une troisième, sont parallèles entre elles.

La perpendiculaire, menée à l'extrémité d'un rayon, est tangente à la circonférence; et réciproquement.

Le pied de la perpendiculaire à une droite ou à un plan, est le point où la perpendiculaire rencontre la droite ou le plan.

On appelle projection d'une droite sur une autre droite, la portion de cette dernière, comprise entre les pieds des droites abaissées perpendiculairement, des points extrêmes de la première, par rapport à la seconde.

Une ligne droite est perpendiculaire à un plan, lorsqu'elle est perpendiculaire à toutes les droites qui passent par son pied dans le plan; et réciproquement.

Si une droite est perpendiculaire à deux droites qui se coupent à son pied (non dans le prolongement l'une de l'autre), elle sera perpendiculaire au plan des deux droites.

Une ligne est parallèle à un plan, lorsqu'elle ne peut le rencontrer, à quelque distance qu'on les prolonge l'une et l'autre; et réciproquement. La droite est, en tous ses points, équidistante du plan auquel elle est parallèle.

Une droite horizontale (de niveau) sera toujours parallèle à un plan horizontal.

Deux plans sont parallèles entre eux, quand ils ne peuvent se rencontrer, à quelque distance qu'on les prolonge; ils sont donc partout équidistants.

Deux plans mis de niveau suivant deux directions quelconques, faisant entre elles un angle différent de  $180^\circ$ , seront toujours parallèles entre eux.

Deux droites, qui se coupent, déterminent un plan.

Deux droites parallèles, déterminent un plan.

L'intersection de deux plans est une ligne droite.

Par un point donné, on ne peut mener qu'une perpendiculaire à un plan; et réciproquement.

Si une ligne est perpendiculaire à un plan, toute droite, parallèle à la première, sera également perpendiculaire à ce plan.

Si une droite donnée est parallèle à une autre droite comprise dans un plan, elle sera aussi parallèle au plan.

Deux plans, déterminés par deux droites qui se coupent, seront parallèles entre eux, si les droites, qui déterminent chacun des plans, sont parallèles deux à deux.

Si une droite est parallèle à un plan, tout plan, mené par la première, coupera le plan primitif, suivant une parallèle à la droite donnée.

Si, par un point pris dans un plan parallèle à une droite donnée, on mène une seconde droite parallèle à cette dernière, cette parallèle sera complètement comprise dans le plan. Lorsqu'une droite est parallèle à deux plans qui se coupent, elle est parallèle à leur intersection.

Deux plans perpendiculaires à une même droite, sont parallèles entre eux ; et réciproquement.

Les intersections de deux plans parallèles, par un troisième, sont parallèles entre elles.

Une droite, perpendiculaire à un plan donné, est aussi perpendiculaire à tous les plans parallèles à ce dernier.

Deux plans, parallèles à un troisième, sont parallèles entre eux.

Deux plans faisant, avec un plan donné, le même angle, sont parallèles entre eux.

Deux parallèles, comprises entre deux plans parallèles, sont égales.

La projection d'une ligne droite, sur un plan, est une ligne droite, et celle-ci est égale à la longueur mesurée entre les pieds des perpendiculaires, abaissées des deux extrémités de la première, sur le plan.

L'angle d'une droite avec un plan, est l'angle formé par cette droite avec sa projection sur le plan.

Étant données deux droites, non situées dans le même plan, on peut leur mener une perpendiculaire commune, on n'en peut mener qu'une seule, et cette perpendiculaire est la plus courte distance entre les deux droites.

Lorsque deux droites ne sont pas situées dans un même plan, on appelle angle de ces droites, l'angle formé par l'une d'elles, avec une parallèle, à l'autre droite, menée par un de ses points.



On appelle *angle dièdre*, l'angle que font entre eux deux plans qui se coupent. Il est le même que celui que font entre elles, les deux perpendiculaires menées à l'intersection, en un point quelconque de celles-ci, et comprises dans chacun des deux plans. C'est l'angle formé par l'intersection des deux plans primitifs par un troisième plan, auxiliaire, perpendiculaire à chacun d'eux, c'est-à-dire à leur intersection.

Tout plan, mené par une perpendiculaire à un plan donné, sera perpendiculaire à ce plan.

Si deux plans sont perpendiculaires, et qu'en un point quelconque de leur intersection on mène une droite perpendiculaire à celle-ci, cette droite sera également perpendiculaire au plan.

Si deux plans sont perpendiculaires à un troisième, leur intersection est également perpendiculaire à ce plan.

Si deux plans sont parallèles, tout plan perpendiculaire à l'un d'eux est perpendiculaire à l'autre.

Si une droite est perpendiculaire à un plan, tout plan parallèle à cette droite sera perpendiculaire au premier plan.

Deux droites parallèles, font des angles égaux avec le même plan.

---

## CHAPITRE III

### MONTAGE DES BATIS DES MACHINES FIXES

#### § 1. Fondations des machines. — *Différents genres de fondations.*

— Les bâtis de machines ne se placent jamais directement sur le sol ; on les fixe ordinairement à des fondations appropriées.

Celles-ci peuvent être exécutées de différentes manières.

Parfois elles sont uniquement constituées par le plancher de l'étage où elles doivent se placer ; d'autres fois on les constitue par des taques en fonte, noyées dans le sol, et de dimensions suffisantes pour leur assurer la stabilité voulue.

Mais ces dispositions ne peuvent convenir pour des machines importantes.

L'emploi des taques en fonte est assez coûteux ; toutefois il présente le grand avantage de permettre éventuellement le déplacement facile et rapide des machines.

Le plus généralement, les fondations se font en maçonnerie, briques, pierres de taille ou béton.

*Importance des fondations en maçonnerie.* — En ce qui concerne l'importance à donner aux fondations en maçonnerie, elle dépend essentiellement des circonstances locales, telles que la disposition générale de la machine, son poids, son mode de fonctionnement, la stabilité et la rigidité requises pour la bonne marche de l'appareil. Pour des machines-outils de peu d'importance, on peut parfois se contenter de fondations assez primitives, dont le seul but est de présenter, à l'assise de la machine, une résistance suffisante pour éviter les déviations accidentelles de celle-ci, par suite de l'affaissement du terrain, et de répartir la pression, exercée par le poids de l'appareil et de ses accessoires, sur une surface assez



grande pour que cette éventualité ne soit pas à craindre. Le poids de la fondation est alors indifférent ; et, pour les petites machines courantes, on peut considérer des blocs de 80 centimètres à 1 mètre de hauteur, comme suffisants dans tous les cas.

Lorsque les machines-outils sont d'une certaine importance, il y a lieu de prendre en considération, le poids de la machine, le poids des pièces à travailler, la manière dont les charges se répartissent sur l'assise, et la traction exercée par la courroie de commande. Il faut alors donner, aux fondations, un développement convenable pour que l'affaissement du terrain ne soit pas à craindre, et un poids suffisant, pour que le moment de renversement, résultant de la traction exercée par la courroie motrice, ne soit pas de nature à faire redouter le déplacement simultané de la machine et de sa fondation.

Les fondations de machines-outils, ne sont, pour ainsi dire, sollicitées que par des efforts statiques, si l'on fait abstraction de l'influence des trépidations résultant, dans certaines d'entre elles, du broutement éventuel du crochet. Il n'en est plus de même pour les machines motrices, dont les fondations sont soumises à des chocs, toujours nuisibles à la résistance de la maçonnerie, qui finissent par ébranler et désagrégier celle-ci ; et il faut alors nécessairement tenir compte des efforts accidentels qui peuvent être transmis à cette partie de l'installation. Dans ce cas, il est toujours recommandable de proportionner largement les fondations, et, autant que possible, de les asseoir sur le bon terrain, c'est-à-dire l'argile ou, de préférence, le gravier roulé. Si on ne veut pas pousser la construction aussi loin, on peut composer l'assise inférieure par un monolithe, en béton par exemple, suffisamment développé, ou bien, si c'est nécessaire, avoir recours à l'emploi des pilotis.

*Fondations en briques.* — Pour obtenir de bonnes fondations en briques, on ne doit employer, dans leur exécution, que des matériaux de toute première qualité, surtout lorsqu'elles sont plus spécialement destinées à recevoir des machines motrices à mouvement alternatif qui, comme nous l'avons dit, leur transmettent des trépidations toujours nuisibles à leur résistance.



On ne mettra en œuvre que des briques bien cuites qu'on réunira avec un bon mortier à la chaux. Les quatre ou cinq dernières assises, au moins, seront assemblées avec du mortier au ciment. La partie supérieure sera formée de briques placées sur champ, afin d'augmenter la solidité de la construction et d'éviter sa détérioration, trop facile et trop rapide quand on vient, par hasard, à y appuyer trop fortement lors de la mise en place du bâti. Les briques, employées en cet endroit, devront être particulièrement dures, afin d'éviter l'écrasement qui pourrait résulter de la pression exercée par la surface d'assise du bâti de la machine, et les détériorations provenant de la mise en place de l'organe quand on amène celui-ci par glissement.

Il faudra naturellement avoir soin de ménager, au préalable, les creux et caniveaux nécessaires pour le passage de certaines pièces et de certaines saillies de la machine.

L'assise supérieure de la fondation devra être aussi parfaitement de niveau que possible.

*Fondations en pierres de taille.* — C'est en vue d'éviter la fragilité des fondations en briques, qu'on remplace souvent ces dernières par des pierres de taille; celles-ci sont beaucoup plus résistantes et moins sujettes à être endommagées par la mise en place du bâti.

La partie inférieure de la fondation s'exécute ordinairement en maçonnerie, en briques, et la partie supérieure se fait totalement ou partiellement, en pierres de taille. C'est sur celles-ci qu'on reporte le poids de la machine. Leur assise doit être parfaitement nivelée à la partie supérieure, et elles doivent être pourvues des trous nécessaires pour donner passage aux boulons d'attache qui peuvent, ou bien les traverser complètement, ou bien y être plombés à demeure.

*factieux* X On compose parfois l'assise supérieure d'une seule pièce, qui peut atteindre alors des dimensions considérables; mais, à ce système, nous préférons encore l'emploi de pierres séparées, de volume suffisant mais non exagéré, reliées éventuellement entre elles au moyen d'agrafes plombées, si la chose est nécessaire. La pierre unique présente l'avantage d'une stabilité beaucoup plus



grande, mais elle a l'inconvénient d'être d'un prix plus élevé, plus difficile à manier, et est bien plus sujette à se briser par suite des chocs que lui transmet la machine, d'autant plus que sa portée parfaite sur son assise et toujours sujette à caution.

*Fondations en béton.* — Depuis quelques années, le béton au gravier a souvent été substitué aux matières précédentes, dans l'exécution des fondations de machines importantes.

Le système est plus coûteux que les autres, mais il donne une construction beaucoup plus compacte et beaucoup moins sujette à dislocation sous l'influence des trépidations auxquelles elle est soumise.

Quand on y a recours, on ne peut apporter trop de soins aux détails d'exécution; il faut surtout n'employer que des matériaux de tout premier choix et ne confier le travail qu'à des ouvriers expérimentés dans ce genre d'installation.

*Isolement des fondations.* — Dans les agglomérations, l'installation des machines motrices, à mouvement alternatif, marchant à un nombre de tours considérable, comme c'est généralement le cas pour les moteurs à gaz par exemple, est souvent une source d'ennuis, par suite des réclamations au sujet des trépidations qu'elles transmettent aux habitations voisines. L'inconvénient ne peut jamais être complètement supprimé, mais il est possible de l'atténuer dans de notables proportions, et, à cet effet, on a recours à différents moyens.

Parfois, on interpose, entre le moteur et la fondation à laquelle il est fixé, une feuille de matière élastique, telle que le caoutchouc ou le feutre, d'épaisseur convenable. D'autres fois, cette feuille isolante se met à la base de la fondation, entre celle-ci et le sol.

On arrive aux mêmes résultats en isolant complètement la fondation, sur tout son pourtour, du terrain environnant; pour cela il suffit de creuser, sur toute la hauteur de la fondation, une tranchée de vingt à trente centimètres de largeur, et de combler ensuite le trou avec du tan, ou toute autre matière semblable, légèrement tassé.

Inutile de dire, qu'une fondation ainsi isolée doit être beaucoup plus considérable qu'une fondation parfaitement maintenue de

X *Principes de fonderie*



tous côtés par un terrain tassé, et que tous les moyens employés, quels qu'ils soient, sont toujours de nature à nuire à la stabilité de la machine.

§ 2. *Attache des bâtis.* — Les bâtis sont fixés, à leur fondation, au moyen de boulons reliés à cette dernière. Les boulons employés se construisent de différentes manières, suivant les cas, et peuvent être fixes ou mobiles.

Pour leur ménager un logement convenable dans la maçonnerie, il faut, pendant l'élévation de celle-ci, se servir d'un ou plusieurs calibres, ordinairement en bois, sur lesquels est tracé préalablement l'emplacement exact des boulons.

Dans les fondations en béton, les logements destinés aux boulons sont ménagés au moyen de bouchons, creux ou pleins, qu'on retire ordinairement après l'exécution de la maçonnerie.

*Boulons plombés.* — Les boulons plombés ne s'emploient que lorsqu'ils se fixent aux pierres de taille ; leur construction n'offre rien de particulier ; ils se font comme tous les boulons de ce genre. Il faut cependant que la tête soit proportionnée assez largement, pour ne pas avoir à craindre l'ébranlement de l'organe dans son logement.

Le plomb ne se coule, ordinairement, que lorsque les boulons sont engagés dans les trous correspondants du bâti et que la position de celui-ci est réglée. Toutefois, si on voulait les plomber avant la mise en place de la pièce qu'ils doivent fixer, il faudrait constituer un calibre en bois, soigneusement repéré sur la fondation, et portant des trous, à travers lesquels on laisserait passer le corps des boulons, disposés identiquement comme ceux du bâti.

*Boulons cimentés.* — Dans les fondations en briques ou en béton, on cimente parfois les boulons. On ménage alors préalablement, dans la maçonnerie, des logements appropriés dans lesquels on introduit ensuite la tige des boulons, puis on coule, dans l'espace resté libre entre ceux-ci et leur logement, un lait de ciment. Pour réduire la quantité de ciment à couler, on remplit souvent partiellement les trous, de briques assez finement concassées.

La tige cimentée, engagée dans la maçonnerie, doit nécessai-



rement avoir un développement assez considérable et porter une partie, de section polygonale, suffisante pour empêcher la rotation accidentelle de l'organe pendant la manœuvre de l'érou.

Ordinairement on pratique, à la surface extérieure de la partie noyée, des aspérités, soit des barbes, comme dans les boulons plombés, soit des canelures assez profondes, pour obtenir la liaison convenable entre le boulon et la maçonnerie, par l'intermédiaire du ciment coulé, et l'empêcher de sortir de son logement. Il faudra naturellement tenir compte de la profondeur des canelures, dans la détermination du diamètre convenable à donner à la tige noyée. Il ne faut pas remplacer les canelures circulaires par des canelures hélicoïdales, plus faciles à exécuter, c'est-à-dire fileter la partie noyée du boulon, car, sous l'influence de l'effort exercé au serrage, la tige noyée pourrait éventuellement se déplacer dans son logement comme dans un écrou.

*Boulons fixes avec plaque d'ancrage.* — Le plus souvent, on prolonge le boulon jusqu'en dessous de la maçonnerie; on le met

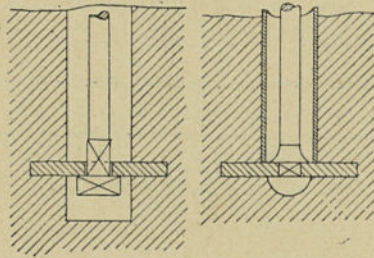


Fig. 26.

Fig. 27.

alors en place dès qu'on commence à élever celle-ci et on les maintient à demeure au moyen d'un calibre en bois placé à la surface du sol. On le laisse passer dans un caniveau, de section carrée de dix à douze centimètres de côté, pour lui permettre de s'incliner légèrement lors de la mise en place de la machine et rattraper ainsi les petites erreurs d'écartement. Le boulon n'appuie plus alors, sur la maçonnerie, directement par sa tête, mais bien par l'intermédiaire d'une plaque d'ancrage, en fonte ou en fer, noyée dans le massif, et à laquelle il est assemblé de façon à ne pouvoir tourner pendant le serrage de l'érou. On peut à cet effet, soit

pourvoir le boulon d'une partie carrée qui s'engage dans un trou de même forme ménagé dans la plaque, figure 26, soit simplement le river à chaud, sur la taque dont il doit être rendu solidaire.

Les plaques d'ancrage peuvent être distinctes pour chaque

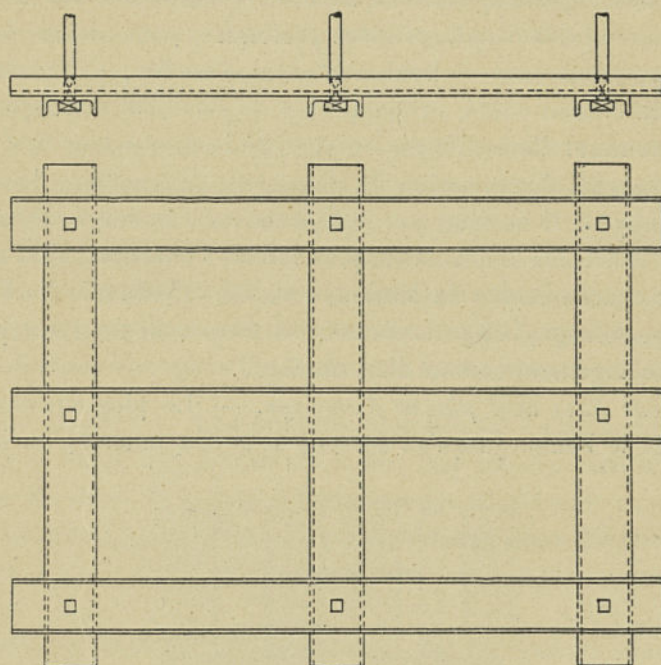


Fig. 28 et 29.

boulon, mais elles peuvent aussi en recevoir plusieurs, et on emploie alors des laminés, en I ou en U, qu'on peut même réunir de manière à constituer un cadre ; c'est la disposition représentée figures 28 et 29.

Ce dispositif est préférable à celui des plaques séparées, parce qu'il réunit beaucoup mieux la maçonnerie et que celle-ci est, par suite, moins exposée à se désarticuler sous l'influence des chocs qui lui sont transmis.

Les caniveaux en maçonnerie se remplacent parfois par un tube à gaz, dont le diamètre intérieur est supérieur de 20 à 30 millimètres au diamètre extérieur du boulon, qui forme en quelque sorte fourreau autour de celui-ci, et qu'on noie dans la maçonnerie



rie ; c'est la disposition représentée figure 27. Ce système est très recommandable et permet d'obtenir une exactitude d'exécution supérieure à celle résultant de l'emploi des caniveaux.

Ordinairement, lorsque les écrous des boulons de fondation sont serrés à fond, on coule un lait de ciment, pour remplir l'espace restant libre dans le caniveau et empêcher le déplacement accidentel des boulons d'attache.

Lorsque, pour la facilité de mise en place du bâti, on veut permettre aux boulons de rentrer dans la fondation, d'une quantité suffisante pour en laisser la partie supérieure complètement libre, on emploie le dispositif représenté figure 26. Toutefois, il faut avoir la précaution de donner à la partie carrée du corps, qui s'engage dans le trou de la plaque, une longueur convenable, pour qu'elle ne se dégage pas de celle-ci, quand le boulon est descendu.

*Avantages et inconvénients des boulons fixes.* — Dans toutes les dispositions que nous avons examinées précédemment, les boulons sont fixes; ce sont cependant celles dont l'emploi est le plus économique, et elles offrent souvent une très grande sécurité; toutefois elles ne sont pas sans présenter de nombreux inconvénients.

Elles peuvent convenir pour installer à demeure des machines dont l'emplacement restera dans la suite invariable. Mais si les machines doivent éventuellement pouvoir être déplacées, quand on enlève celles-ci les boulons restent en place et sont perdus. De plus ils laissent alors, sur le sol, des saillies toujours gênantes, soit pour le passage, soit pour la mise en place d'autres machines, et on est obligé, ou bien de détruire la fondation pour en retirer les boulons, ou bien de couper ceux-ci sur place, au burin, et cette opération ne se fait jamais sans difficultés.

D'un autre côté, en cas de détérioration ou de rupture de l'un d'eux, le remplacement de l'organe n'est possible qu'en démolissant plus ou moins complètement la fondation, qui doit ensuite être reconstruite à nouveau et souvent ne présente plus la solidité primitive. S'il arrive que les boulons viennent à tourner dans leur plaque d'ancrage, le serrage de l'écrou est difficile, et il faut avoir recours à certains tours de main, qui ne sont pas toujours



d'une application pratiquement possible, pour les maintenir momentanément immobiles. En cas d'erreur, sur la longueur totale de l'organe, ou sur celle de sa partie filetée, le rattrapage de cette erreur est toujours difficile, parfois même impossible.

Ces inconvénients sont moins conséquents avec les boulons plombés dans la pierre de taille, parce qu'ils sont d'un démontage plus facile.

*Boulons mobiles, avec plaque d'ancrage noyée dans la maçonnerie.* — Lorsqu'on veut se ménager la possibilité de mettre les

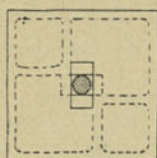
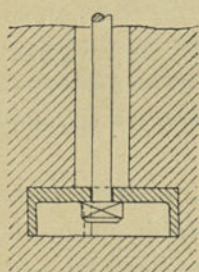


Fig. 30 et 31.

boulons en place après l'exécution de la maçonnerie, ou bien de les retirer, le cas échéant, il faut employer des boulons avec tête à marteau venant appuyer contre une plaque d'ancrage noyée dans la maçonnerie. La disposition est représentée figures 30 et 31. La plaque d'ancrage, en fonte, figure 31, porte, en son centre, une ouverture rectangulaire par laquelle peut passer la tête du boulon. A sa partie inférieure, on prévoit deux butées, réalisées comme le montre la figure, contre lesquelles viendra appuyer la tête à marteau, pour permettre le serrage de l'écrou.

Dans la maçonnerie, est ménagé un caniveau, à dimensions suffisantes pour permettre le libre passage de la tête du boulon lors de la mise en place. Après serrage définitif on ne coule pas de lait de ciment dans le trou, de sorte que le boulon peut toujours, en tout temps, se retirer avec la plus grande facilité. (+)

La surface de contact, entre la tête et la plaque d'ancrage, étant assez réduite, on est naturellement amené à donner, à la première, des dimensions considérables. Il faut, de plus, avoir soin de la munir d'une entrée, figure 30, pour faciliter son introduction et son passage dans le trou de la plaque.

*Boulons avec potelles d'accès à la partie inférieure.* — Le meilleur des dispositifs est encore celui qui réserve la possibilité

(+) on met parfois des scories fines et sèches



d'accès à la tête inférieure des boulons, en ménageant, dans la maçonnerie, des caniveaux convenablement disposés.

La surveillance des attaches peut ainsi se faire continuellement; malheureusement le système est très coûteux, et ne peut être adopté que dans les fondations importantes.

Au point de vue de la mise en place de la machine, c'est la disposition qui présente le plus de facilités, parce qu'il suffit de laisser descendre les boulons dans la fondation, pour ne pas être gêné par leur saillie pendant les manœuvres.

§ 3. *Mise en place des bâtis sur leur fondation. — Aménagement du bâti.* — On n'amènera le bâti en place, que lorsque la fondation sera parfaitement sèche et aura acquis le degré de cohésion voulu.

Lorsqu'on dispose des appareils de levage suffisants, on peut toujours soulever le bâti de la quantité nécessaire, et le laisser descendre ensuite tout doucement sur sa fondation, sensiblement à l'endroit exact qu'il doit occuper. Mais, dans la plupart des cas, il n'en est pas ainsi; et, pour amener le bâti à l'endroit convenable, on doit le faire glisser sur la maçonnerie qui lui est destinée.

Quel que soit le mode de manœuvre qu'on juge le plus approprié, qu'on fasse glisser la pièce sur rails huilés ou qu'on interpose des rouleaux pour en faciliter le déplacement, il faudra toujours prendre les précautions nécessaires pour ne pas exercer des efforts exagérés sur la fondation, principalement sur les arêtes, et par suite la détériorer quelquefois assez gravement.

Les trous des douilles étant amenés en regard des boulons d'attache, et ceux-ci étant engagés, dans les premiers, d'une quantité suffisante, on laissera descendre tout doucement le bâti qui viendra reposer sur des cales en fer, légèrement coniques, en nombre suffisant, et placées, entre la fondation et le bâti, de chaque côté des boulons.



*Mise de niveau.* — Le bâti sera alors amené exactement à l'emplacement qu'il doit occuper, et on le mettra rigoureusement de niveau, en agissant convenablement sur les cales dont nous

venons de parler, et qu'on retirera ou enfoncera selon les besoins ; on lui donnera, en même temps, la rectitude voulue.

Lorsque le tout est bien réglé, pour assurer la portée parfaite du bâti suivant toute l'étendue de sa surface d'assise, il est bon de couler, dans l'espace restant libre entre celle-ci et la fondation, un lait de ciment. Lorsque celui-ci a fait prise, on peut, si l'on veut, retirer les cales provisoires ; l'assise convenable du bâti est parfaitement assurée.

*Serrage des écrous.* — La machine étant amenée en place et cimentée comme nous venons de le dire, il faudra la laisser reposer librement sur sa fondation, pendant un certain temps, afin de permettre à celle-ci de se tasser naturellement, avant de procéder au serrage définitif des écrous.

Cette dernière opération, mal pratiquée, a souvent pour résultat de déniveler des bâtis parfaitement réglés en place, ce qui occasionne des bridages dans les organes en mouvement et provoque infailliblement l'échauffement et l'usure rapide de ceux-ci.

Les écrous des boulons d'attache doivent être serrés à fond ; mais ce serrage doit se faire uniformément et graduellement, en agissant successivement sur chacun des écrous qu'on fera tourner de la même quantité. Il faut éviter de vouloir obtenir le serrage à fond par choes, ce qui se fait souvent en donnant des coups de marteau sur le manche de la clef. Il ne faut pas non plus serrer complètement tous les boulons se trouvant d'un même côté de la machine, avant d'opérer sur les autres ; c'est ainsi qu'on développe parfois dans les bâtis, des tensions qui provoquent la rupture de ces organes.

---



## CHAPITRE IV

### JOINTS

§ 1. Différents genres de joints. — L'exécution des joints est l'une des opérations qui se présentent le plus fréquemment dans le montage. Elle peut se faire de façons fort différentes, suivant les circonstances locales telles que : nature ou conformation des pièces à assembler, conditions que doit remplir l'assemblage, usage auquel il est destiné, rapidité d'exécution, etc.

Quoi qu'il en soit, les joints se réalisent toujours de l'une des manières suivantes :

1° Par le contact direct, immédiat, des deux organes à assembler; c'est le cas pour le joint rodé ou broyé et pour le joint gratté.

Ces deux genres de joints sont ceux dont l'application est la plus fréquente dans le montage des organes des machines; nous nous bornerons actuellement à indiquer brièvement la manière de les réaliser, mais, dans les exemples d'exécution que nous donnerons dans la suite, nous reviendrons, d'une façon plus détaillée, sur toute la série d'opérations qu'ils comportent, sur l'ordre dans lequel celles-ci doivent se succéder et sur la manière dont elles doivent être pratiquées suivant les cas.

2° Par interposition d'accessoires entre les surfaces en regard des pièces à assembler.

3° Par remplissage, après mise en place définitive des deux organes, de l'espace restant libre entre les surfaces en regard de ceux-ci.

*Joint rodé ou broyé.* — Le joint rodé s'obtient en finissant, à la lime et au grattoir, les surfaces qui doivent venir directement

en contact, puis en faisant frotter ces surfaces, l'une contre l'autre, avec interposition d'un mélange d'huile et d'émeri.

Pour broyer un joint, il est indispensable d'enlever préalablement les boulons et les vis d'assemblage des deux organes. Il est facile à réaliser au montage primitif, sur des organes neufs, soit parce que les boulons ou goujons ne sont pas encore mis en place, soit que, dans ces circonstances, ceux-ci sont toujours faciles à retirer.

*Joint gratté.* — Le joint gratté s'obtient en grattant les surfaces qui doivent venir en contact, jusqu'à ce qu'elles s'appliquent convenablement l'une sur l'autre pour donner éventuellement l'étanchéité voulue.

Dans certains assemblages d'organes ayant déjà servi, il arrive parfois que les goujons, boulons ou clavettes, sont corrodés dans leur logement au point de ne pouvoir les retirer sans s'exposer à les briser ou à endommager les pièces auxquelles ils sont attachés. Il est alors préférable de les laisser en place, de renoncer à l'emploi du joint rodé et d'adopter le joint gratté.

*Joints par interposition d'accessoires entre les surfaces en regard des pièces à assembler.* — Ce genre de joints s'emploie lorsque les surfaces ne peuvent venir en contact immédiat, comme dans les cas précédents, soit parce qu'elles n'ont été que dégrossies, soit qu'elles doivent rester brutes.

Les intermédiaires auxquels on a le plus généralement recours sont : les métaux mous, tels que le cuivre et le plomb, et les matières végétales, minérales ou animales, telles que le chanvre, le coton, le caoutchouc, l'amiante, le cuir, sous forme de fils, de tissus ou en feuilles. Parfois ces intermédiaires sont composés de matières végétales et minérales combinées.

Le choix de l'intermédiaire auquel il y a lieu de donner la préférence, dépendra des circonstances locales ; il y aura lieu d'examiner si les récipients doivent contenir des gaz ou des liquides, de tenir compte de la pression à laquelle sont soumis ces derniers et de la température à laquelle ils doivent se trouver emmagasinés.

Pour la vapeur sous pression, on pourra employer le chanvre,



l'amiante, le cuivre, etc.; le carton, le cuivre, le cuir, les toiles caoutchoutées, etc., pourront convenir pour l'eau.

Les tissus, dont la trame est souvent composée de fils métalliques très fins, et les plaques en général, métalliques ou non, doivent préalablement être découpées aux formes et dimensions voulues; le nombre de plis employés, doit être en quantité suffisante pour obtenir l'étanchéité imposée, l'épaisseur convenable du joint, et dépendra encore souvent de l'importance de ce dernier.

On enduit préalablement d'une peinture, au minium de plomb délayé dans l'huile de lin, les surfaces qui doivent venir en regard l'une de l'autre, on applique ensuite le joint, qu'on recouvre également de couleur, puis on met en place les deux organes à assembler et on serre les écrous à fond. Dès que ceux-ci sont amenés, à la main, en contact avec la surface sur laquelle ils doivent appuyer, on commence à les serrer, au moyen de la clé, graduellement (un demi ou un quart de tour à la fois) et successivement, en agissant sur les écrous de deux boulons diamétralement opposés. Cette précaution est indispensable, car, si les écrous situés d'un même côté d'un diamètre, étaient serrés à demeure avant ceux qui se trouvent de l'autre côté de ce diamètre, on expulserait le minium du premier côté, et le joint n'aurait pas l'étanchéité suffisante. Ces joints se découpent généralement, au marteau et au burin qui tranche en même temps le fil métallique de la trame, quand il y en a; les trous peuvent se faire au marteau et à la bedane ou à la gouge. *ou à l'emporte-pièce.*

Lorsqu'on laisse sécher ces joints suffisamment, jusqu'à ce qu'ils aient acquis la dureté voulue, ils peuvent convenir également bien pour l'eau chaude et pour la vapeur. Si on peut attendre quelques jours, une semaine par exemple, avant de les mettre en service, on ajoutera, à la couleur, un sixième environ du poids du minium et on mélangera intimement le tout; on donnera à la peinture une consistance telle qu'elle puisse s'étendre convenablement.

On recouvrira le tissu d'une quantité de couleur suffisante, sans toutefois qu'il soit nécessaire d'employer celle-ci en excès; on mettra le joint en place puis on serrera les écrous à fond, en procédant comme nous l'avons dit plus haut.

On verra immédiatement que le joint est obtenu convenable-



ment, lorsque la peinture sortira uniformément à l'extérieur, tout autour du collet.

Si le joint doit être employé le jour même, ou immédiatement après son exécution, on supprimera l'addition de céruse dans la couleur. Dans tous les cas, il faudra toujours mélanger intimement celle-ci, et n'employer que du minium de plomb, de toute première qualité, bien broyé, ou bien qu'on rebroiera au marteau,

sur un bloc de fer, si la chose est nécessaire. Si on veut accélérer le séchage, on ajoute, à l'huile de lin, un peu d'huile siccative ou de vernis,

*essence de térébenthine*

Pour les conduites d'eau à haute pression et lorsque le joint doit servir immédiatement, on peut avoir recours à l'emploi du papier, du carton ou des tissus en caoutchouc. Aux tissus métalliques, on

peut d'ailleurs toujours substituer une ou plusieurs épaisseurs, suivant les cas, de papier ou de carton, dans lesquelles on découpe, comme précédemment, les trous nécessaires au passage du fluide et des boulons d'assemblage.

Lorsque les collets sont en cuivre, en fer ou en fonte, et d'épaisseur suffisante pour que leur déformation ne soit pas à redouter par suite du serrage à fond des boulons d'assemblage, l'une des épaisseurs se découpe ordinairement aux dimensions extérieures de la bride, et on donne, à la seconde épaisseur, des dimensions telles, qu'elle puisse se loger à l'intérieur des boulons d'assemblage comme le montre la figure 32. Le contact s'établit ainsi sur une surface suffisamment développée pour assurer la complète étanchéité du joint. Si le manque de régularité des collets exige l'emploi de plusieurs épaisseurs, celles-ci se découpent aux dimensions extérieures de la bride, sauf la dernière qui se fait comme nous venons de le dire. Après découpage des rondelles, on enduit l'une d'elles de couleur, sur l'une de ses faces, et on y applique la seconde dont on peint la surface libre sur laquelle viendra s'appliquer une troisième rondelle, et ainsi de suite jusqu'à la dernière. On étend alors de la couleur autour des trous, tant sur les surfaces visibles du joint que sur celles des brides, on introduit le joint

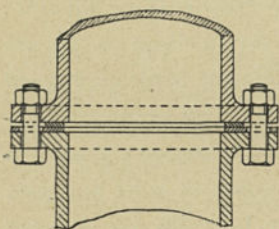


Fig. 32.



entre celles-ci, on met les boulons en place, puis on serre les écrous, en prenant les précautions nécessaires. Lorsque les écrous sont serrés à fond, on peut recouper les parties du joint qui dépassent et les araser exactement au diamètre des collets. (*brides*)

Que la conduite serve pour l'eau ou la vapeur, à haute ou basse pression, lorsque les surfaces des brides ne sont que dégrossies, on peut obtenir un joint suffisamment étanche en procédant de la manière suivante.

On prend quelques filets de chanvre, qu'on trempe dans de la couleur à la céruse et à l'huile de lin, puis on en forme une espèce de toron de façon à ce que tous les filets collent bien l'un contre l'autre. La tresse ainsi formée est ensuite

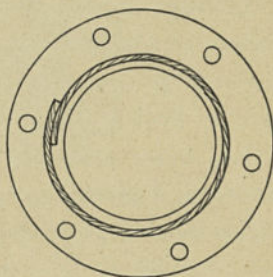


Fig. 33.

enduite du mélange de minium de plomb, puis tournée tout autour du trou, en prenant la précaution de se tenir à une distance suffisante de ce dernier, et de faire le recouvrement comme le montre la figure 33, de façon à ne pas avoir d'inégalité d'épaisseur ; la tresse est, comme on le voit, tournée en spirale.

L'opération peut être facilitée en se servant d'un cercle auxiliaire, en fil de plomb, de fer ou de cuivre, cintré à diamètre convenable pour entourer le trou de passage ; le toron en chanvre, exécuté comme nous venons de le dire, est ensuite tourné sur le cercle auxiliaire. La mise en place est beaucoup plus rapide et se fait plus exactement et, lorsque les brides sont verticales, on est toujours amené à procéder de cette manière.

Lorsque les collets présenteront une résistance suffisante pour qu'on n'ait pas à redouter leur rupture ou leur déformation, par suite du serrage des écrous, on pourra employer un cercle en plomb, seul et sans enveloppe en chanvre. Le plomb s'écrase, s'engage dans les aspérités des brides (traces de tour ou de raboteuse) et forme un bon joint. L'étanchéité obtenue de cette manière n'est cependant pas si parfaite et si durable que celle que donne l'addition de chanvre enduit de minium.

Si, pour donner à la conduite la longueur imposée par l'emplacement invariable de ses deux extrémités, les joints doivent avoir



une épaisseur déterminée, on emploiera le carton. On prendra un nombre de rondelles suffisant, et on les découpera à des dimensions supérieures à celles des brides, afin de faciliter la mise en place. On pourra d'ailleurs toujours affleurer le joint, après serrage définitif des boulons.

Lorsque le joint devra être soumis, dans la suite, à une température élevée, on emploiera, de préférence, le carton d'amiante. Comme précédemment, avant la mise en place, on recouvrira joint et brides, d'une couche de couleur au minium de plomb.

Les trous pratiqués dans les joints, pour y laisser passer les boulons d'assemblage, doivent toujours avoir des dimensions légèrement supérieures à ces derniers, afin de ne pas gêner leur introduction et d'éviter les détériorations que pourrait produire leur frottement exagéré contre le carton. *(Coul de plomb au graphite)*

Pour l'eau froide, et lorsque les variations de température ne doivent pas être trop considérables, on peut faire les joints au moyen d'une feuille en plomb. Mais si les écarts de température se produisent entre deux limites assez éloignées, le plomb se détériore rapidement et le joint perd son étanchéité. En général, les joints au plomb sont d'une durée relativement réduite ; cela résulte du défaut d'élasticité du métal.

Souvent aussi on fait les joints au moyen de cerces en cuivre rouge, dont les deux extrémités sont assemblées par une soudure au cuivre, et qui s'introduisent à l'intérieur du cercle des boulons. Toutefois, si le joint, au lieu d'être de forme circulaire, est de forme carrée ou rectangulaire, le fil de cuivre doit s'engager dans une rainure pratiquée spécialement dans les brides pour le recevoir, ou bien il faut prévoir un épaulement contre lequel il viendra buter, pour l'empêcher de se déformer sous l'influence de la pression à laquelle il sera soumis, par suite du serrage des boulons d'assemblage.

Si les deux surfaces, entre lesquelles doit se faire le joint, sont dressées, du fil de cuivre rouge recuit, de  $\frac{3}{4}$  à 1 millimètre de diamètre sera suffisant pour obtenir une étanchéité convenable.

Les figures 34 et 35 représentent un joint mixte, formé de deux bagues, en tôle de cuivre très mince ou en plomb laminées à coupe, entre lesquelles est emprisonnée une tresse en amiante ;



il s'applique à l'intérieur des boulons. La mise en place est des plus facile, figures 36 et 37, grâce à la présence d'un petit man-

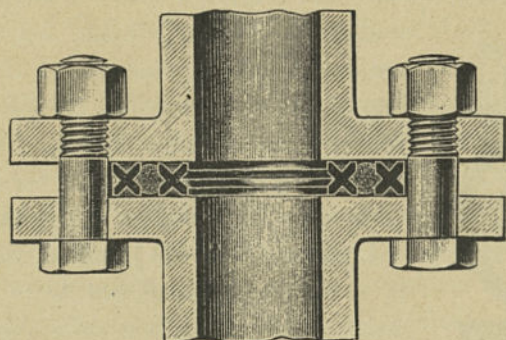


Fig. 34.

che, en fil de cuivre tordu, qui y est rapporté. Par le serrage des boulons, le joint s'écrase complètement, le petit manche se détache de lui-même, et on obtient une parfaite étanchéité.

On peut donner une largeur quelconque au joint, en augmen-

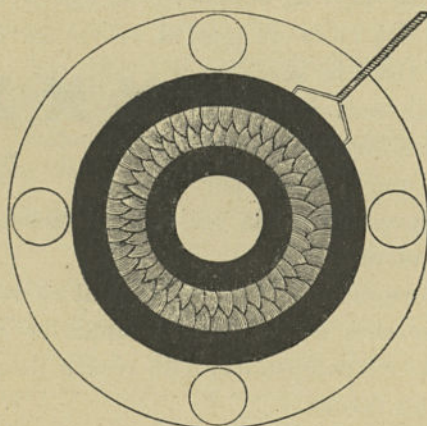


Fig. 35.

tant convenablement le nombre de cercles, comme le montre la figure 38.

On choisit ordinairement le joint, de façon à ce que le trou central soit plus grand que celui du tuyau; cette différence varie entre 10 et 15 millimètres pour les tuyaux jusque 100 millimètres

de diamètre, pour atteindre 30 millimètres pour les tuyaux de 200 millimètres de diamètre, et au-dessus.

On peut avoir recours aux joints en caoutchouc, pour les conduites de vapeur, d'eau, ou d'air, et on emploie, soit le caoutchouc vulcanisé, en feuille ou sous forme de tore, soit, de préférence, la toile caoutchoutée. L'épaisseur de celle-ci est essentiellement variable, et peut comporter un, deux ou plusieurs plis.

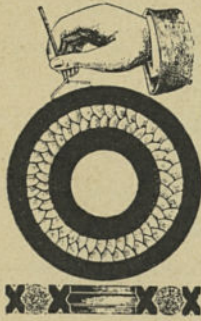


Fig. 36 et 37.

L'inconvénient des joints au caoutchouc, est la grande compressibilité de ce dernier qui, dans certains cas, est de nature à affecter sérieusement la distance imposée entre les deux organes à réunir et provoquer le décentrement des axes de ces derniers. De plus, lorsqu'on démonte les deux organes, le joint adhère parfois tellement aux brides, qu'il est impossible d'obtenir la séparation de celles-ci sans provoquer la rupture de l'intermédiaire. Cet inconvénient peut être évité en partie, ou atténué dans de notables proportions, en frottant de la craie sur l'une des faces du joint et en recouvrant, l'autre face, d'huile de lin. Dans la suite, ce dernier côté adhèrera fortement à la bride contre laquelle il s'applique, tandis que l'autre, par suite de l'interposition de la craie, se détachera facilement du collet correspondant.



Fig. 38.

Les joints au caoutchouc sont rapidement altérés par la chaleur; de plus, la pression qu'ils doivent supporter à l'assemblage a pour résultat de les comprimer, d'où résulte la nécessité de resserrer parfois les écrous.

Il est recommandable de ne pas exagérer l'épaisseur du joint et de la prendre aussi faible que le permet la régularité des surfaces entre lesquelles il est interposé. S'il est nécessaire d'employer plusieurs plis de caoutchouc, l'épaisseur convenable doit être obtenue au moyen de joints qui s'engagent à l'intérieur des boulons d'assemblage, ce qui contribue à augmenter la résistance de l'intermédiaire. De plus, les fuites sont ainsi rendues



apparentes et on n'a pas à craindre l'altération des boulons.

Les trous, pratiqués dans le tissu pour laisser passer les boulons, doivent être à dimensions sensiblement supérieures au diamètre de ceux-ci, pour éviter leur contact avec le joint qui pourrait se détériorer.

Dans les joints au caoutchouc, il faut toujours prendre les plus grandes précautions pour le serrage des boulons et se conformer rigoureusement à ce que nous avons dit précédemment à ce sujet.

On peut diminuer l'aplatissement du joint et l'empêcher de s'étendre d'une façon exagérée, par l'emploi d'un cercle en cuivre placé à l'intérieur des boulons : c'est en définitive la disposition réalisée dans le joint à l'amianté décrit précédemment figures 34 à 38; on aura alors un assemblage d'une sécurité absolue.

Lorsque le joint doit entourer une tige qui ne peut être démontée, il faut nécessairement le fendre pour pouvoir le mettre en place. La fente se fera alors en biseau, ou de préférence, se fera à trois endroits différents dans les deux épaisseurs de caoutchouc et dans le tissu, de manière à obtenir un recouvrement. Pour cela, on soulèvera le caoutchouc des deux côtés du tissu, on pratiquera les fentes séparément comme nous venons de le dire, et, après la mise en place, on ramènera convenablement le caoutchouc sur le tissu.

La figure 39 représente une disposition donnant un joint d'une étanchéité absolue. Il est constitué par un cercle en cuivre rouge, qui se place dans des rainures pratiquées à cet effet dans les brides, et qui s'écrase par suite de la pression exercée par le serrage des boulons d'assemblage. Si on peut avoir accès par l'intérieur, après serrage des boulons, on martelle le cercle en cuivre, afin de l'obliger à remplir complètement son logement. Il ne faut pas alors frapper trop fort, car l'opération aurait pour effet d'allonger démesurément le cercle, de le faire sortir de son logement, et l'assemblage obtenu ne serait pas étanche. Les coups de marteau doivent être réglés uniquement de façon à obliger le cuivre à remplir complètement son logement.

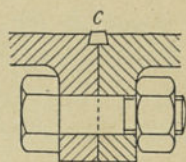


Fig. 39.

Les joints temporaires peuvent toujours se réaliser au moyen

d'un fil en plomb, convenablement cintré, qui se place à l'intérieur des boulons. On forme le recouvrement du cercle, en taillant les deux extrémités du fil en biseau assez long ou bien en contournant celui-ci en spirale. Le serrage des boulons comprime le plomb, qui épouse ainsi les inégalités des surfaces contre lesquelles il est appliqué.

*Joints par remplissage, après mise en place définitive des deux organes, de l'espace restant libre entre les surfaces en regard de ceux-ci.* — Les joints par remplissage se font au moyen de différents mastics, ou en coulant un liquide susceptible de se solidifier (ciment ou plomb fondu) par séchage ou refroidissement, qu'on introduit dans l'espace libre entre les deux surfaces à assembler.

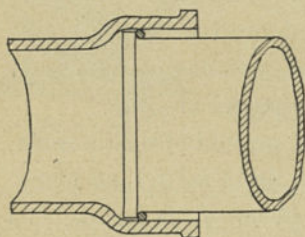


Fig. 40.

Leur emploi tend à disparaître, parce qu'ils ont pour effet de contrarier la libre dilatation des organes, d'où

résulte parfois des ruptures de ces derniers. Cette rupture est encore souvent sujette à se produire, en cas de démontage. On y a cependant encore assez souvent recours dans les conduites constituées de tuyaux à emboîtement.

Dans les assemblages de tuyaux en fonte, on emploie souvent le mastic de fer.

La figure 40 représente la manière de faire le joint. Si l'extrémité du tuyau qui s'engage dans l'emboîtement n'a pas été préalablement munie d'un rebord venu de fonderie avec l'organe, on y fixe un cercle auxiliaire en cuivre, en fil de fer ou en corde. L'espace restant libre entre le tuyau engagé et l'emboîtement qui l'entoure est rempli de mastic de fer, qui est, la plupart du temps, composé dans les proportions suivantes (en poids).

Limailles ou fins copeaux de fonte. . . . .	100
Sel ammoniac . . . . .	0,5
Soufre. . . . .	0,5

Si le séchage doit se faire rapidement, on double la quantité de sel ammoniac.



Ces différents constituants sont intimement mélangés entre eux



Fig. 41.

et délayés dans l'eau immédiatement avant l'emploi. Le mortier

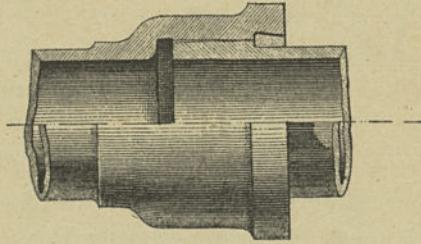


Fig. 42.

ainsi obtenu est introduit dans l'espace libre, jusqu'à remplissage

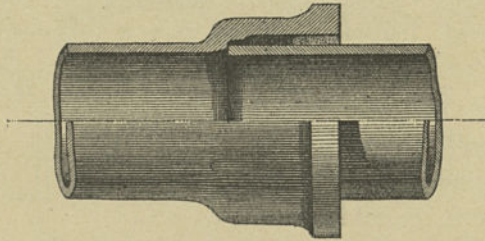


Fig. 43.

de ce dernier aux trois quarts environ, au moyen d'un outil spécial,

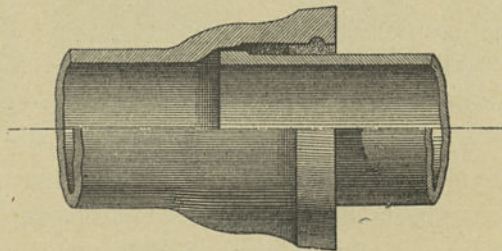


Fig. 44.

figure 41, en forme de bayonnette, analogue à celui dont se servent

les maçons pour le rejointoyage. Après séchage, on continue l'opération jusqu'à remplissage complet.

Ce mastic peut se conserver quelque temps, bon pour l'emploi, si on a soin de le recouvrir d'eau, pour empêcher sa dessiccation.

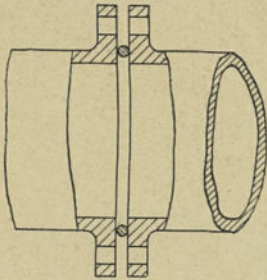


Fig. 43.

Parfois, on remplace le mastic précédent par du plomb, figure 42. Dans d'autres cas, on procède comme le montrent les figures 43 et 44. On remplit alors au préalable partiellement le vide, la moitié à peu près, de corde goudronnée qu'on tasse convenablement, puis on coule du plomb jusqu'à remplissage complet.

Pour couler le plomb, on fait une espèce de moule en argile, dont on entoure l'emboîtement et dans lequel on verse le métal fondu qui se répand dans l'espace libre. Quand le plomb a fait prise, on détruit le moule, on enlève l'excès de plomb, puis on remate celui-ci à refus dans le creux.

Dans les tuyaux à brides, le joint au mastic ne s'emploie plus que très rarement. Toutefois, quand on y a recours, on procède comme le montre la figure 45. On introduit, entre les collets, un cercle en plomb recouvert de chanvre et, quand les boulons sont serrés à fond, on fait le remplissage au mastic, comme nous l'avons dit précédemment.

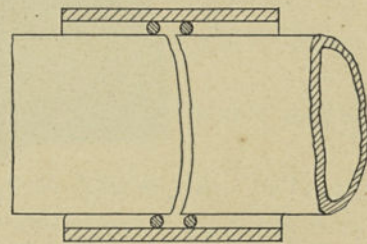


Fig. 46.

Si les bouts des tuyaux sont au même diamètre, ou à des diamètres trop peu différents pour permettre leur emboîtement dans de bonnes conditions, on a recours à l'emploi d'un emboîtement auxiliaire mobile, comme le montre la figure 46. Les opérations sont les mêmes que précédemment. En cas de joint au plomb, les anneaux doivent être fixés assez solidement, pour qu'on n'ait pas à craindre leur déplacement sous l'influence des coups de marteau.



*Joints pour conduites en cuivre ou en fer étiré.* — L'assemblage des tuyaux en cuivre ou en fer étiré peut se faire par brides, plates ou à emboîtement : les brides peuvent être fixes ou mobiles.

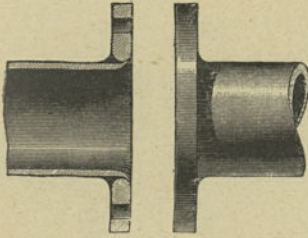


Fig. 47.

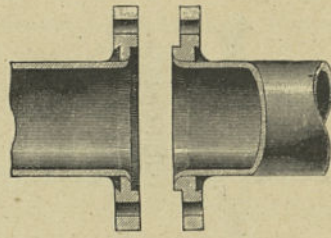


Fig. 48.

Lorsqu'elles sont fixes, elles peuvent être : ou bien brasées, figures 47 et 48 ; ou bien filetées, figure 49 ; ou bien filetées et

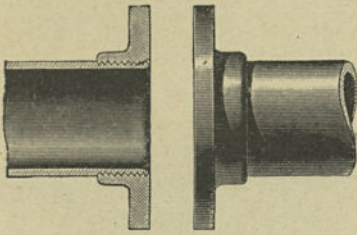


Fig. 49.

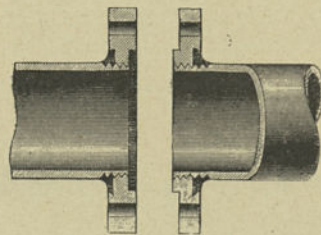


Fig. 50.

brasées, figure 50 ; ou bien rivées, figure 51. Ce dernier dispositif est spécialement réservé pour les tuyaux de grand diamètre.

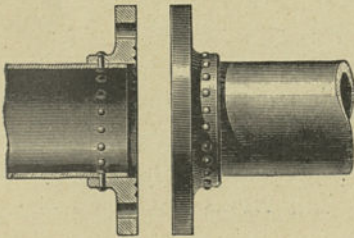


Fig. 51.

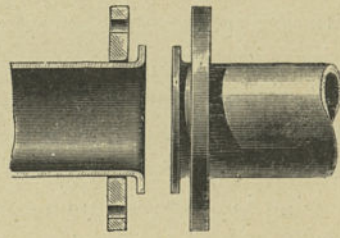


Fig. 52.

Quand les brides sont mobiles, on peut : ou bien rabattre le collet du tuyau, figure 52, ou bien, rapporter sur celui-ci une bague soudée ou brasée, figures 53 et 54.

Les brides mobiles sont peut-être un peu plus coûteuses, mais

elles présentent beaucoup plus de facilités pour le montage parce qu'on n'est pas obligé de repérer les tuyaux. Les joints à collets se font, comme nous l'avons dit précédemment, au moyen de

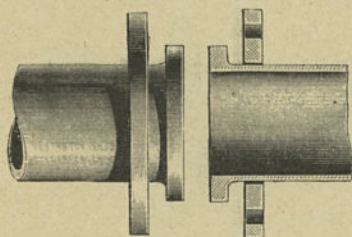


Fig. 53.

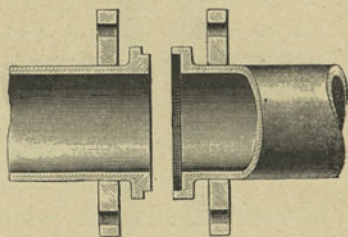


Fig. 54.

carton, ordinaire ou d'amiante, de caoutchouc, etc. Lorsque les conduites en fer sont de diamètre relativement réduit, et destinées à des fluides à faible pression, vapeur ou gaz, l'assemblage des différents tronçons se fait plus souvent par filetage.

Si la longueur de la conduite est relativement réduite, qu'il soit

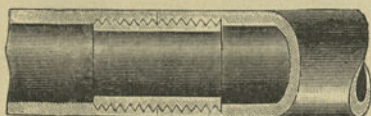


Fig. 55.

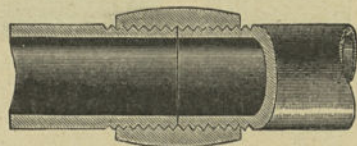


Fig. 56.

possible de l'assembler complètement avant sa mise en place, et qu'un étranglement de section ne soit pas de nature à présenter des inconvénients, on pourra fileter les deux tubes intérieurement et obtenir la connexion au moyen d'un manchon fileté extérieurement. C'est la disposition représentée par la figure 55; comme sa surface extérieure est absolument exempte de saillies, elle offre un cachet de propreté que ne présentent pas les autres dispositions, et est la seule admissible lorsque la régularité de la surface extérieure est imposée.

Mais lorsque les tuyaux ne peuvent s'assembler qu'à la mise en place de la conduite, et c'est le cas le plus fréquent, qu'il faut se réserver la possibilité de remplacer éventuellement l'un des tronçons, le dispositif précédent ne peut plus convenir, et il



faut avoir recours à la disposition représentée figure 56. Les extrémités des tuyaux à accoupler, de même diamètre, sont pourvues, extérieurement, du même filet, et s'engagent, chacune de la même quantité, dans un manchon auxiliaire taraudé, dans lequel elles pénètrent de la moitié de la longueur du raccord.

Pour que la mise en place soit possible, il faut naturellement que le manchon puisse se mettre complètement sur l'un des tuyaux, sans dépasser l'extrémité de celui-ci, dont le bout doit être fileté sur une longueur égale à celle du curseur, c'est-à-dire double de la longueur de filetage du bout avec lequel il s'assemble.

Les extrémités des deux tuyaux à réunir peuvent aussi être



Fig. 57.

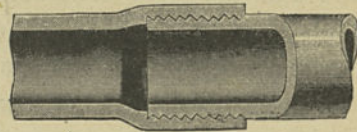


Fig. 58.

filetées au même pas, mais en sens contraire; les bouts doivent alors être arrasés avec soin de façon à s'appliquer parfaitement l'un contre l'autre. Le manchon s'engage alors simultanément sur les deux tronçons, qu'il rapproche. Cet assemblage est parfois d'un emploi impossible, le manchon est plus difficile à faire, et il est d'un prix supérieur au précédent.

On peut se dispenser de l'emploi du curseur, en assemblant les tuyaux par emboîtement, c'est-à-dire que l'extrémité filetée de l'un s'engage dans l'extrémité taraudée de l'autre.

Si l'on doit conserver à la conduite une certaine régularité, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, et que la solidité puisse différer un peu à l'endroit de l'accouplement, on peut adopter la disposition représentée figure 57.

Si l'installation demande une résistance uniforme, excluant tout affaiblissement à l'endroit des joints, on adoptera le mode de construction représenté figure 58, qui conserve l'uniformité de section de passage, mais demande un renflement assez prononcé à l'extrémité de l'un des tubes.

Lorsqu'un rétrécissement partiel de la section, à l'endroit de l'accouplement, n'est pas de nature à présenter des inconvénients,

on peut donner la préférence à la disposition représentée figure 59, qui offre l'avantage de diminuer le renflement de l'un des tuyaux, mais exige l'amincissement de l'extrémité de l'autre.

Le diamètre des tuyaux à assembler peut parfois différer ; la connexion s'obtient alors ordinairement par emboîtement fileté, soit direct, mais sans renflement comme dans les figures 58 et 59 si les dimensions des tubes le permettent, soit, de préférence, par l'intermédiaire d'un manchon extérieur, ou réduction.

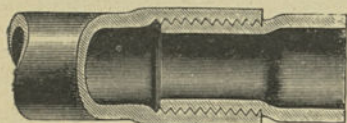


Fig. 59.

Dans tous ces assemblages, l'étanchéité s'obtient, ordinairement, en enduisant préalablement, de couleur au minium de plomb, les bouts filetés des tubes. Si on constate que ceux-ci s'engagent dans leur logement avec trop de facilité, on tournera, dans le fond du filet, quelques fils de chanvre, enduits de minium pour provoquer leur adhérence avec le tuyau.

Dans les systèmes à manchon extérieur, l'étanchéité peut encore être augmentée par l'emploi, de chaque côté du manchon, dans le cas de la figure 56, ou sur le bout fileté dans la disposition de la figure 58, d'un contre-écrou, mobile sur le tuyau ; par suite de la pression qu'il viendra exercer par son serrage contre le rebord qui lui servira de butée, il forcera les surfaces en regard du filet, dans les deux pièces, à s'appliquer parfaitement l'une sur l'autre.

Lorsque les filets, des deux extrémités des tuyaux à accoupler, sont de sens contraire, on donne parfois aux bouts une certaine conicité, et on construit le manchon en conséquence. L'étanchéité du joint résulte alors du profil même des pièces qui s'emboîtent l'une dans l'autre, et on peut se dispenser d'avoir recours à l'emploi du minium.

§ 2. Exemples d'exécution de joints. — Comme exemples d'exécution de joints, nous retiendrons seulement le joint broyé et le joint gratté, que nous n'avons fait que signaler dans le paragraphe précédent, par suite de l'impossibilité de donner, d'une façon générale, la succession régulière des différentes opérations. Les



joint pour surfaces brutes, soit par interposition d'intermédiaire, soit par remplissage, ont été suffisamment développés pour nous permettre de ne pas revenir longuement sur ce sujet ; aussi nous bornerons-nous, pour ce genre d'assemblage, à décrire l'exécution du joint entre deux surfaces brutes dont l'une doit être dressée au burin et à la lime, pour pouvoir s'appliquer convenablement sur l'autre.

Comme exemples de joints secs, nous prendrons deux cas qui se présentent fréquemment dans la pratique courante, le joint d'un couvercle de cylindre à vapeur et le rodage d'un robinet. Les renseignements que nous donnerons à ce sujet seront suffisants pour permettre d'exécuter les autres assemblages du même genre qui pourraient se présenter.

*Rodage d'un couvercle de cylindre.* — Le rodage du joint, du couvercle avec le cylindre à vapeur, se fait de la manière suivante.

Les brides des deux organes ayant été parachevées, aussi exactement que possible, à la machine, et toutes traces d'outil ayant été enlevées, on commence par enduire la bride du couvercle de rouge marquant, au moyen d'une loque. On passe ensuite la paume de la main sur la surface enduite, afin de s'assurer qu'il ne s'y trouve pas de corps étrangers pouvant fausser les indications du couchage. La présence de matières étrangères, plus grosses que le grain du rouge marquant, se constatera facilement au toucher, quoique ces substances soient impossibles à découvrir à l'œil.

On met ensuite le couvercle sur le cylindre, et on le fait tourner un tour ou deux pour l'amener dans la position qu'il doit régulièrement occuper. On assure alors le contact entre les deux surfaces, en les rapprochant à légers coups donnés soit avec un morceau de bois, soit simplement avec le manche du marteau. Si les deux pièces ne portent pas sur toute l'étendue de leur surface, en tous les points, on perçoit un son franchement métallique lorsqu'on frappe aux endroits qui ne se touchent pas. Il n'est pas possible, en frappant tout autour de la circonférence, de localiser exactement toutes les parties qui ne portent pas ; mais, avec un peu d'habitude, on se rend immédiatement compte, d'après la nature du son, du degré d'exactitude de parachèvement des surfaces.

On fait ensuite tourner le couvercle autour de son centre, alternativement dans un sens puis dans l'autre, de manière à accuser franchement, sur les deux pièces, les parties saillantes. Disons, d'abord, pourquoi il est nécessaire de donner au couvercle, un mouvement de rotation alternatif, et non pas un mouvement de rotation continu. Si nous supposons que l'une des surfaces ne porte sur l'autre que suivant une arête, de longueur plus ou moins considérable, le grippage se produira infailliblement pendant l'opération, et la présence des fines limailles, qui peuvent rester adhérentes à l'une des pièces, favorisera encore cette tendance. Dès que le grippage commence, le métal enlevé s'amasse contre l'arête tranchante, et la rainure que produit celle-ci va en s'accroissant jusqu'à ce qu'on ait fait faire au couvercle une révolution complète. Cette remarque est applicable à toutes les surfaces, circulaires, cylindriques ou coniques. Le mouvement de rotation alternatif détruit complètement cette tendance, dégage la partie mordante et encastre, pour ainsi dire, dans la matière de l'un ou l'autre des deux organes en mouvement l'un sur l'autre, les corps étrangers qui pourraient se trouver interposés entre les surfaces en contact.

Si, pendant le déplacement rotatif du couvercle, nous donnons aux deux mouvements des amplitudes différentes, c'est-à-dire si le mouvement de rotation en avant est plus grand que le mouvement de rotation en arrière, nous pouvons constater, en retournant le couvercle face en haut, s'il est exactement dressé ou non. Si le rouge a disparu à deux endroits diamétralement opposés du couvercle, c'est un indice que l'organe n'est pas dressé bien plan : si la même chose se remarque en même temps sur la bride du cylindre, c'est un signe qu'aucune des deux surfaces, qui doivent venir en contact, n'a été exécutée convenablement. Comme on ne connaît pas exactement la quantité dont les deux surfaces sont gauchies, il faudra reprendre, à la lime, la moitié sur chacune d'elles.

Si les marques se montrent à plusieurs endroits, c'est un indice que les surfaces possèdent à peu près la régularité voulue, et il ne faut plus alors se servir de la lime pour enlever la matière en excès sur les organes.



Supposons qu'on ait recours à la lime. Lorsqu'on juge qu'on a repris suffisamment sur les pièces, on remet le couvercle en place, comme précédemment, et on recommence l'essai au marteau. Si le son, rendu par la pièce, indique encore des endroits qui ne portent pas, on enlève de nouveau le couvercle et on reprend à la lime, aux endroits marquants, tant sur la bride du couvercle que sur celle du cylindre, et proportionnellement à l'étendue des marques, qui indiquent la plus ou moins grande importance de la saillie. Pour le travail à la lime, il est préférable d'employer une bâtarde plutôt qu'une grosse.

Après avoir nettoyé parfaitement les deux surfaces retouchées, on les enduit de nouveau de rouge marquant, et on recommence toute la série d'opérations comme précédemment. A mesure que le son rendu par le couvercle, sous le choc de la pièce en bois, devient plus sourd, on retouche successivement à la bâtarde, puis à la douce, et on continue la vérification des deux pièces jusqu'à ce que les parties marquantes ne soient plus distantes entre elles que de 20 à 30 millimètres. A partir de ce moment, on commence à se servir du grattoir pour enlever la matière aux endroits saillants : on manœuvre l'outil en l'appuyant assez fortement sur la surface à parachever, de manière à enlever de petits copeaux. On prend de préférence un grattoir assez étroit qu'on déplace par courses de 12 à 15 millimètres. Le grattage se poursuit jusqu'à ce que les deux surfaces portent parfaitement sur toute leur étendue, puis on procède au rodage proprement dit.

Pour cela, on commence par nettoyer parfaitement les deux surfaces qui doivent venir en contact, celle du couvercle et celle du cylindre, et on en fait disparaître toute trace de matière étrangère, limaille ou copeau de grattage qui pourrait s'y trouver. Au moyen d'une burette, on verse alors de l'huile sur les deux pièces, de manière à tracer une circonférence avec le lubrifiant répandu, et on projette ensuite, sur les deux surfaces graissées, de l'émeri en poudre, qui reste adhérent. Le numéro de l'émeri à employer variera de 50 à 65, suivant le diamètre du cylindre, le plus gros convenant particulièrement pour les cylindres d'un diamètre égal ou supérieur à 350 millimètres.

Les deux surfaces étant bien enduites d'émeri, on les ramène



l'une contre l'autre, comme précédemment, et on imprime au couvercle un mouvement de rotation alternatif, jusqu'à ce que le frottement entre les deux organes se fasse grassement. On enlève alors le couvercle et on examine les surfaces. Si on remarque, sur celles-ci, des saillies brillantes, ce qui indique que l'émeri n'a pas agi sur elles, il faut de nouveau avoir recours au grattoir pour enlever la matière en excès aux endroits qui n'ont pas subi l'action de l'émeri.

La différence entre les endroits plus ou moins attaqués est d'ailleurs très visible, si on prend soin de nettoyer convenablement les surfaces, avant de les examiner.

On recommence alors l'opération, comme précédemment, avec la même grosseur d'émeri, jusqu'à ce que les surfaces portent parfaitement sur toute leur étendue. Après avoir retiré le couvercle et nettoyé ce dernier, de même que la bride du cylindre, on parachève le broyage, en opérant toujours comme nous l'avons dit, mais, au moyen d'émeri n° 70, et on poursuit l'opération jusqu'à ce que le couvercle se déplace franchement à frottement gras, ce qui indique que les deux organes portent complètement sur toute l'étendue de leurs surfaces de contact. On peut encore, si on juge la chose nécessaire, recommencer une autre série d'opérations semblables en procédant toujours de la même manière, mais avec de l'émeri beaucoup plus fin.

Il faut alors procéder à la vérification, qui montrera la moindre irrégularité qui pourrait rester dans le travail obtenu.

Pour cela, on nettoie soigneusement les deux surfaces, on remet de nouveau le couvercle sur le cylindre, puis on lui imprime un mouvement de rotation alternatif, en variant l'amplitude de la rotation afin de le faire avancer doucement. Si on supposait qu'il se trouve un corps étranger quelconque, entre les surfaces, il faudrait, avant de commencer l'opération, relever le couvercle, et enlever l'impureté, car celle-ci pourrait rayer les surfaces dressées et altérer l'exactitude qui leur a été donnée précédemment. Il n'y a cependant rien à craindre sous ce rapport, quand le couvercle, étant mis en place, le son qu'il rend sous le coup du manche du marteau, n'est pas tout à fait clair. On continue l'opération jusqu'à ce que le couvercle ait fait quatre ou cinq tours, puis on le retourne



pour examiner les surfaces ; on nettoie, on remet en place et on recommence deux ou trois fois la même opération. Après cela, les deux surfaces apparaissent polies comme des miroirs et accusent, en l'amplifiant considérablement, le moindre défaut.

Les joints, obtenus par ce procédé, sont d'une étanchéité absolue. Quand on monte définitivement les organes, il est bon d'interposer, entre les surfaces qui doivent venir en contact, un peu d'huile ou de suif ; c'est pour cela qu'on donne parfois à ce joint le nom de joint gras.

Pour la facilité de la manœuvre du couvercle, tant pour le broyage que pour le retournement, on y adapte, au moyen de vis ou de boulons, un levier, ordinairement en bois, dont on laisse dépasser les deux branches qui servent de poignées. Pendant l'opération, on peut surcharger le couvercle de contrepoids, ce qui active encore le parachèvement. Celui-ci, fort compliqué en apparence, ne demande cependant qu'un temps relativement court.

Lorsque le couvercle porte une boîte à bourrage, l'opération doit être conduite en prenant certaines précautions ; sans cela il pourrait en résulter une altération dans la coïncidence des axes du cylindre et de la boîte à bourrage.

Dans le but d'activer le parachèvement, on peut ne faire porter les organes que sur la surface annulaire comprise entre l'alésage du cylindre, à l'endroit de l'emboîtement, et l'intérieur des boulons ; les surfaces de contact entre les deux pièces auront une étendue suffisante, pour assurer la parfaite étanchéité de l'assemblage.

*Rebroyage d'un robinet.* — Lorsqu'on constate une fuite à un robinet, grand ou petit, on peut souvent le remettre en état, en le rebroyant, à moins qu'il ne soit trop gravement endommagé. L'opération demande beaucoup moins de temps que le réalésage du boisseau et le retournage de la clef, on se dispense d'enlever une quantité de matière considérable, et on prolonge ainsi la durée de l'organe.

Après avoir retiré la clef, on enlève les corrosions et les incrustations, qui s'y trouvent généralement du côté de la grande base. Pour cela, on passe légèrement, avec une lime douce, sur



toute la surface de la clef ; s'il y a un épaulement, on le fait disparaître. On nettoie parfaitement l'intérieur du boisseau, on enduit le bouchon de rouge marquant, puis on l'introduit dans son logement, en l'appliquant fortement sur son siège, et on lui imprime un mouvement de rotation alternatif.

Pendant qu'il est maintenu bien appliqué sur son siège, on exerce avec la main, perpendiculairement à son axe et dans des directions différentes, un effort transversal, pour s'assurer qu'il ne ballote pas dans son logement. S'il se déplace à sa partie supérieure, la plus large, c'est qu'il serre dans le fond du boisseau ; si au contraire il se déplace sur le dessous, c'est qu'il serre à sa partie supérieure. Dans les deux cas, l'importance du ballotement, donnera une indication, relativement à la quantité de matière à enlever à la partie la plus forte de la clef, pour l'amener à la faire porter complètement suivant toute sa surface.

Si, en procédant comme nous venons de le dire, le ballotement était trop fort, ce serait un indice que l'usure est considérable ; il serait alors préférable de remettre le bouchon sur le tour, et d'enlever une légère passe pour lui rendre préalablement la régularité et la conicité convenables. Dans le cas où on n'aurait pas de tour immédiatement disponible et que la réparation ne souffrirait aucun retard, comme c'est d'ailleurs la plupart du temps le cas, il faudrait bien faire le retournage à la main. On enlève alors la matière, à l'endroit convenable, au moyen d'une lime douce, en limant suivant toute la circonférence et en faisant tourner la clef, appuyée sur l'étau par son extrémité, et en prenant toutes les précautions requises dans le tournage à la main, que nous avons décrit ailleurs. On règle le coup de lime de manière à prendre davantage aux endroits convenables, et de moins en moins à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité opposée.

On essaie alors le bouchon dans le boisseau, comme nous l'avons dit précédemment, et on continue à reprendre à la lime, jusqu'à obtenir une portée parfaite de l'organe dans son logement.

Quand on essaie la clef dans le boisseau, il ne faut pas toujours tourner dans le même sens, car on s'exposerait à rayer les surfaces en contact et à endommager celles-ci si elles étaient dressées régulièrement ; on doit imprimer à la clef un mouvement de rota-



tion alternatif, par portion de tour, et en l'appuyant plus ou moins fortement sur son siège.

Lorsqu'on constate que la portée se fait suivant toute l'étendue des surfaces, il est nécessaire de s'assurer que celles-ci sont bien de révolution, n'ont pas été ovalisées et sont bien concentriques.

A cet effet, on applique une légère couche de rouge marquant, juste suffisante pour recouvrir complètement les surfaces, puis on engage le bouchon dans le boisseau, en l'enfonçant convenablement. On le fait alors mouvoir, comme nous l'avons dit plus haut, puis on le retire; s'il porte complètement, sa surface doit être brillante sur toute son étendue.

Si le boisseau et le bouchon étaient elliptiques, celui-ci ne pourrait tourner dans le premier; il s'enclouerait dans son logement. Si le bouchon est ovale et le trou du boisseau bien rond, celui-ci marquera sur toute sa surface tandis que le premier ne marquera qu'à deux endroits diamétralement opposés. Si le bouchon est rond et le trou du boisseau ovale, celui-ci marquera à deux endroits diamétralement opposés, tandis que le premier marquera sur toute sa surface.

On examine les deux organes, et on reprend la quantité de matière nécessaire, aux endroits brillants, tant du boisseau que du bouchon, en se servant, pour cela, d'un grattoir demi-rond. Après disparition des saillies, on nettoie soigneusement la pièce retouchée, de manière à enlever complètement toutes les poussières métalliques qui pourraient y adhérer et rayer ultérieurement les surfaces frottantes, on l'enduit de rouge marquant et on essaie de nouveau le bouchon dans son boisseau. Si le bouchon nécessite un grattage assez considérable de ce dernier, on prendra une bonne demi-ronde, en taille douce, et avec un ventre assez prononcé, afin de localiser parfaitement l'action de l'outil; on limera doucement suivant les génératrices du trou, jusqu'à faire disparaître complètement les marques du grattoir.

Il faudra nécessairement poursuivre l'opération, limer ou gratter, jusqu'à ce que l'essai au rouge marquant indique que la clef porte parfaitement dans son logement, suivant toute sa surface; après cela on pourra commencer le broyage proprement dit. Remarquons ici, en passant, que pour les robinets de grandes dimensions, on



peut conduire l'opération d'une manière un peu différente, et obtenir des résultats excellents tout en accélérant le travail dans de notables proportions. Dans une soupape, par exemple, si celle-ci s'applique sur son siège sur une longueur de deux à trois millimètres, la surface de contact est naturellement très réduite, mais l'obturation est complète. L'étanchéité du mécanisme est cependant alors plus exposée à s'altérer rapidement, par suite de l'inégalité de la longueur de portée aux différents endroits; mais il est possible de remédier à cet inconvénient. La soupape et le siège étant ajustés comme nous venons de le dire, c'est-à-dire de manière à ne porter que sur une surface réduite, si on constate une différence dans la longueur de portée à certains endroits de la surface annulaire, il est préférable de la réduire, en ces endroits, de manière à la ramener partout à la même longueur. Le broyage est alors plus facile et l'étanchéité obtenue est beaucoup meilleure que si la portée n'était pas uniforme.

La matière qui convient le mieux pour faire le broyage, est le sable rouge brûlé des noyaux de pièces coulées en cuivre. On le pulvérise le plus finement possible et on le tamise à travers un tissu à mailles très serrées. On peut le projeter directement sur la pièce, en le tamisant; pour cela on le met dans une boîte, obtenue au moyen d'un morceau de tube de un demi-pouce de diamètre et dix à douze centimètres de long, sur l'une des extrémités duquel on a fixé un morceau de tamis convenable. La brique ordinaire, pilée très fine, peut remplacer le sable. L'émeri, même très fin, n'est pas recommandable; il coupe trop fort, et cela n'est pas nécessaire lorsque l'ajustage des deux organes a été fait convenablement. On commence par enlever soigneusement toutes les impuretés, limailles, etc., qui pourraient se trouver tant sur la clef que sur le boisseau, avant de projeter, sur les surfaces qui vont venir en contact, le sable ou la brique pilée. On mouille l'intérieur du boisseau, on plonge la clef dans l'eau, puis on répand une très mince couche de sable sur les deux organes. On introduit alors le bouchon dans son logement, sans le faire tourner, on applique fortement les deux organes, l'un contre l'autre, puis on imprime au bouchon un mouvement de rotation alternatif, tout en le faisant avancer tout doucement, pendant l'opération, de



manière à ce qu'il ait effectué un tour complet à la fin de celle-ci. De temps à autre, on soulève légèrement le bouchon, pour l'appliquer de nouveau sur son siège et recommencer la manœuvre comme précédemment. De cette manière, le sable s'étend uniformément sur les surfaces en contact, et on évite la production accidentelle de rayures circulaires, tant sur le siège que sur le bouchon. Pendant l'opération, il faut renouveler de temps en temps le sable.

Lorsqu'on juge le broyage suffisant, on retire le bouchon, et on le nettoie parfaitement, ainsi que le boisseau. On remet alors la clef dans son logement, puis on opère comme nous l'avons dit plus haut, mais à sec et sans sable ni brique; on retire alors le bouchon et, à l'inspection des deux pièces, on peut rapidement se rendre compte du degré d'étanchéité obtenu. Si, en certains endroits, la marque était apparente au point de faire croire que les saillies ont une importance considérable, il faudrait alors reprendre, en ces endroits, au grattoir ou à la lime douce, puis recommencer le broyage et la vérification comme il a été dit précédemment.

Pour terminer le broyage, on procédera de la manière suivante. On étend, sur le bouchon, une légère couche de sable délayé dans l'eau, on l'applique fortement sur son siège, puis on lui imprime le mouvement de rotation alternatif, comme dans toutes les opérations précédentes, en le déplaçant peu à peu, circulairement sur son siège.

Après trois ou quatre oscillations, on le soulève légèrement pour l'appliquer de nouveau sur son siège, afin de répartir le sable bien uniformément.

Dès qu'on sent que le sable ne mord plus, on retire le bouchon, on enlève le sable qui aurait pu s'accumuler en certains endroits, on remet les deux organes en place et on recommence la manœuvre jusqu'à ce qu'on sente que le déplacement du bouchon dans son logement, se fasse à frottement bien doux.

On retire de nouveau le bouchon, on le nettoie parfaitement, de même que le boisseau, on les remet en place et recommence encore la manœuvre comme plus haut, mais à sec. Quand on jugera l'opération poussée assez loin, on retirera encore le bouchon du

boisseau, et les surfaces portantes doivent apparaître, sur les deux organes, parfaitement brillantes en tous leurs points, ce qui indiquera que le travail possède le degré d'exactitude voulu.

On passe alors sur les deux pièces, une légère couche de suif, et l'obturateur est prêt à être mis en service. Le suif peut être remplacé par un mélange de cire neuve et d'huile de castor, bien brassées à chaud.

Lorsqu'on veut obtenir des surfaces bien douces et bien polies, il est indispensable de renouveler, de temps en temps, la matière employée pour le rodage; l'accumulation, en certains endroits, du sable ou de la brique pilée, pourrait rayer les surfaces et les endommager.

Il est également recommandable, quand on le peut, de plonger, de temps à autre, la clef dans l'eau, pour la nettoyer complètement et enlever les limailles qui pourraient éventuellement y rester adhérentes.

Les surfaces broyées doivent apparaître parfaitement polies, et ne pas avoir l'aspect mat qu'elles présentent tant que la matière broyante produit son effet. C'est pour cela qu'il est nécessaire de remettre la clef dans son logement, lorsque le tout est bien sec.

*Grattage d'un couvercle de cylindre.* — Comme nous l'avons dit, si l'enlèvement, des boulons ou des goujons d'assemblage, est de nature à faire craindre la rupture de ceux-ci dans leur logement ou la détérioration des brides, on devra nécessairement avoir recours au joint gratté, qui peut se faire sans démontage des attaches.

Pour vérifier la portée des deux pièces, et accuser les endroits saillants au moyen du rouge marquant, on mettra le couvercle en place, puis on serrera les écrous de ses boulons d'attache, modérément et symétriquement, de façon à ce que deux d'entre eux, diamétralement opposés, soient serrées de la même quantité, c'est-à-dire que l'un de ceux-ci n'ait pas une tendance à appliquer plus fortement le couvercle contre le cylindre, de son côté, en le relevant du côté opposé.

D'autre part, le côté le plus fortement serré marquerait le premier.



C'est le cas qui se présente principalement, lorsque les deux surfaces viennent pour la première fois en contact. Il arrive même parfois que, par suite d'un serrage défectueux, des parties rentrantes accusent un contact prononcé. Dans ces conditions, si on se fie aux indications obtenues et si on reprend aux endroits qui paraissent saillants, on rend le joint encore plus défectueux qu'il n'était auparavant.

Lorsque le couvercle sera mis en place, les parties marquantes du cylindre s'accuseront davantage sur le premier, si on prend soin de frapper sur celui-ci avec un marteau, en interposant naturellement un morceau de bois, et en faisant tourner ce morceau de bois autour des goujons et entre ceux-ci. Il ne faut pas frapper trop fortement, car on s'exposerait à provoquer des flexions passagères dans le couvercle ; ces déformations pourraient donner des indications erronées au sujet de la manière dont portent les deux organes et on s'exposerait à gratter ou à limer, à des endroits où la chose n'est pas nécessaire.

Si les goujons sont assez rapprochés, il suffit souvent de frapper légèrement sur le couvercle. Mais lorsque l'écartement des goujons est considérable, on peut même s'en dispenser. En effet, si le rouge marquant a été bien étendu, avec la main, sur le couvercle et sur la bride du cylindre, le serrage convenable des attaches, pour appliquer temporairement les deux organes l'un contre l'autre, fera apparaître suffisamment les endroits marquants.

Il faudra toujours s'assurer, préalablement, que le rouge est exempt de toute impureté.

Dans ce genre de travail, il est difficile de déterminer, d'une façon certaine, si le défaut se trouve au couvercle ou bien au cylindre. Il faut toujours avoir soin de conduire l'opération avec les plus grandes précautions, en vue de corriger le défaut, plutôt que de s'exposer à augmenter les défauts de contact entre les deux organes. Lorsque les trous de goujons sont situés sur une même circonférence et sont au même écartement, on peut essayer le couvercle dans deux ou trois positions différentes. Si, dans tous les cas, les marques se montrent sur le couvercle et aux mêmes endroits, c'est un indice certain que celui-ci doit être retouché. Si le même fait se produit sur la bride du

cylindre ce sera évidemment sur celle-ci qu'il y aura lieu de travailler.

Si les goujons doivent rester en place, on reprendra, sur le cylindre, au moyen du grattoir ; tandis qu'on aura de préférence recours à la lime pour retoucher le couvercle.

L'arête de raccordement de l'emboîtement au couvercle, doit être parfaitement bien grattée, sans cela elle viendra s'appuyer contre l'arête correspondante du cylindre et empêchera de serrer le couvercle rigoureusement contre la bride.

Le joint doit être fait de façon à ce que la portée entre les deux pièces, suivant la surface annulaire comprise entre l'intérieur des goujons et le trou du cylindre, soit irréprochable ; avant de faire définitivement l'assemblage, pour la mise en service, on graissera préalablement les parties qui doivent venir en contact.

*Joint buriné.* — Nous prendrons comme exemple, l'exécution

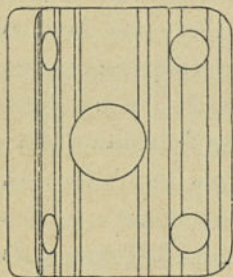
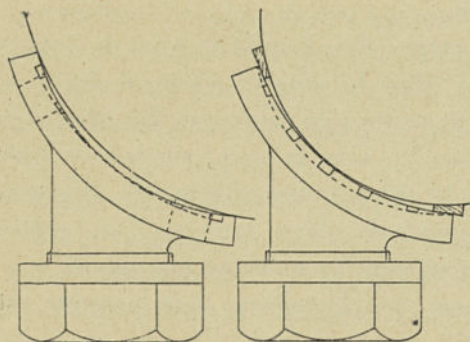


Fig. 60, 61 et 62.

du joint entre un robinet de vidange et la chaudière sur laquelle il s'applique.

Supposons qu'on ait à monter le bouchon de vidange, représenté figures 60, 61 et 62, sur une chaudière de locomotive, et que les deux pièces soient neuves.

On commencera par forer les trous dans la bride du bouchon, puis on placera ensuite celui-ci sur la chaudière, exactement à l'endroit qu'il doit occuper.

Avec une pointe traçante en fourche, espèce de trusquin, dont



l'écartement des pointes a été préalablement réglé d'après la plus grande distance libre entre les faces en regard, du bouchon et de la chaudière, on trace un trait, parallèle à la surface d'assise sur laquelle doit se fixer la pièce. Les figures 60 et 61, dans lesquelles nous avons à dessein exagéré le défaut, représentent la manière dont se fait cette opération.

On voit ainsi, immédiatement, la quantité de matière qu'il faut enlever aux différents endroits de la bride, pour que celle-ci s'applique complètement sur la chaudière.

L'ajustage se fera au burin et à la lime. On commencera par pratiquer, à la bedane, des entailles, à profondeur convenable, parallèlement à la génératrice de la surface cylindrique. On pourra éventuellement se servir d'une règle, pour s'assurer de la régularité de ces encoches; on enlève ensuite, au burin, la matière en excès restant entre celles-ci, puis on parachève à la lime.

Il faut suivre rigoureusement les traits de traçage, et, si le travail a été bien fait, il n'y a pas lieu de procéder à un autre essai pour s'assurer de l'exactitude avec laquelle les deux surfaces s'appliquent l'une contre l'autre.

On peut alors replacer le bouchon contre la chaudière et, en le maintenant convenablement, tracer l'emplacement des trous des boulons ou des rivets d'attache.

Il est bon cependant, si l'ouvrier n'a pas l'habitude de ce genre d'opérations, de remettre provisoirement l'appareil dans la position qu'il devra occuper, afin de s'assurer que le dressage a été fait correctement.

Des montages de cette espèce, peuvent demander beaucoup plus de temps en manœuvres inutiles qu'il n'en faut réellement pour exécuter convenablement le travail. Toutefois, si on a le moindre doute au sujet de la correction de l'une ou l'autre des opérations, le traçage primitif du contour par exemple, il vaut beaucoup mieux procéder à une vérification, même inutile, que de s'exposer à gâter le travail.

Si la différence qui existe, entre la forme primitive de la bride et la partie de la chaudière sur laquelle elle doit se fixer, est assez forte, ou bien si les deux organes se touchent comme le montre la figure 61, et qu'on craint que, dans ces conditions, la stabilité de



la pièce rapportée ne soit pas suffisante pour faire le traçage convenablement, on pourra intercaler, entre les parties en regard et aux endroits voulus, des cales en bois, ou bien des boules en mastic assez consistant. Dans ce dernier cas, on passera une légère couche de couleur sur la chaudière, pour y faire adhérer le mastic ; celui-ci se détachera facilement de la surface brute du bouchon qui, elle, n'a pas été peinte.

Si, au lieu d'une pièce légère, comme c'est actuellement le cas, on avait à monter un organe de poids trop considérable pour être soutenu à la main, on forerait un ou deux trous d'attache provisoires, à travers lesquels on ferait passer des boulons à clames, pour maintenir l'organe pendant le traçage.

Lorsque la bride est suffisamment bien dressée, on applique le bouchon contre la chaudière, et on trace exactement l'emplacement des trous pour les boulons ou les rivets d'attache. On se sert, à cet effet, d'une pointe traçante ordinaire, qu'on appuie simultanément contre la tôle, pour y marquer le trait, et contre les parois du trou de la bride, pour bien en suivre exactement les contours.

On recherche alors les centres de ces cercles, puis on trace des circonférences, au rayon voulu, pour permettre le forage des trous aux dimensions requises, pour le taraudage des goujons ou la mise en place des rivets, dont le diamètre est connu.

Si l'assemblage se fait par goujons, on met ceux-ci en place, puis on enduit la tôle de rouge et on monte la pièce en place, pour faire marquer les endroits saillants qu'on reprend ensuite à la lime. Pour accentuer les marques, on frappera au marteau, avec interposition d'un morceau de bois sur la bride, pour éviter la rupture éventuelle de celle-ci ou sa déformation ; on pourra se contenter de frapper avec le manche du marteau. Il ne faudra pas frapper trop fort, pour ne pas fausser les indications du marquage.

Pour faire le joint entre les deux pièces, il y aura lieu de tenir compte de la nature des organes d'attache. Si on emploie des goujons, serrés à refus dans les trous taraudés de la chaudière, formant joint étanche par conséquent, le joint pourra se faire sur l'étendue de la surface de contact comprise entre le trou et les boulons d'attache. Si l'assemblage est étanche en cet endroit, c'est



tout ce qu'il faut pour empêcher les fuites, dans les conditions normales. L'étanchéité du joint, dans la partie comprise entre les goujons et l'extérieur de la bride, ne pourrait être de quelque utilité que dans le cas de la rupture de l'un des boulons d'attache ou d'une fuite le long de ce dernier ; mais alors la vapeur s'échapperait par en dessous de l'écrou, vers le dessus de la bride, à moins qu'on ait recours à l'emploi de rondelles venant presser un bourrage, en chanvre ou en coton enduit de minium, placé du côté de la face extérieure de la bride.

Il ne faut pas que le joint vienne trop près des organes d'attache ; on doit laisser un certain espace libre, entre les boulons et le joint, afin de ne pas détériorer ce dernier. Toutefois, il ne faut pas verser dans l'excès contraire et mettre le joint à une distance trop considérable des goujons. On conçoit aisément que, dans ce cas, en serrant les écrous, on provoquerait une flexion de la bride, flexion qui pourrait occasionner une déformation permanente dans les brides en fer ou en cuivre, et la rupture des brides en fonte.

Pour faire un joint de ce genre, on peut employer de la toile, du carton ordinaire ou d'amiante ; ou bien encore, si on a le temps de laisser sécher l'assemblage, on peut faire le joint par une simple couche de minium, sans aucun tissu accessoire. Eventuellement, on pourra ajouter, dans la couleur, des chiffons ou du chanvre finement découpés, et mélanger intimement le tout, en broyant au marteau.

Quand on a recours à l'emploi du minium, en couleur plus ou moins épaisse, on empêche ordinairement celle-ci de sécher à l'air, quand on ne s'en sert pas, en la recouvrant d'une couche d'eau.

L'assemblage des accessoires aux chaudières, se fait souvent au moyen de rivets, avec rematage aux endroits convenables, pour empêcher les fuites. Mais ce système présente l'inconvénient de devoir couper les rivets pour démonter la pièce, et il faut encore pouvoir avoir accès à l'intérieur de la chaudière pour remettre de nouveau la pièce en place.

*Joint sec démontable.* — La figure 63 représente un joint sec, parfois employé en chaudronnerie pour faciliter le démontage des accessoires qui s'attachent aux chaudières. La bride n'appuie pas



directement sur la tôle, mais bien sur une bague intermédiaire, D, conique ou sphéroïdale. Ce joint ne peut naturellement se faire que sur des tôles plates.

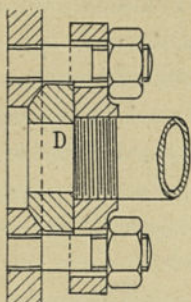


Fig. 63.

La rondelle sphéroïdale présente le grand avantage de permettre à la bride de prendre éventuellement une certaine inclinaison, sans nuire aucunement à l'étanchéité de l'assemblage.

*Bourrages.* — Les bourrages sont des joints exécutés entre deux organes, ordinairement de forme cylindrique, qui doivent, à un certain moment, pouvoir se déplacer l'un par rapport à l'autre ; ce genre de joint est presque toujours employé dans des assemblages télescopiques. L'une des pièces peut être animée, par rapport à l'autre, d'un mouvement sensiblement continu et d'une certaine amplitude ; c'est le cas dans les tiges de pistons de machines à vapeur ou de pompes. D'autres fois, ce déplacement est moins fréquent et de longueur beaucoup plus réduite ; c'est ce qui se présente dans certains appareils de dilatation, dont sont souvent munies les conduites de fluides à température variable, et qui doivent permettre un certain allongement de la conduite sans exercer d'efforts exagérés sur les attaches ou les assemblages de celle-ci, efforts accidentels qui auraient pour effet d'altérer les joints et par suite de nuire à l'étanchéité de la conduite, ou de compromettre la résistance de cette dernière.

Un bourrage ne peut jamais être constitué par un joint mastiqué ; on a ordinairement recours, pour les exécuter, à différentes substances, employées dans les autres genres de joints ordinaires, qui peuvent être imposées par les circonstances locales. L'intermédiaire employé peut être du chanvre, du coton, du caoutchouc ou un métal doux quelconque, sous forme de fils ou autre, soit seul, soit combiné judicieusement avec le coton, le chanvre, le caoutchouc, etc.

Quel que soit l'intermédiaire auquel on donne la préférence, ou dont l'emploi s'impose, il doit avoir une certaine élasticité, afin



de pouvoir s'appliquer contre la pièce qu'il entoure et contre les parois de la boîte qui le contient.

La matière dont il est composé, ne doit pas être d'une dureté telle qu'elle soit capable de rayer les organes contre lesquels elle frotte, et elle ne doit pas non plus contenir des parties suffisamment dures, en quantité quelconque, qui pourraient produire le même effet.

Pour la vapeur, on emploie ordinairement le chanvre ou l'amiante en tresses, ou bien les garnitures en métal mou, tel l'antifriction, le cuivre rouge, étamé ou non, etc. Ces dernières, de même que celles en tresse d'amiante, s'imposent naturellement pour les conduites de vapeur surchauffée à haute pression dont la température élevée aurait pour effet de brûler rapidement le chanvre et d'altérer l'étanchéité du joint. Pour l'eau, on pourra employer le chanvre, ou mieux le cuir, si la pression à laquelle est soumis le liquide est considérable.

Les types de bourrages employés sont très nombreux, et, pour leur description, nous renvoyons aux ouvrages spéciaux de construction mécanique. Nous nous arrêterons seulement ici à quelques détails généraux d'exécution, les marchands de ces accessoires fournissant ordinairement, en même temps que leurs produits, le plupart des indications nécessaires pour la mise en œuvre de ces derniers.

On commence d'abord par nettoyer parfaitement les organes avec lesquels le bourrage doit venir en contact; les surfaces suivant lesquelles ils touchent l'intermédiaire doivent être parfaitement lisses et polies, pour faciliter le déplacement, et ne pas porter de corrosions de nature à accrocher la garniture et à la détériorer.

Le nettoyage se fait facilement au moyen de pétrole ou de benzine, qui enlèvent complètement tous les dépôts d'huiles ou de matières grasses qui pourraient adhérer à l'une ou l'autre des surfaces.

On met ensuite la garniture en place dans la boîte, jusqu'à ce que celle-ci soit remplie de la quantité voulue; il faut toujours qu'il reste, dans la boîte, un espace libre suffisant, pour y permettre l'introduction de l'extrémité du presse-étoupe. Lorsque le

bouillage se fait au moyen de tresses en chanvre ou en amiante, celles-ci doivent être graissées ou talquées, et tournées régulièrement autour de l'organe qu'elles doivent entourer. Les deux extrémités de la tresse doivent être taillées en biseau, pour éviter les surépaisseurs trop brusques et trop considérables.

Le graissage de la tresse en chanvre a pour effet de permettre aux fibres de glisser les unes sur les autres, de prendre naturellement la place convenable, et contribue encore à augmenter l'étanchéité.

Le talc s'emploie principalement lorsqu'on fait usage de tresses en amiante.

On met ensuite le presse-étoupe en place, et, pour le serrage des boulons, on se conformera à ce que nous avons dit précédemment à ce sujet, dans l'exécution des joints à brides. Le serrage convenable et judicieux des boulons a ici une importance capitale, car, exécuté d'une façon irrégulière, il peut provoquer le bridage du presse-étoupe, soit dans son logement, ce qui empêcherait son déplacement régulier, soit sur l'organe qui le traverse, et alors celui-ci ne pourrait plus se mouvoir avec la liberté nécessaire pour obtenir le résultat qu'on s'est proposé d'atteindre par l'emploi du dispositif.

C'est le fluide contenu dans le récipient, qui règle le degré de serrage des boulons ; la garniture doit être comprimée jusqu'à ce qu'on ne constate plus de fuite. Il faut éviter cependant de serrer avec excès, car on s'exposerait à en arriver à augmenter le frottement sur l'organe mobile, au point que celui-ci ne pourrait plus se déplacer, ou aurait sa surface extérieure rayée par suite de la dureté excessive donnée à la garniture par le serrage.

Lorsqu'on a recours au chanvre, pour faire les bouillages destinés aux tiges de pistons à vapeur ou autres, il faut toujours renouveler complètement la garniture quand la nécessité s'en fait sentir, et ne jamais recharger un vieux bouillage.

§ 3. **Montage des conduites.** — Les conditions principales qu'il faut chercher à réaliser sont : d'obtenir une ligne de tuyau aussi droite que possible ; d'éviter les contrepentes, les courbes de rayon trop réduit, les raccords trop brusques, les changements brusques



de section; d'avoir des joints d'une étanchéité suffisante pour résister, avec sécurité, à la pression à laquelle ils sont soumis.

Si les courbes, les tés et autres accessoires ne sont pas exécutés d'une façon absolument exacte, il faut nécessairement rattraper ces erreurs au montage.

Dans les assemblages à collets, ce rattrapage pourra se faire en réglant convenablement les épaisseurs des joints; dans les assemblages à emboîtements, la chose sera plus facile encore.

Dans les conduites en fer étiré, assemblées par filetage, on peut avoir recours à différents moyens. On peut d'abord, après la mise en place du tube, agir dessus de manière à le plier dans les environs de la section d'encastrement, et lui rendre ainsi la rectitude voulue. Mais ce procédé est très dangereux, parce qu'on s'expose parfois à produire la rupture du tuyau dans sa partie filetée, et puis, en cas de remontage, celui-ci est difficile et le tronçon n'est pas toujours remis dans la position primitive.

Un autre moyen consiste à faire, sur l'une des extrémités du tronçon, un filet dont l'axe ne coïncide pas avec celui du tuyau.

Pour cela, il suffit de couper le bout du tuyau suivant un plan légèrement incliné sur l'axe de ce dernier. On fait alors le filetage au moyen d'une filière ordinaire, et non pas avec une filière spéciale à guide; la filière se guidant alors d'elle-même à l'entrée, on obtient tout naturellement le filet à l'inclinaison voulue. La réussite de ce procédé demande naturellement une certaine habitude de la part de l'ouvrier.

Un troisième moyen consiste à fileter le bout du tuyau à un diamètre un peu inférieur aux dimensions normales, et en lui laissant assez de jeu dans le filet du coude dans lequel il s'introduit. Le jeu ne doit pas être trop fort, pour ne pas nuire à l'étanchéité du joint; il doit être juste suffisant pour pouvoir ramener le tronçon dans la position convenable.

Lorsque le serrage est fait à fond, avant que le tuyau se trouve dans la position voulue, il faut alors broyer un peu le filet du bout du tronçon dans son écrou. Pour cela, on saisira le tuyau au moyen d'une pince quelconque, dont on trouvera plus loin la description, et on lui imprimera un mouvement de rotation alternatif, jusqu'à ce qu'on l'ait amené dans la position convenable.



Si ce moyen était insuffisant et que la longueur du tronçon serait trop considérable, il faudrait naturellement retirer le tuyau et le fileter sur une plus grande longueur.

Le montage de la conduite doit se commencer par l'une de ses extrémités, et il faut mettre les différents tronçons en place, successivement l'un après l'autre.

On ne monte un tronçon que lorsque le précédent est définitivement fixé à demeure. Sans ces précautions, il peut se produire des erreurs sur la longueur de la conduite, certains tronçons ayant été engagés trop avant et d'autres ne l'étant pas suffisamment.

Comme il faut toujours prévoir le démontage, il est préférable de donner, aux tronçons, un serrage un peu trop fort à la mise en place; on a ainsi plus facile de les relâcher éventuellement dans la suite, pour les mettre à longueur convenable. Cette pratique est surtout recommandable avec les raccords filetés, en cuivre; le filet étant pratiqué sur une étendue un peu supérieure à la longueur nécessaire, on peut toujours alors les enfoncer ou les retirer d'un filet ou deux.

*Exécution des joints.* — L'étanchéité doit toujours résulter du serrage du filet dans son logement, et non pas de la butée du raccord contre un épaulement du tuyau, car, dans ce dernier cas, si la conduite doit supporter une certaine pression ou subir des variations de température considérables, le joint perd rapidement de son étanchéité. Le filet du tuyau, et celui du raccord, doivent être préalablement enduits d'une couleur au minium de plomb.

Si le joint doit être employé immédiatement après son exécution, il faut ajouter, à la peinture, de l'huile siccative; mais si on a le temps de laisser sécher quelques jours, il est préférable d'additionner la couleur d'un poids de céruse égal à celui du minium de plomb. Le joint obtenu de cette manière conserve beaucoup mieux son étanchéité, n'est pas exposé à se fissurer au séchage et est beaucoup moins cassant.

Lorsque la conduite doit pouvoir être soumise à une pression considérable, immédiatement après son montage, il est préférable de substituer le vernis à l'huile, pour composer la peinture. On mélange intimement le minium et le vernis, au marteau, jusqu'à



former mastic, puis on dilue convenablement, en ajoutant du vernis en quantité suffisante.

Une légère couche de couleur suffit, car, si on employait celle-ci en excès, elle devrait nécessairement sortir par l'un des côtés ; soit par l'extérieur, ce qui n'est pas toujours très propre, soit par l'intérieur, et alors on s'exposerait à avoir un dépôt de matière entre les extrémités du tuyau, à l'intérieur du joint, ce qui pourrait dévier l'axe de la conduite. De plus, cette couleur en excès pourrait s'introduire dans le trou de la conduite et produire des obstructions nuisibles.

Les mêmes considérations conduisent naturellement à enlever soigneusement tous les copeaux de filetage et tous les corps étrangers qui pourraient adhérer tant sur l'extrémité du tuyau que dans le filet du raccord. Les bavures produites par le découpage ou le filetage des tuyaux s'enlèvent au moyen de fraises spéciales dont on trouvera plus loin la description.

Lorsque le bout d'un tuyau est fileté un peu trop mince pour le raccord dans lequel il s'engage, on l'entoure de quelques filets, de chanvre ou de coton, imbibés de couleur, qu'on tourne dans le creux du filet, en commençant l'opération par l'extrémité du tuyau.

*Robinets et obturateurs.* — Lorsqu'une conduite de vapeur comporte un robinet, intercalé à un endroit quelconque de sa longueur, il est recommandable de disposer l'axe de cet accessoire sensiblement horizontal, afin que l'eau de condensation puisse circuler librement et ne s'accumule pas près de l'obturateur, comme c'est le cas lorsque l'axe de ce dernier est placé verticalement. Il ne faut pas non plus que l'axe soit parfaitement de niveau, car alors l'eau suinte souvent par le bourrage ; il est préférable de l'incliner légèrement, de façon à ce qu'il fasse un angle de  $10^{\circ}$  à  $12^{\circ}$  avec l'horizontale.

Lorsque les robinets sont à soupape, on doit les monter, sur la conduite, de façon à ce que la pression de la vapeur ait pour effet d'appliquer l'obturateur sur son siège. La manœuvre, à l'ouverture est peut-être un peu plus difficile, mais, en cas d'accident à la tige, la fermeture de l'orifice de passage se produit automati-

quement. Pour faire le bourrage de la cuvette, on pourra employer le coton ou le chanvre graissés convenablement.

*Inclinaison de la conduite.* — L'inclinaison d'une conduite doit toujours être dirigée dans le même sens, afin d'obtenir naturellement le drainage. A cet effet, une pente de 1 à 2 pour cent est suffisante; il faut parfois se contenter de moins.

Autant que possible, on évitera les syphons et les contrepentes, parce que l'eau s'accumule en ces endroits et entrave la circulation régulière du fluide. Dans le cas où ces poches sont inévitables, il faut prévoir des robinets de purge, ou, si la chose est possible, placer des purgeurs automatiques.

Dans les conduites de vapeur, on donnera, autant que faire se peut, l'inclinaison, de façon à ramener l'eau de condensation dans le générateur; dans les conduites de gaz, l'inclinaison sera dirigée vers la canalisation principale.

*Courbes et raccords.* — Lorsque les conduites sont composées de tuyaux en fer ou en cuivre, assemblés par filetage, il est recommandable de se procurer les raccords, les courbes, etc. complètement finis, plutôt que de les fileter soi-même. Quand ces accessoires sont parachevés sur des machines étudiées dans ce but, comme c'est le cas chez les fabricants de ces spécialités, on est toujours beaucoup plus certain que l'axe du filet coïncide avec l'axe de l'organe. D'un autre côté, ce travail, fait à la main, est parfois très coûteux; cela se présente notamment pour le taraudage des manchons, d'une réussite toujours aléatoire, par suite de la difficulté de pincer l'organe; pour le taraudage des coudes et des tés, qui, pour être convenablement filetés, exigent l'emploi successif de plusieurs tarauds à faible entrée, et, par suite, guidés d'une façon insuffisante au commencement du travail.

Les raccords, filetés extérieurement, sont également difficiles à faire à la main.

Leur pincage dans l'étau, est pour ainsi dire impossible, et ils ne présentent pas un développement suffisant pour permettre le guidage convenable de la filière. Aussi, quand on doit en fileter sur place, et qu'on ne dispose que des outils courants, faut-il



préalablement les chasser sur un mandrin auxiliaire, à calibre, dont on pincera la queue dans l'étau.

Si on les chasse trop dur, on s'expose à les détériorer ou à altérer leur diamètre extérieur; et si le taraudage ne se fait pas par passes très légères, l'effort exercé par la filière, joint à la dilatation du manchon qui résulte de la chaleur développée pendant le travail, fait rapidement tourner le raccord sur son support. Il est encore préférable, quand on doit exécuter ces accessoires sur les lieux, de fileter un tuyau, de diamètre convenable, sur une certaine étendue, et de couper, de l'extrémité parachevée, la longueur voulue.

*Démontage des conduites.* — Le démontage des conduites à brides présente parfois certaines difficultés. Il arrive souvent que l'adhérence entre les collets est assez forte, par suite de la dessiccation du joint qui les a pour ainsi dire soudés l'un à l'autre. Pour obtenir la séparation des deux tronçons, on introduira, dans l'espace resté libre entre les brides, l'extrémité d'un burin assez aigu, qu'on déplacera suivant toute la circonférence de celles-ci et sur lequel on frappera à légers coups de marteau, pour éviter les détériorations.

Dans le démontage des conduites filetées, il y a parfois des joints qui ne se déplacent pas, quel que soit l'effort exercé sur la pince, et on doit alors avoir recours à l'emploi du marteau. On peut frapper avec celui-ci sur le manche de la pince entre les mors de laquelle on a préalablement saisi le raccord. Si ce moyen ne réussit pas, il est alors nécessaire de chauffer la courbe ou le manchon pour provoquer sa dilatation. Toutefois, le raccord doit être porté, à la température convenable, suffisamment vite pour que la chaleur n'ait pas le temps de se communiquer au tuyau. A cet effet, on peut mettre, sur le joint, un morceau de fer, d'un certain volume, chauffé au rouge, ou bien pincer le manchon entre les mors d'une tenaille portés à la température convenable, ou bien encore avoir recours à l'emploi d'un chalumeau à essence.

Quand il n'est pas nécessaire de conserver intact le manchon d'assemblage, pour le réemployer dans la suite, on peut le couper au burin, ou bien pratiquer, à la bedane, une rainure suivant une

génératrice, pour donner plus de prise au serre-tube ou faciliter la dilatation de l'accouplement.

Si le tube est démonté, on peut ébranler le raccord en l'appuyant sur une enclume, et en martelant légèrement suivant toute sa surface : si le manchon est en fer, il se démontera ; s'il est en fonte, il se brisera.

Lorsque les tuyauteries doivent être démontées, puis remises en place, il faut avoir soin de repérer tous les tronçons et les raccords correspondants avant de procéder au démontage ; on arrive ainsi facilement à remonter la conduite en lui conservant exactement la longueur qu'elle avait dans le principe.

*Prise en charge.* — Lorsque, dans l'installation des conduites principales, on prévoit le raccordement ultérieur de canalisations accessoires, on peut intercaler, aux endroits convenables, les embranchements, tés ou autres accessoires, dont on se servira dans la suite et auxquels on reliera les conduites intermédiaires.

La chose n'est malheureusement pas toujours possible, et il faut souvent faire une prise à un endroit quelconque d'un tuyau d'une canalisation existante. On rapporte alors sur celle-ci, et au moyen d'un ou plusieurs étriers, une buselure, qu'on met en relation, avec la conduite principale, en forant, dans celle-ci, un trou à diamètre convenable.

Dans bien des cas, et cela se présente toujours dans les raccordements particuliers des conduites d'eau ou de gaz à la canalisation principale, il est même impossible d'arrêter temporairement la circulation du fluide, dans la conduite mère, pour intercaler l'appareil convenable. Le raccordement doit s'exécuter sans interrompre le service, et on fait la prise en charge en procédant de la manière suivante.

On commence par fixer, à l'endroit voulu de la conduite, et au moyen d'un étrier de section carrée, avec bouts filetés, qui entoure le tuyau, une buselure à bride, figures 64 à 66.

Le joint, entre le tuyau et le raccord, se fait à la manière ordinaire, au moyen de cuir ou de caoutchouc.

A la bride de la buselure, qui porte deux boulons à tête inter-



médiaire, est attachée une seconde bride portant un trou dans lequel se fixera le tuyau de prise.

Les deux brides ne s'appliquent pas directement l'une contre

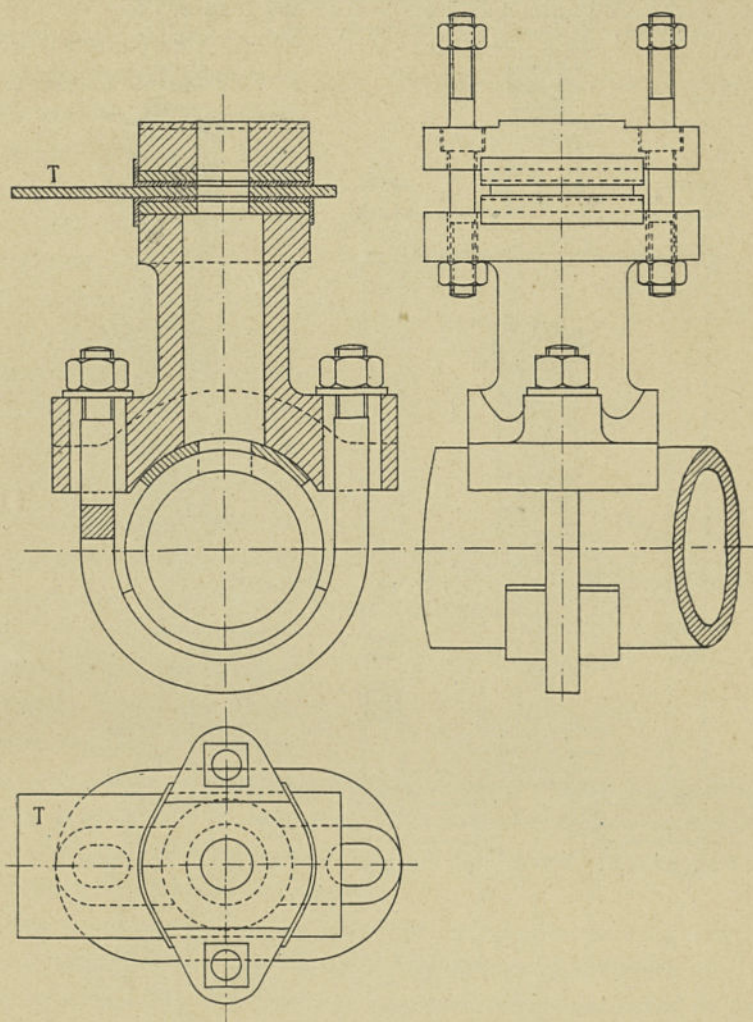


Fig. 64, 65 et 66.

l'autre ; elles s'appuient sur une plaque intermédiaire en tôle, T, qu'elles enserrant, et qui porte un trou au même diamètre que celui de la bride supérieure ; la plaque peut éventuellement glisser entre les deux brides, de manière à venir interrompre complète-

ment la communication entre la conduite principale et le raccordement. Le joint, entre les collets et le tiroir, se fait au cuir,

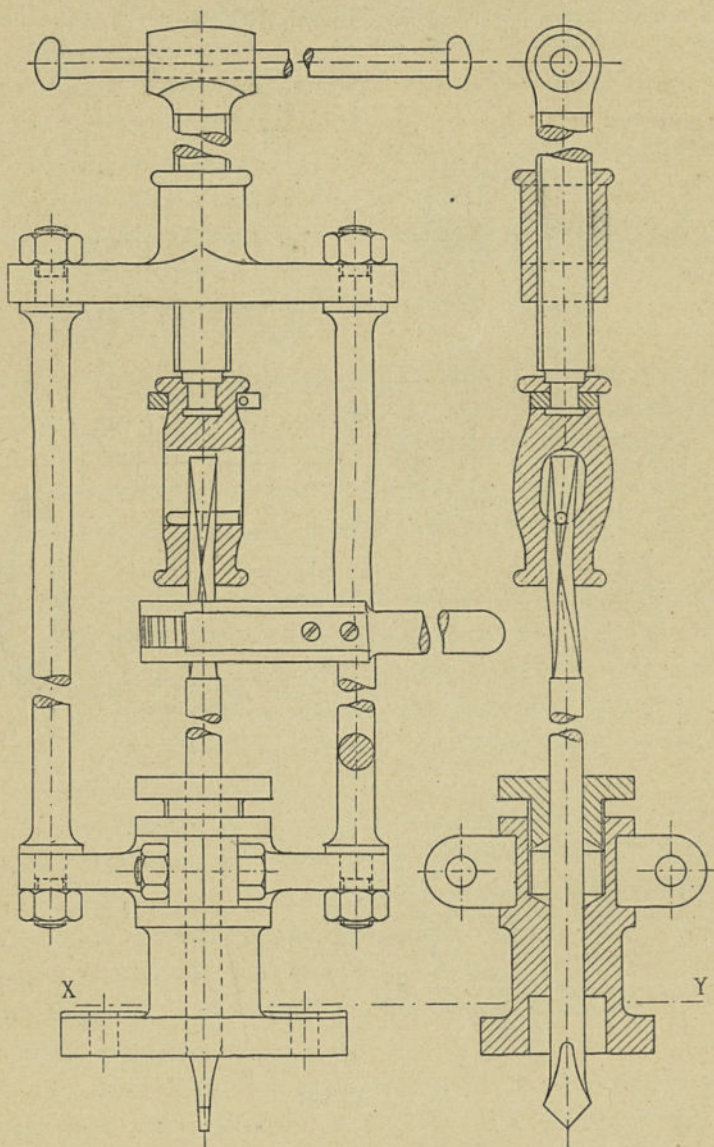


Fig. 67.

Fig. 68.

avec interposition, sur chacune des brides, d'une plaque en plomb, comme le montre la figure 64, qu'on rabat partiellement sur la



périphérie de celles-ci, pour empêcher son déplacement accidentel par la manœuvre du tiroir. Les plaques en plomb ont pour but de protéger le cuir contre les détériorations qui pourraient résulter de leur frottement contre la tôle mobile. Le tout étant disposé comme le montrent les figures 64 à 66, on fore alors, dans la conduite principale, le trou au diamètre voulu.

A cet effet, on se sert d'une foreuse à racagnac, disposée comme le représentent dans tous ses détails, les figures 67 à 73. Sur la bride supérieure de la prise, se fixe une boîte à bourrage, figures 67, 68, 71, avec presse-étoupe fileté, à travers laquelle passe un foret assez long, qui se termine

par une partie de section carrée. Celle-ci s'engage partiellement dans une douille à lanterne, dans laquelle elle est maintenue par une goupille fendue amovible qui la traverse, et peut recevoir le rochet d'un racagnac ordinaire.

Sur le collet de la boîte à bourrage, se rapporte une traverse, en deux pièces réunies par des boulons, figures 67, 68 et 70, et dans les trous des bras de celle-ci s'engagent les bouts filetés de deux montants, en fer ou en acier, qui y sont maintenus à demeure par deux écrous.

Ces deux montants sont d'ailleurs réunis, de la même manière, à leur extrémité opposée, aux bras d'une douille filetée, figures 67, 68, 69.

Dans celle-ci s'engage une vis, rendue solidaire du foret par

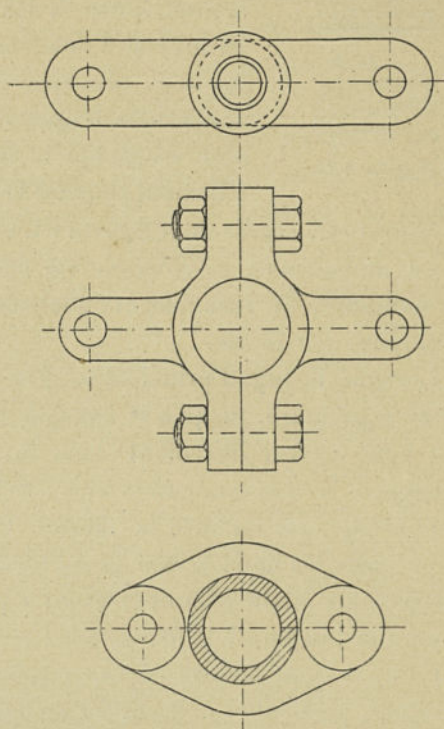


Fig. 69, 70 et 71.

une douille à lanterne, et qui sert à amener l'outil en contact avec le tuyau et à lui donner l'avancement pendant le forage. La connexion,

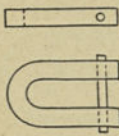


Fig. 72 et 73.

entre la vis et la lanterne, est obtenue au moyen d'une clame, repliée en fer à cheval; les deux branches portent des trous correspondants dans lesquels on fait passer une goupille pour empêcher la clame de s'échapper accidentellement pendant le travail. La disposition de cet

accessoire est représentée figures 67, 68, 72 et 73.

Le mouvement de rotation est communiqué à la mèche par la manœuvre du racagnac et l'avancement se donne, à la manière ordinaire, par la vis.

Lorsque le tuyau principal est percé, on retire le foret, dans la bride supérieure, jusqu'à le dégager de la tôle percée; l'eau ou le gaz peut arriver librement dans le raccord, mais ne peut s'en échapper, la communication avec l'extérieur étant interceptée par le bourrage qui entoure la mèche. On pousse ensuite le tiroir, pincé entre les deux brides du raccord, jusqu'à fermer l'orifice, et interrompre toute communication entre celles-ci; on peut alors démonter l'appareil de forage sans crainte de fuite.

Celui-ci étant enlevé, et les appareils nécessaires placés sur la conduite particulière, il suffira de déplacer de nouveau le tiroir, jusqu'à ce que le trou qui y est pratiqué vienne de nouveau en regard du trou de la bride du raccord et de celui de la bride à laquelle est fixé le tuyau. Après cela, on resserre un peu les écrous inférieurs des boulons fixes, afin d'assurer complètement l'étanchéité du joint et d'éviter le glissement accidentel du tiroir, et par suite, la fermeture de l'orifice, pendant le comblement de la tranchée.

*Pliage des tubes.* — Les courbes, spécialement destinées aux conduites en fer ou en cuivre, qui se trouvent couramment dans le commerce, ont toujours un rayon assez réduit, qui ne peut souvent convenir dans bien des cas. On est alors obligé de plier les tubes, pour obtenir une courbure de rayon acceptable. Ce pliage est souvent aussi nécessité pour permettre de contourner certains obstacles.



A cet effet, on peut avoir recours à des presses hydrauliques, de construction spéciale; mais le plus souvent le pliage se fait en pinçant le tube dans un étau, à l'endroit de la naissance de la courbure, et en agissant sur l'extrémité libre du tuyau de manière à appliquer celui-ci contre un calibre à rayon convenable.

Pour les tuyaux en cuivre rouge, jusqu'à 10 à 12 millimètres de diamètre, l'opération se pratique souvent à froid, sur le tuyau tel qu'il est, mais préalablement recuit. Lorsque le diamètre est plus considérable, ce procédé conduirait à écraser le tube à l'endroit où il est pincé dans l'étau, à le déformer dans la courbure où sa section serait aplatie et diminuée dans de notables proportions. Il faut alors remplir totalement le tuyau, de résine, de colophane, préalablement recuite pour en expulser complètement l'eau, qu'on coule dans celui-ci, en bouchant l'une de ses extrémités par un tampon en bois et en le maintenant incliné pour permettre à l'air de s'échapper librement; on place alors le tuyau verticalement et, lorsque la colophane est suffisamment refroidie, on procède au cintrage, comme nous l'avons dit précédemment. Si sa section a été légèrement déformée pendant l'opération, ou s'il s'est formé des plis du côté refoulé, à l'intérieur de la courbure, on rend au tuyau la régularité voulue, en le planant au marteau sur un bloc en bois. Si la courbure n'est pas suffisante après cette première manœuvre, on réchauffe le tube de manière à refondre la colophane d'un côté de la courbure et à lui rendre la consistance nécessaire à l'endroit convenable; on poursuit le pliage jusqu'à calibre, puis on recommence le martelage. Lorsque la courbure est de rayon relativement réduit, il est même préférable de vider complètement le tube et de le remplir à nouveau pour recommencer l'opération. Le tuyau étant amené à la courbure voulue et ayant été plané, on le chauffe, pour en faire écouler la colophane; il faut avoir soin d'expulser totalement celle-ci, et pour cela chauffer le tube sur toute sa longueur. Lorsqu'on juge que la résine est complètement évacuée, on donne un coup de feu à l'endroit des plis jusqu'à ce que les vapeurs qui se dégagent, par les extrémités, s'enflamment d'elles-mêmes à leur sortie du tuyau.

Les tuyaux en fer, jusqu'à un demi-pouce de diamètre, se courbent souvent à froid; pour les dimensions supérieures, il faut les

chauffer au rouge à l'endroit où le pli doit être pratiqué. Pour éviter les déformations pendant le pliage, on les remplit de sable marin, parfaitement sec, qu'on retire lorsque l'opération est terminée, et qu'on tasse, soit à coups de marteau, soit en frappant le tube en bout sur le sol; on bouche les deux extrémités après remplissage.

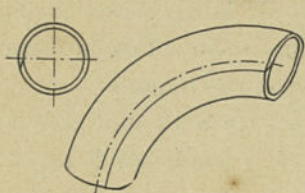


Fig 73 et 74.

Pendant le pliage, il faut arroser d'eau le côté de la convexité, afin que le métal soit refoulé à l'intérieur de la courbe et non étendu, et par suite aminci, à la partie extérieure. Certains appareils, dont nous donnerons plus loin la description, permettent le cintrage, à froid et sans remplissage préalable, de tubes de dimensions assez fortes, jusqu'à 2 pouces de diamètre, ce qui accélère le travail dans de notables proportions.

Pour le pliage des tubes soudés à recouvrement, il faut avoir soin de placer la soudure à peu près suivant l'axe, comme le montre la figure 74, plutôt même un peu à l'intérieur, afin qu'elle conserve sensiblement une longueur constante.

Cette précaution est indispensable, car si la soudure se trouvait à l'extérieur ou à l'intérieur de la courbure, elle serait infailliblement altérée par le cintrage. De plus, le biseau de recouvrement extérieur doit être tourné vers l'intérieur de la courbe, comme le montre la figure 73.

*Appareils de dilatation.* — Lorsque la tuyauterie sert à conduire un fluide, dont la température est susceptible de varier entre des limites écartées, et que, par suite, elle peut se dilater ou se contracter d'une quantité notable, cette variation temporaire de longueur serait de nature à exercer une influence défavorable à la conservation des joints, principalement à certains endroits, à leur faire perdre leur étanchéité et à développer, sur les extrémités de la conduite, des poussées ou des tractions qui pourraient compromettre la stabilité des appuis.

Pour obvier à ces inconvénients, il est indispensable de prévoir des appareils de dilatation, qui permettent librement les variations



de longueur de la conduite; en général, tout tronçon droit, d'une certaine longueur, doit en être pourvu. La disposition de ces appareils est essentiellement variable, suivant les cas qui peuvent prescrire l'emploi de l'un d'eux de préférence à un autre, et pour leur description, nous renvoyons aux ouvrages de construction mécanique.

Quand on emploie le col de cygne, figure 76, il faut avoir soin de le tourner vers le haut, pour éviter les accumulations d'eau dans la courbe; toutefois, si les circonstances locales imposaient de le tourner en sens contraire, il faudrait nécessairement adapter un purgeur à sa partie la plus basse.

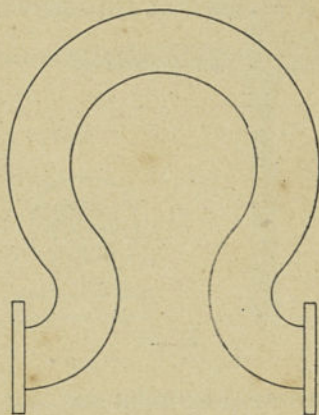


Fig. 76.

*Purgeurs.* — On en placera à tous les endroits où l'eau pourrait s'accumuler et gêner la circulation du fluide. Un simple robinet, qu'on ouvrira quand la nécessité s'en fera sentir, peut parfois convenir parfaitement; mais le mieux est encore d'avoir recours aux appareils automatiques, dont plusieurs sont d'un fonctionnement absolument certain.

*Supports des conduites.* — Les conduites peuvent être suspendues en l'air, attachées aux murs, aux colonnes ou au plafond du bâtiment, ou être dissimulées dans des caniveaux ménagés dans le sol à cet effet et reposer sur des supports spéciaux.

Lorsque leur contenu est susceptible de variations de température assez considérables et qu'on a prévu les appareils de dilatation nécessaires, il faut aussi conserver aux tronçons séparés la possibilité de s'allonger et de se raccourcir librement, et pour cela éviter de les fixer à demeure sur leurs supports, contre les murs, ou dans le sol.

Il est indispensable alors de les soutenir simplement par des crochets ou autres accessoires. Il faut faciliter leur glissement sur leurs supports, diminuer autant que possible le frottement entre

ceux-ci et la tuyauterie, frottement parfois assez considérable pour ébranler les attaches.

A cet effet, on fait souvent reposer les tuyaux sur des rouleaux,

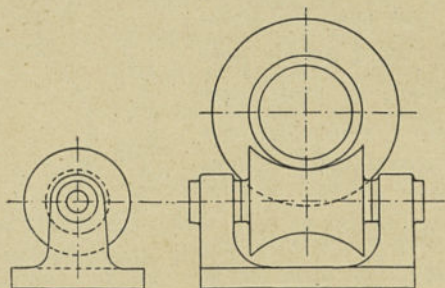


Fig. 77 et 78.

tournant librement sur leur axe ; pour empêcher le déplacement latéral accidentel, on peut même creuser les rouleaux. Ce dispositif est représenté figures 77 et 78.

#### § 4. Outils et accessoires pour l'installation des tuyauteries.

— Les outils dont l'usage est, sans contredit, le plus fréquent dans le montage, sont le marteau et les clefs pour le serrage des écrous ; nous ne nous arrêterons pas à l'examen de ces dernières, qui sont des accessoires en général assez connus. Disons toutefois que, dans le cas actuel, c'est-à-dire le montage des conduites, les clefs anglaises, et autres à ouverture variable, sont d'un usage tout indiqué, parce qu'elles évitent une perte de temps considérable aux manœuvres, et permettent de réduire notablement l'outillage à transporter.

*Perçage des murs.* — Il arrive souvent que l'installation d'une tuyauterie exige le perçage de murs : à cet effet, on peut employer l'un des deux outils représentés figures 79 et 80.

Le premier est la mèche dont on se sert ordinairement pour percer la pierre : c'est, en somme, une pointe carrée, en acier, trempée, et pourvue d'une tête sur laquelle on frappe avec le marteau. Pendant l'opération, il faut imprimer à l'outil un léger mouvement de rotation après chaque coup de marteau, pour élargir légèrement le trou et faciliter la pénétration. A cet effet, on fait passer le corps de la mèche à travers le trou de la douille d'un



manche, que l'ouvrier tient à la main, et qui sert en même temps à retirer l'outil du trou.

Lorsque celui-ci doit être pratiqué dans un mur en maçonnerie, on se sert de préférence de la mèche représentée figure 80, qui est creuse, et dont le bout, pourvu d'une denture en forme de fraise, est en acier et trempé. Cet outil se remplace souvent par un simple morceau de tube à gaz, dont on a préalablement façonné l'extrémité comme nous venons de le dire. Après chaque coup de marteau, il faut imprimer à la mèche, un mouvement de rotation, afin de la dégager, de faciliter sa pénétration ultérieure, et de réduire autant que possible le volume des morceaux de briques enlevés qui s'introduisent, en grande partie, à l'intérieur

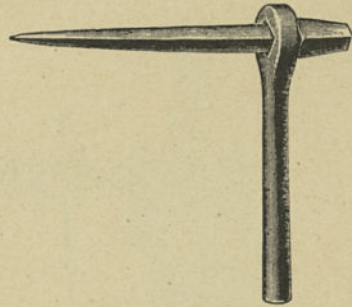


Fig. 79.



Fig. 80.

du tube. Pour cela, on a recours à un pince-tube quelconque, entre les mors duquel on saisit la mèche; on trouvera plus loin la description de différents appareils de ce genre.

*Appareils à découper les disques.* — Nous avons dit précédemment que les joints se découpaient au burin; toutefois, lorsqu'ils sont de forme circulaire et que le tissu dont ils sont formés ne renferme pas de trame métallique, on obtient un travail plus soigné et plus rapide, par l'emploi de l'un des deux appareils représentés figures 81 et 82.

La construction de ces accessoires est très simple, et suffisamment apparente sur les gravures, pour nous dispenser d'en donner une description détaillée.

Le second, figure 82, peut découper des joints dans des feuilles en carton, en caoutchouc, en feutre ou en amiante, jusqu'à 10 millimètres d'épaisseur.

La feuille est parfaitement maintenue sur la table, pendant

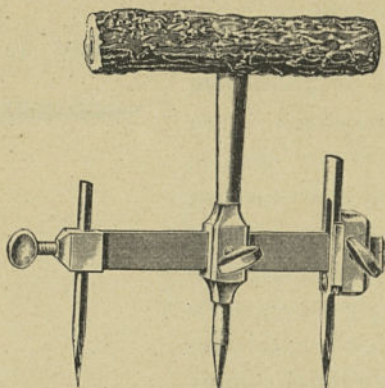


Fig. 81.

l'opération, et c'est aux couteaux, réglables, qu'on imprime le mouvement de rotation.

Les trous, pour le passage des boulons, peuvent aussi se décou-

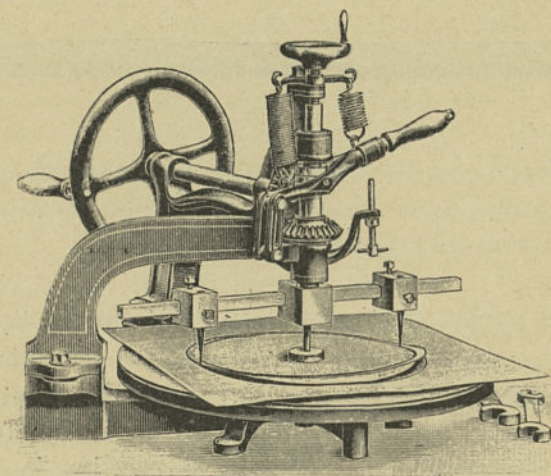


Fig. 82.

per au moyen de ces appareils; mais on préfère encore avoir recours, pour cela, aux emporte-pièce.

*Étaux.* — Par suite de la courbure de leur surface extérieure, le pincage des tubes est difficile à faire directement au moyen des



étaux ordinaires des différents types que nous avons décrits ailleurs. Sous peine de s'exposer à des déformations qui mettraient le tuyau hors d'usage, les mors, quelque bien faits qu'ils soient, ne donnent

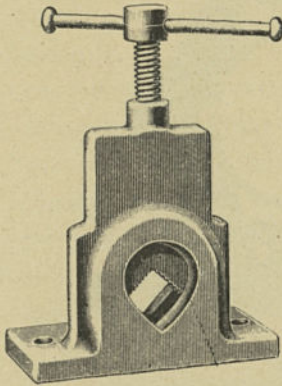


Fig. 83.

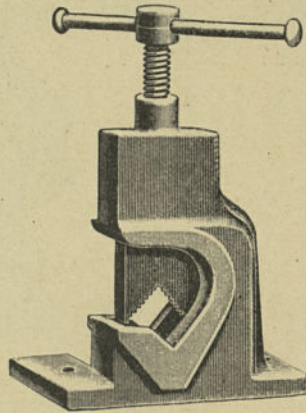


Fig. 84.

pas à l'organe la stabilité requise pour son parachèvement. C'est pour cela qu'on préfère souvent avoir recours à des appareils spéciaux, dont les figures 83 à 86 représentent les types les plus répandus.

Comme on peut le voir, les mâchoires de ces appareils sont en forme de V, de sorte que le tube est parfaitement maintenu en place par leur rapprochement, et sans qu'il soit nécessaire d'exercer une pression de nature à faire craindre la déformation de la section.

L'étau représenté figure 83 est fixe et fermé, tandis que celui que montre la figure 84 est fixe et ouvert sur le devant, ce qui facilite beaucoup la manœuvre pour introduire le tube dans les mâchoires.

Dans ces appareils, le tuyau est presque toujours pincé horizontalement, ce qui peut être un inconvénient pour pratiquer facilement certaines opérations. Cet inconvénient est évité dans l'étau représenté figure 85; celui-ci est tournant, ouvert sur le devant,

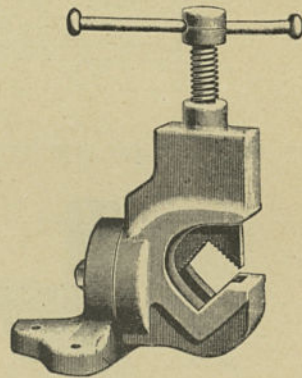


Fig. 85.

et le tube peut y être pincé dans la position la plus favorable au genre d'opération de parachèvement à laquelle il doit être soumis.

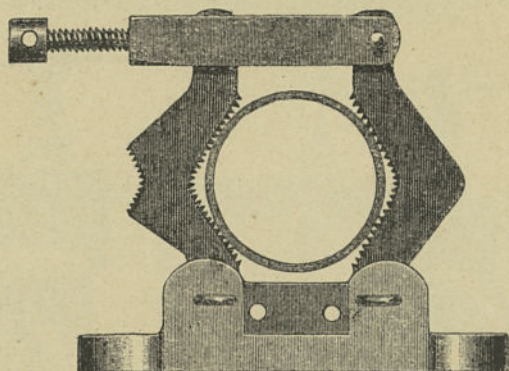


Fig. 86.

Pour les tuyaux de grand diamètre, on donne souvent la préfé-

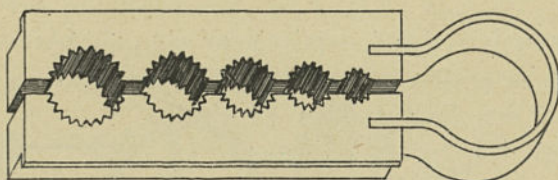


Fig. 87.

rence à l'étau que représente la figure 86; en retournant l'une des

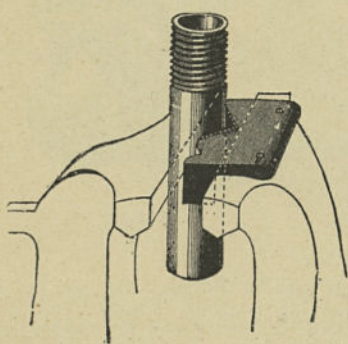


Fig. 88.

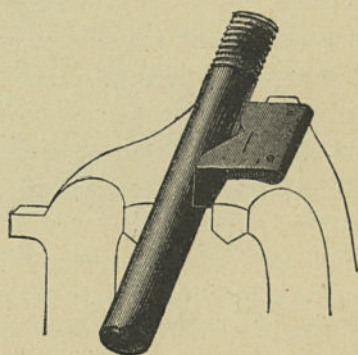


Fig. 89.

mâchoires, il peut également servir pour le façonnage des tronçons de diamètre réduit.



On peut aussi employer les étaux ordinaires à queue, mais il faut alors garnir leurs mors de mâchoires spéciales. La figure 87 représente une mâchoire de ce genre, pourvue de plusieurs trous appropriés au pincage de tubes de diamètres différents.

Les figures 88 et 89 représentent deux types de mâchoires en plomb pour pincer le tube, soit horizontalement, soit incliné, au moyen d'étaux à queue ordinaires.

Les figures 90 et 91 montrent une autre disposition de mâchoires à ressort, dont le pincage est aussi efficace que celui des appareils spéciaux décrits plus

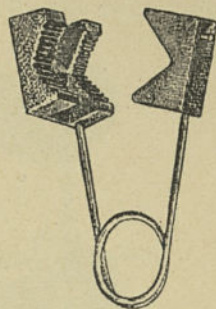


Fig. 90.

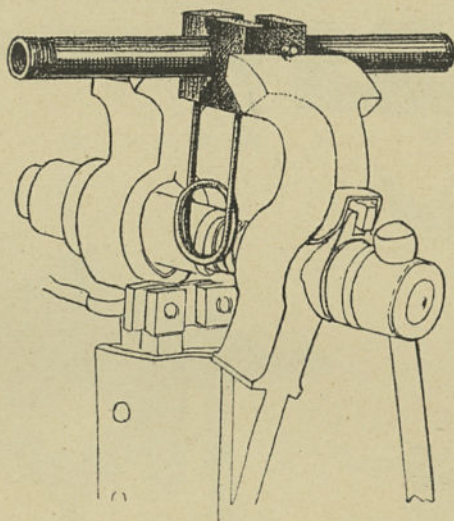


Fig. 91.

haut. On peut pincer le tube soit horizontalement, soit légèrement incliné.

*Coupe-tubes.* — Les tubes peuvent se tronçonner à la lime, mais le travail ainsi pratiqué, lent et coûteux, ne donne pas aux sections la régularité convenable. Aussi préfère-t-on généralement avoir recours à des appareils spéciaux, dont la plupart coupent le tuyau au moyen de molettes à coin, en acier, trempées très

dures, qui pénètrent progressivement dans la matière, jusqu'à séparation complète des deux tronçons.

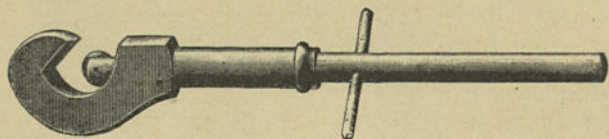


Fig. 92.

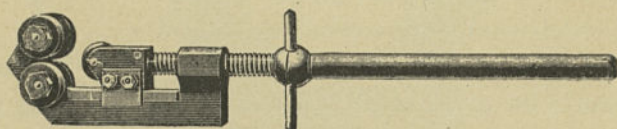


Fig. 93.

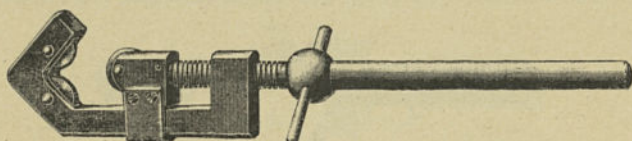


Fig. 94.

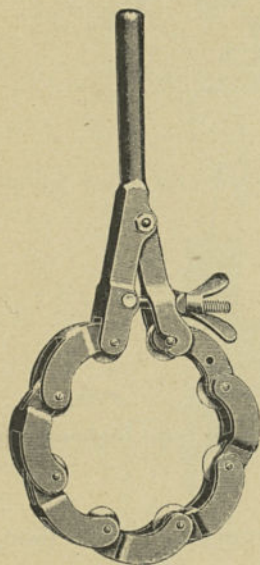


Fig. 95.

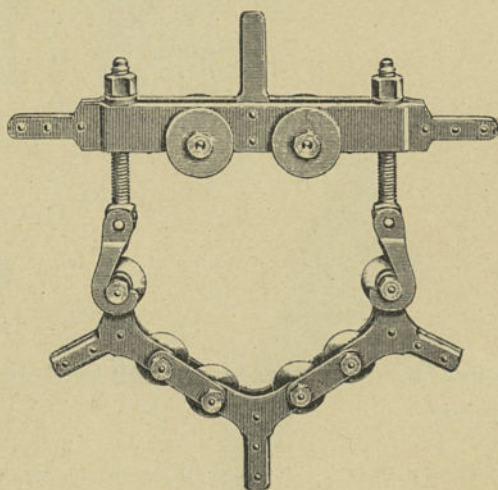


Fig. 96.

La figure 92 représente un appareil de ce genre, avec une seule molette coupante. Le tube est pris d'un côté par le V de la douille,



tandis que de l'autre vient appuyer l'outil dont le rapprochement graduel est obtenu en agissant sur le manche fileté.

La réduction du frottement des mâchoires de l'appareil sur le tube, peut faciliter considérablement la manœuvre; c'est le résultat obtenu par l'emploi du coupe-tube, figure 93, dont les mâchoires fixes portent deux galets.

L'instrument, représenté figure 94, est du même genre et peut être pourvu, soit de deux galets et une seule molette, soit de trois molettes coupantes, en vue d'accélérer le travail.

Pour le tronçonnage des tuyaux de

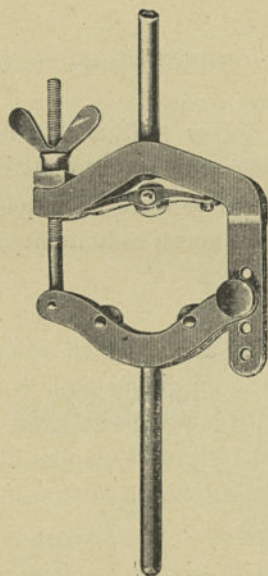


Fig. 97.

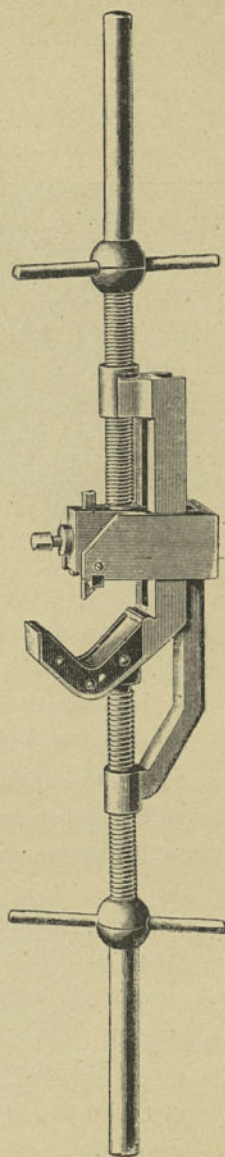


Fig. 98.

grand diamètre et de forte épaisseur, on préfère avoir recours à l'emploi d'appareils à plusieurs molettes, dans le genre de ceux que représentent les figures 95, 96, 97.

Les deux premiers sont surtout recommandables lorsqu'il s'agit de couper des tuyaux en place et en des endroits difficilement accessibles ; ils peuvent d'ailleurs se régler rapidement, de façon

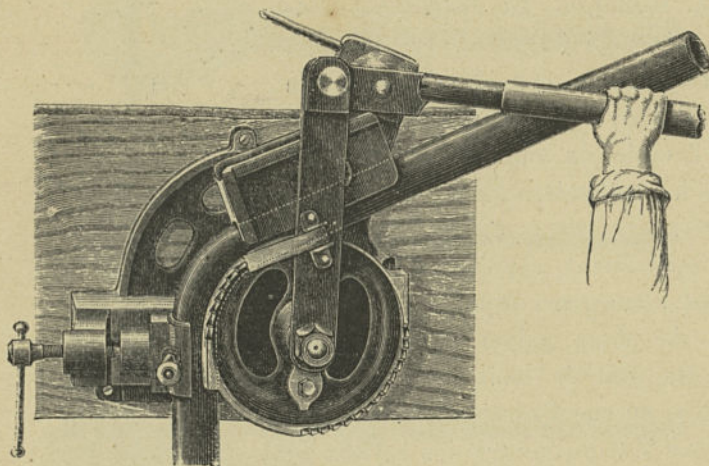


Fig. 99.

à s'adapter au diamètre du tuyau, en supprimant ou en ajoutant des molettes.

L'emploi des appareils précédents, laisse parfois des bavures sur les extrémités, ou a pour effet de déformer légèrement le tube. Ces inconvénients sont complètement évités avec le coupe-tube à lame, figure 98, qui tronçonne les tuyaux aussi nettement et aussi parfaitement d'équerre que le tour.

*Appareil à cintrer les tubes.* — Nous avons décrit précédemment les différents procédés couramment employés pour le pliage des tubes. Dans la plupart des cas, l'emploi de l'appareil représenté par la figure 99 est de nature à accélérer considérablement le travail, parce qu'il permet de cintrer directement, à froid, des tuyaux jusqu'à un pouce de diamètre. Pour les dimensions supérieures, il suffit de chauffer une seule fois le tube, mais pour plier ce dernier on n'est pas obligé de le remplir préalablement de sable ou de colophane, manœuvre qui prend sensiblement les trois quarts du temps du travail total. Le tuyau se cintré parfaitement sans se crevasser et sans subir aucune déformation de section. La



construction de l'appareil est des plus simple et suffisamment apparente sur la figure, pour nous dispenser d'en donner une description détaillée ; il se fixe ordinairement à l'étau ou à l'établi.

*Fraises pour tubes.* — Le coupage des tubes produit souvent, à l'endroit de la section, des bavures plus ou moins fortes, qui

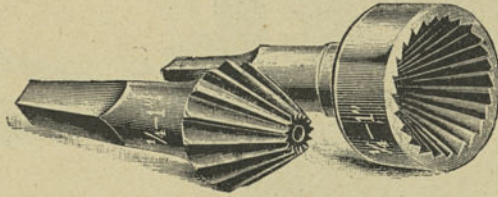


Fig. 100.

pourraient gêner ultérieurement pour un filetage convenable des extrémités. Il est indispensable d'enlever préalablement les bavures avant de commencer cette dernière opération. A cet effet, on a recours à l'emploi de fraises champignons, dans le genre de celles représentées figure 100, qui permettent de fraiser le tube intérieurement et extérieurement.

Ces fraises se montent ordinairement sur vilebrequin.

*Taroudage et filetage des tubes.* — Le taroudage et le filetage des tubes se font ordinairement à la main, au moyen d'outils que

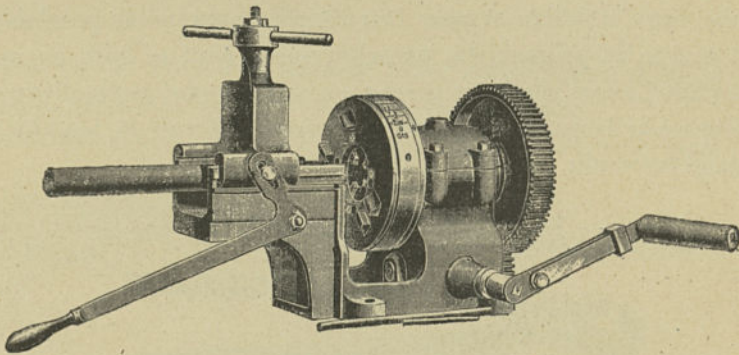


Fig. 101.

nous avons décrits ailleurs et sur lesquels nous ne reviendrons pas actuellement. Cependant, en vue d'accélérer le travail et d'obtenir une fabrication plus régulière, on a parfois recours à l'em-

ploi de machines transportables, construites spécialement en vue de ce genre de parachèvement.

Les figures 101 et 102 représentent une machine de ce genre qui

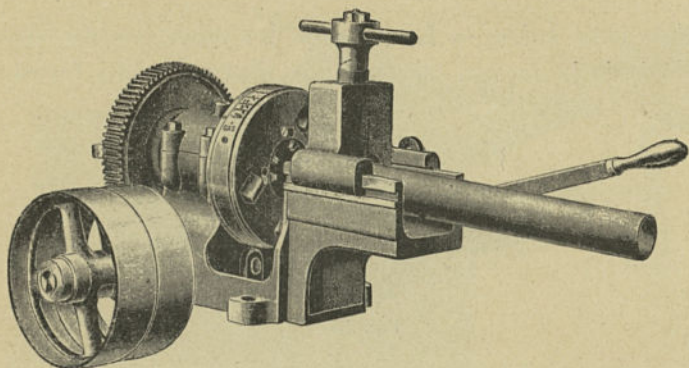


Fig. 102.

peut être activée, soit à la main, par manivelle à rayon réglable suivant le diamètre du tuyau à façonner, soit au moteur, par courroie.

La tête est pourvue de peignes, réglables suivant le diamètre du tube à fileter. Ce dernier est pincé dans un étau spécial, mobile à la main par levier, le long de deux glissières faisant partie du bâti.

Le déplacement au levier n'est nécessaire que pour introduire le tube dans la filière et pour l'en retirer après avoir préalablement écarté les peignes. Le parachèvement peut se faire en une seule passe, ou en plusieurs passes, en rapprochant graduellement les peignes de la quantité convenable jusqu'à obtenir le bout fileté au diamètre voulu.

*Serre-tubes.* — Pour le serrage, les tubes demandent à être



Fig. 103.

pincés convenablement, et cela est impossible au moyen d'étaux à main ordinaires ou des clefs à écartement variable des mâchoires.



par suite du peu de prise qu'ils donnent aux mors de ces appareils ; ceux-ci glissent rapidement sur la surface circulaire et la dété-



Fig. 104.

riorient. Aussi a-t-on recours, dans ces cas, à des pinces spéciales dont la disposition varie suivant les services qu'on en exige.

La figure 103 représente le modèle le plus courant. C'est une



Fig. 105.

espèce de tenaille, dont les extrémités des pattes sont formées en biseau, de manière à pénétrer légèrement dans le tube et assurer la fixité parfaite de ce dernier dans l'appareil. Ce mode de cons-

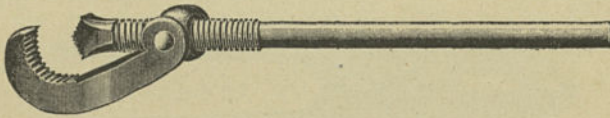


Fig. 106.

truction demande un assortissement assez considérable d'outils de ce genre, suivant la variation de diamètre des tubes.

La figure 104 représente une disposition qui peut convenir pour



Fig. 107.

des tubes de diamètre réduit, mais d'un pinçage beaucoup moins bon que la première.

Pour faire fonctionner convenablement cet instrument, l'ouvrier

doit d'ailleurs exercer, perpendiculairement à l'axe de la conduite, un effort assez considérable, ce qui provoque la flexion accidentelle du tube et, dans tous les cas, présente de sérieux inconvénients.

Bien souvent, en vue d'abrégier les manœuvres et de réduire

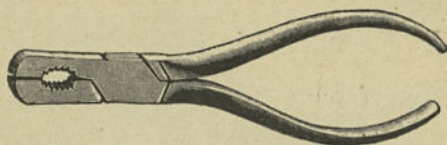


Fig. 108.

l'outillage à transporter, on donne la préférence aux appareils universels ou réglables, pouvant convenir pour tous tuyaux, quel-

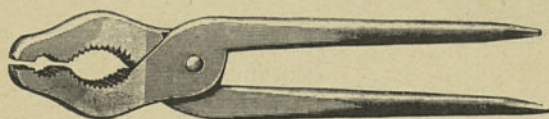


Fig. 109.

qu'en soit le diamètre, et dont les plus employés sont représentés figures 105, 106, 107. Ce dernier surtout donne un serrage tout

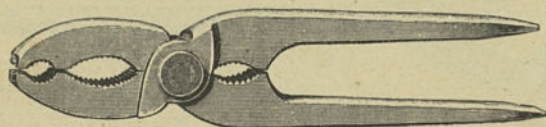


Fig. 110.

à fait énergique, et a l'avantage de ne pas endommager la surface extérieure du tube.

Pour les tubes de longueur réduite et de petit diamètre, en fer ou en cuivre de faible épaisseur, et pour les brûleurs, la construction des pinces est modifiée comme le représentent les figures 108, 109, 110. Parfois elles ne portent qu'un seul trou; d'autres fois elles sont pourvues de deux ou trois paires de mâchoires appropriées aux différents diamètres des tubes à serrer.



## CHAPITRE V

### MONTAGE DES ORGANES DE MACHINES

§ 1. Montage des coussinets dans leur support et sur leur tourillon. — Après alésage, les coussinets demandent à être ajustés dans leur support, avant leur mise en service, parce que la section du trou obtenu n'est jamais rigoureusement de forme circulaire. Lorsqu'ils sont en deux pièces, la distance entre les génératrices, à l'endroit du trait de séparation, est inférieure au diamètre d'alésage, mesuré perpendiculairement à cette première direction ; le trou a, en réalité, une forme ovale.

Ainsi, sur la figure 111, les traits pleins représentent le profil du trou du coussinet, monté sur le tour, après alésage, et les traits pointillés indiquent la forme que prendra ce trou, après relâchement des attaches qui ont maintenu la pièce pendant le parachèvement.

Le défaut peut être plus ou moins prononcé ; il provient, en grande partie, de l'inégalité des tensions qui existent dans les différentes parties de l'organe, venant de la fonderie, après son refroidissement dans le moule ou à l'air. Ces tensions ne sont d'ailleurs pas constantes et définitivement localisées ; elles se modifient encore, au point de vue de leur valeur et de leur répartition, après l'enlèvement d'une partie de la matière, par l'alésage. Toutefois, si la dernière passe enlevée à l'alésage est de faible épaisseur, le trou obtenu peut être parfaitement rond ; mais la pression appliquée sur le coussinet, pour l'empêcher de se déplacer sous l'action des efforts exercés par l'outil, empêche l'organe de reprendre sa position naturelle, avant le relâchement des attaches qui le fixent à la table ou au plateau de la machine.

Si, après avoir dégrossi le coussinet, on relâchait ses attaches, puis qu'on le refixerait à nouveau sur la machine, tour, alésoir ou raboteuse, pour prendre la dernière passe, on pourrait peut-

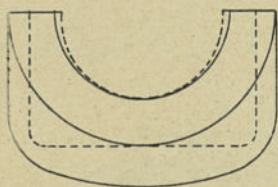


Fig. 111.

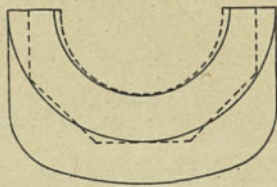


Fig. 112.

être obtenir un organe avec un trou parfaitement rond et aux dimensions voulues. Mais, dans la pratique, on ne procède pas de la sorte.

Même lorsque le coussinet est convenablement parachevé et

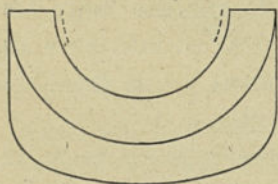


Fig. 113.

fixé dans son support, sa forme est toujours susceptible de varier, parce que la surface suivant laquelle s'établit son contact, figure 111, avec la pièce dans laquelle il est monté, est soumise aux chocs, peut s'allonger, par conséquent avoir pour effet de rapprocher les

bords à l'endroit de la séparation, et par suite provoquer, en cet endroit, un frottement anormal entre la buselure et son tourillon.

Si la surface extérieure du coussinet est octogonale, comme le montre la figure 112, les efforts agissant sur les faces inclinées et sur la face inférieure, auront également pour effet de rapprocher les arêtes à l'endroit de la séparation, et de ramener les faces verticales vers le centre.

Cette déformation se fait sentir sur une certaine étendue des surfaces en contact du coussinet et du tourillon, mais celui-ci, en frottant, provoque l'usure en cet endroit de la buselure, parce que la matière y est toujours naturellement moins comprimée et moins résistante.

Il est facile de se rendre compte, que l'action qui tend à rapprocher les extrémités du coussinet est constante; que le frottement est toujours plus intense en cette partie de l'organe et, par



suite, l'échauffement et l'usure qui en sont les conséquences naturelles. Pour éviter cet inconvénient, il est indispensable de reprendre de la matière, en quantité convenable, sur une certaine étendue du coussinet, à partir du trait de séparation, comme le montre la figure 113.

Si la direction de l'effort était horizontale, et le coussinet divisé comme précédemment, la pression se transmettrait sur la partie la plus faible de l'organe, et pourrait atteindre des limites dangereuses pour sa sécurité. C'est pour cela que le joint doit être fait, de préférence, perpendiculairement à la ligne de poussée, de façon à ce que la pression s'exerce sur la partie supérieure, soit du côté du chapeau, soit, ce qui est mieux, du côté du corps du support, afin de ne pas reporter tout l'effort sur les boulons d'attache de la pièce rapportée.

Mais, même dans ce cas, il faudra encore reprendre à l'intérieur, du côté de la séparation, et cela pour les raisons données plus haut.

C'est en vue d'éviter ces inconvénients, que, si les lignes de séparation, doivent être établies sensiblement parallèlement à la direction moyenne de l'effort résultant, on construit le coussinet en plusieurs pièces.

Lorsque le coussinet est en deux pièces, on peut toujours monter celles-ci de façon à ce qu'elles exercent primitivement, sur le tourillon, une certaine pression, variable suivant les cas ; ils peuvent alors servir assez longtemps sans exiger de réparations. Eventuellement, on fera le rappel de l'usure, en procédant à la manière ordinaire. Mais dans tous les cas, le rappel doit toujours être effectué de façon à ne pas altérer la position primitive de l'axe du trou du coussinet, à ne pas provoquer de décentrage entre les axes des organes en contact.

Si le tourillon ne porte pas complètement d'une façon parfaite, sur toute la surface du coussinet, l'effort qui lui est transmis se répartit en réalité sur une étendue qui est considérablement plus réduite que celle sur laquelle on a primitivement compté dans les calculs, et l'usure se produit rapidement. Cette usure peut cependant être réduite dans de telles proportions, qu'on ne puisse s'en rendre compte que par des observations très minu-

tieuses. Quand il s'agit de la constater, le meilleur moyen est encore de recueillir, sur une feuille de papier ordinaire, du lubrifiant qui a passé entre les surfaces frottantes du coussinet et du tourillon. L'huile est rapidement absorbée par le papier, et on peut alors constater, sur celui-ci, un dépôt de parcelles métalliques.

Dans de telles conditions, l'un des deux organes, tourillon ou coussinet, doit présenter un défaut de montage, malgré l'apparence polie de sa surface. Celle-ci ne doit pas être, partout, également miroitante, ce qui est la caractéristique des pièces bien ajustées et se déplaçant à frottement doux ; d'un autre côté, la

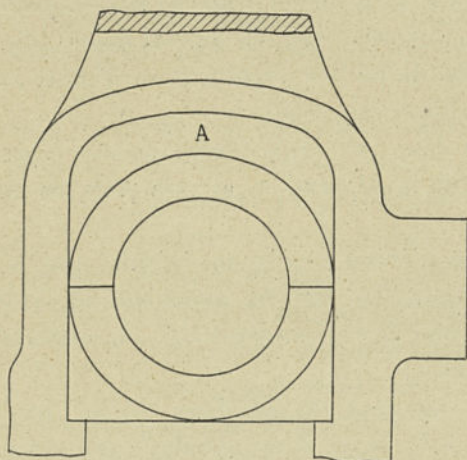


Fig. 114.

surface du coussinet, primitivement miroitante, doit présenter une série de rayures plus ou moins accentuées.

On se rend facilement compte qu'il est indispensable que les coussinets soient montés de façon à porter sur le tourillon suivant toute l'étendue de leur surface.

La manière la plus simple et la plus rapide de monter un coussinet sur son tourillon est de reprendre dans le trou, à la lime, de la matière en quantité suffisante, jusqu'à ce que le premier s'applique facilement, à la main, sur le second. Pendant la vérification, il faudra naturellement prendre soin de placer exactement le coussinet dans la position suivant laquelle il doit se trouver par rapport à son tourillon.



Dès que le coussinet porte parfaitement sur son axe, suivant toute l'étendue de sa partie supérieure, en A, figure 114, on le met dans son logement, et on y introduit le tourillon. On le fait ensuite tourner autour de celui-ci, ou bien on imprime le mouvement de rotation au tourillon qui y a été introduit; à l'aide du rouge marquant, on peut facilement se rendre compte des parties saillantes qui existent sur les deux organes. On continuera l'ajustage, à la lime ou au grattoir, jusqu'à ce que la partie, fixée à demeure dans le support, porte bien uniformément sur le tourillon, suivant toute son étendue, et devienne douce et polie, par le frottement. Pour cet ajustage, on se servira d'une demi-ronde douce, qu'on manœuvrera suivant la circonférence du trou, en tirant, et finalement, on enlèvera les traces laissées par la lime au moyen d'un grattoir demi-rond. On peut arriver ainsi à ajuster les coussinets de manière à ce que, lorsque les deux moitiés sont montées sur le tourillon, et serrées à bloc l'une contre l'autre, celui-ci tourne aussi facilement, dans son logement, que lorsque l'un des deux demi-coussinets est enlevé. Le jeu existant alors, entre le coussinet et son tourillon, est suffisant pour permettre la libre introduction du lubrifiant entre les surfaces à graisser, et le mécanisme fonctionne librement, sans chocs, et sans que l'échauffement soit à craindre.

Si, lorsque le demi-coussinet supérieur est mis en place, et qu'on fait tourner le tourillon, à la main, dans son logement, ce demi-coussinet accuse des places marquantes, le lubrifiant ne pourra avoir accès en ces endroits, et il se produira alors une usure anormale de cet organe.

Pour les coussinets de bielles, le montage doit être fait, de façon à ce qu'ils portent tous deux parfaitement et simultanément sur le pivot auquel ils sont rattachés, et suivant la totalité de leur surface. Cela ne peut être obtenu qu'en les essayant montés en place, et pour autant que les différents organes principaux de la machine se trouvent exactement dans la position qu'ils doivent régulièrement occuper, l'un par rapport à l'autre.

Nous aurons lieu de revenir ultérieurement sur ce dernier point et d'indiquer les moyens à employer pour s'assurer de la chose.



*Remise en état des tourillons et des coussinets.* — Lorsqu'un tourillon est usé ou grippé, et susceptible alors de donner lieu à des frottements exagérés entre les organes frottants, il faut le réparer immédiatement. On peut, pour cela, procéder de la manière suivante. On commence par reprendre sur le tourillon,

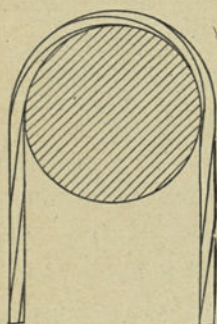


Fig. 115.

avec une lime douce qu'on déplace suivant les génératrices de l'organe, et on continue jusqu'à enlèvement complet de toute trace d'altération; on enlève alors les traces de la première, au moyen d'une lime extra douce, de préférence ayant déjà servi, pour que son taillant ne coupe pas trop fort, et on lime en suivant la circonférence du tourillon; les traces de l'outil se marquent alors suivant les circonférences directrices. On repasse ensuite, sur toute la surface, avec un morceau de toile émerisée, de préférence ayant déjà servi, et enroulé sur une corde de longueur telle, qu'elle dépasse, de chaque côté, les deux extrémités du tourillon de 20 à 30 centimètres, figure 115. En saisissant les deux bouts de la corde dans chaque main, on tire alternativement dans un sens et dans l'autre, et on manœuvre de manière à retoucher, en tous ses points, la surface du tourillon et à la doucir complètement.

Pour réparer le coussinet, on enlève d'abord les altérations avec une douce demi-ronde, et on continue l'emploi de la lime jusqu'à ce que le coussinet s'applique convenablement sur son tourillon et porte en tous ses points. On tire ensuite à la demi-ronde, en déplaçant la lime suivant la directrice de la surface à rectifier, puis on enlève les traces de l'outil, au grattoir. Le grattage doit se poursuivre, jusqu'à disparition complète de toute saillie marquante. On tourne alors un morceau de fine toile émerisée, autour de la demi-ronde et on polit le trou, non pas en déplaçant l'outil suivant la circonférence, mais suivant l'axe du trou; on diminue graduellement le grain de la toile émerisée, jusqu'à obtenir une surface polie bien brillante.

Certains ajusteurs reprennent parfois uniquement au moyen d'une lime à taille assez grosse, en déplaçant celle-ci suivant les



génératrices du trou et en laissant subsister les traces d'outil. Pour justifier leur mode d'opérer, ils prétendent que les creux, laissés par l'outil, servent, en quelque sorte, de réservoir au lubrifiant, qui s'y amasse, et assurent le graissage parfait des surfaces en contact.

Si le bâti, auquel est relié le support, présente une rigidité absolue, le tourillon et le coussinet doivent être ajustés l'un sur l'autre avec le plus grand soin, porter parfaitement, de manière à donner, par le frottement, une surface aussi polie et aussi douce que celle qui résulte de l'usure normale. Toutefois, lorsque le bâti manque de rigidité et peut être soumis accidentellement à un effort de torsion qui le déforme momentanément, comme le cas se présente dans la construction des locomotives, les surfaces grossièrement finies peuvent être préférables aux surfaces parfaitement parachevées. Les charges qui agissent sur les tourillons sont alors essentiellement variables et ont une influence considérable sur la forme du bâti qui, dans ce cas, est constitué par les longerons ; la variation de forme du cadre entraîne naturellement une variation dans la position du tourillon, relativement à son coussinet. Il est indispensable alors que le graissage se fasse abondamment, afin de diminuer, dans la mesure du possible, l'usure qui pourrait résulter de la réduction des surfaces en contact.

*Portée en plomb.* — Il peut arriver qu'un tourillon soit endommagé au point qu'on ne puisse en faire disparaître complètement les altérations et le remettre en état sans réduire considérablement son diamètre et compromettre sa résistance.

Pour éviter sa réparation à la forge et les conséquences qui en résultent naturellement, aussi bien que pour éviter le remplacement des coussinets, on peut parfois avoir recours à la portée en plomb. Celle-ci se fixe, par soudure, au coussinet, qui doit être de préférence en bronze, de manière à ne former, pour ainsi dire, qu'une seule pièce avec ce dernier. Sous la pression exercée par le poids du véhicule, le plomb se moule sur le tourillon, et bouche les creux qui pourraient s'y trouver. Le frottement est très doux, et le procédé est d'une sécurité absolue, pour autant qu'on

assure un graissage abondant. La portée s'établit également, d'elle-même, suivant toute l'étendue des surfaces en contact. Ce procédé n'est applicable, bien entendu, que pour autant que l'effort, agissant sur le coussinet, soit de direction invariable.

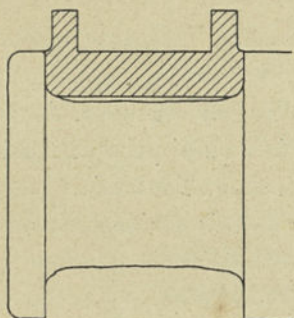


Fig. 116.

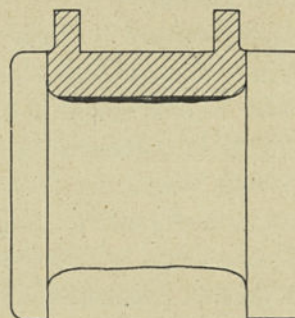


Fig. 117.

Éventuellement, on pourra remplacer le plomb, par du métal blanc antifriction.

La figure 116 représente un tourillon usé, logé dans un cou-

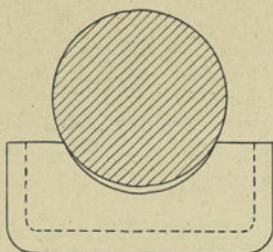


Fig. 118.

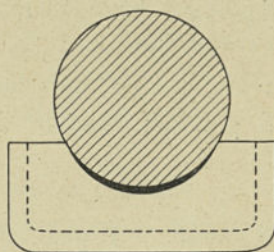


Fig. 119.

sinet de remplacement, exécuté aux dimensions primitives. Il est visible que la portée, entre les deux organes, ne s'établit, en réalité, qu'à l'endroit des extrémités. Dans de telles conditions, l'échauffement se produira infailliblement pendant la marche.

La figure 117 montre le même mécanisme, mais auquel on a appliqué une portée en plomb. Celui-ci s'est encastré dans le tourillon et assure à ce dernier une portée uniforme, suivant toute l'étendue des surfaces de contact.

La figure 118 représente la vue en bout d'un tourillon et d'un coussinet qui ne portent pas exactement l'un sur l'autre ; dans la



figure 119 on a pourvu le coussinet d'une fourrure en plomb. Pendant la marche, celui-ci se comprimera graduellement jusqu'à ce que, à l'endroit des traits de division, le bronze vienne toucher le tourillon et que le contact s'établisse naturellement suivant toute l'étendue des surfaces en regard. Le plomb, remplissant l'espace resté libre entre le trou du coussinet et la surface extérieure du tourillon, répartit uniformément la pression et évite le grippage des pièces qui se produirait infailliblement sans sa présence.

Le bronze du coussinet s'use graduellement aux endroits frottants ; le plomb se comprime insensiblement et, après quelque temps, le coussinet en bronze vient ainsi parfaitement en contact avec le tourillon, suivant toute sa surface, pour autant, toutefois, qu'il ne se produise pas de grippage accidentel.

*Montage des coussinets en deux pièces.* — Si le coussinet est serré contre le tourillon, d'une manière exagérée, il se produit un échauffement des surfaces frottantes et le grippement de celles-ci en résulte infailliblement. D'un autre côté, si le coussinet s'engage trop facilement sur son tourillon, s'il n'est pas assez serré contre celui-ci, il se produit des chocs qui provoquent le matage des surfaces et amènent, la plupart du temps, la rupture des organes. Lorsque deux demi-coussinets sont assemblés à franc-bord, c'est-à-dire se touchent directement suivant le plan de séparation et sans interposition d'intermédiaire quelconque, ils doivent porter parfaitement sur toute la surface du tourillon, lorsqu'ils sont fixés à demeure, c'est-à-dire serrés à bloc l'un contre l'autre.

Dans ces conditions de montage, l'échauffement et le grippage ne sont pas alors à craindre.

L'inconvénient de cette disposition consiste dans la nécessité de démonter le coussinet, et d'enlever la matière nécessaire sur les faces par lesquelles ils se touchent, lorsqu'il s'agit de rapeler l'usure.

Toutefois, ce mode d'assemblage est la seule bonne disposition, lorsque le coussinet peut se démonter facilement et sans inconvénients.

Lorsque le démontage présente certaines difficultés, on peut



faire l'assemblage avec interposition de cales de remplissage.

Celles-ci peuvent être en bronze, et d'une pièce. Il est alors indispensable de les retirer, chaque fois qu'on veut obtenir du rappel, pour reprendre, à la lime ou autrement, la quantité convenable de matière sur chacune d'elles.

Parfois le remplissage est constitué, moitié de l'épaisseur en une pièce, et moitié par superposition de feuilles de clinquant de 0,1 à 0,2 de millimètre; il suffit alors de retirer le nombre voulu d'épaisseurs, pour obtenir le rappel imposé.

L'opération peut se faire très rapidement et n'exige éventuellement qu'un arrêt insignifiant du mécanisme.

Aux cales intermédiaires en bronze, on substitue parfois une feuille de plomb de 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Celle-ci étant préalablement introduite entre les deux demi-coussinets, on serre ceux-ci l'un contre l'autre, en agissant sur les boulons d'attache du chapeau, jusqu'à enclouer le tourillon dans son support. Cette opération a pour résultat de comprimer, de la quantité convenable, la feuille de plomb intermédiaire, et celle-ci conserve alors son épaisseur, par suite du manque d'élasticité de la matière. On relâchera ensuite légèrement les attaches, de manière à permettre au tourillon de tourner grassement dans le coussinet, sans frottement exagéré.

D'autres fois, la cale intermédiaire se fait en bois. Quand il s'agit d'obtenir un léger rappel, on peut se contenter de resserrer les attaches et de comprimer ainsi la cale en bois de la quantité suffisante. Si le rappel à produire est plus considérable, on retire la cale, et on l'amincit au rabot ou à la lime.

Lorsque l'intervalle, qui sépare les deux faces de séparation du coussinet, n'est pas trop considérable, on peut également avoir recours à des cales en papier d'épaisseur convenable et en nombre suffisant.

Quand on a recours, pour le montage, à l'emploi de cales intermédiaires, on peut aléser le trou des coussinets à un diamètre un peu supérieur à celui de leur tourillon, et diminuer ainsi notablement le prix de revient du montage, en supprimant tout le travail à la lime et au grattoir que nous avons décrit plus haut.



Si les coussinets, à assembler à franc-bord, ont une longueur considérable, on peut augmenter la rapidité des opérations nécessaires au rattrapage, et diminuer la quantité de matière à enlever sur les pièces, en réduisant leur épaisseur à l'endroit du joint, comme le montre la figure 120. Ce moyen est souvent appliqué dans les coussinets destinés aux paliers à rotules.

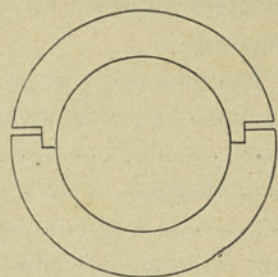


Fig. 120.

Si on veut se dispenser de retirer les coussinets pour produire le rappel, ou bien si celui-ci doit pouvoir se faire pendant la marche de la machine, il faut alors avoir recours aux coussinets en plusieurs pièces, avec dispositif de rappel par coins mobiles.

La durée du travail qu'exige le montage des coussinets est susceptible d'être considérablement réduite, lorsqu'on opère sur une série d'organes semblables. On peut alors facilement juger, au préalable, de l'état des organes à monter, de la manière dont ils se comportent, et tenir compte, jusqu'à un certain point, des déformations que subissent les pièces coulées, pendant leur parachèvement, par suite de la modification des tensions intérieures existantes dans la matière, pour régler le travail en conséquence. Cela n'est cependant pratiquement applicable que pour des coussinets d'alésage relativement réduit; quand celui-ci dépasse 70 à 80 millimètres, les variations de formes sont assez différentes, d'une pièce à l'autre, pour rendre ce procédé impossible, et on doit nécessairement avoir recours à l'ajustage de chaque organe séparément.

*Alésage et division des coussinets.* — Lorsque le coussinet est en deux pièces, et que l'alésage doit se faire avant sa mise en place dans le support qui lui est destiné, il faut éviter de le laisser venir d'une seule pièce de fonderie, puis, après alésage, de produire la séparation par un trait de scie ou à la machine à mortaiser. Après le fendage, les deux coussinets se déformeraient de façons différentes, et le travail de montage proprement dit serait très long et très coûteux. Il est toujours préférable de couler les



deux parties du coussinet séparément, de dresser préalablement les faces suivant lesquelles ils doivent s'appuyer l'un contre l'autre ; de les assembler ensuite par une soudure à l'étain, de manière à former un tout d'une seule pièce, puis de procéder à l'alésage.

Les coussinets de grande longueur, quelles que soient les précautions prises, seraient impossibles à aléser correctement, comme pièces prises isolément. Aussi, dans ce cas, on préfère les monter préalablement dans leur support, et les aléser, aux formes et dimensions voulues, après montage. Ce procédé est le seul qui doit être employé pour le parachèvement des organes de ce genre qui exigent une grande précision d'ajustage, tels que paliers d'arbres moteurs, coussinets de bielles, buselures de bâtis, etc. On les dégrossit d'abord, intérieurement, à la machine, ordinairement au tour, comme nous l'avons dit précédemment, on parachève leurs surfaces extérieures de façon à ce qu'elles portent parfaitement dans le cadre qui les entoure, on les monte à demeure dans leur logement, puis on les alèse aux formes et dimensions définitives. Après alésage, et sans décaler leur support de la table de la machine à laquelle il est fixé, on dresse les deux faces. On est toujours sûr alors de la coïncidence parfaite des axes du coussinet et de son cadre, et de la perpendicularité des faces par rapport à l'axe du trou.

*Graissage.* — Le graissage peut se faire de différentes manières que nous n'entreprendrons pas de décrire ici, et pour lesquelles nous renvoyons aux ouvrages traitant spécialement de la construction et de la disposition des organes frottants.

Nous rappellerons toutefois que le lubrifiant, devant pouvoir s'introduire entre les surfaces frottantes en contact, doit, de préférence, être amené à la partie du coussinet où la pression, exercée par le tourillon, est la plus faible.

Comme lubrifiant, on pourra avoir recours aux huiles ou aux graisses consistantes ; lorsque le palier sera installé à demeure dans un endroit où la température est relativement élevée, il y aura tout avantage, et même parfois nécessité, à remplacer les matières précédentes, par le graphite en poudre.



Dans les coussinets en deux ou plusieurs pièces, quel que soit le côté par lequel est amené le lubrifiant, il est évident qu'un seul sera graissé, si l'intervalle qui peut rester entre les deux parties

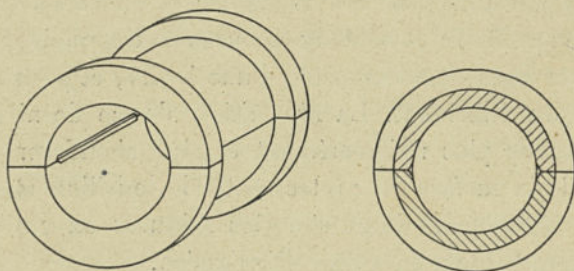


Fig. 121 et 122.

adjacentes du coussinet, à l'endroit de leur séparation, n'a pas été préalablement rempli, ou si ces deux parties ne sont pas parfaitement jointives. L'huile sera en quelque sorte ramassée par l'arête frottante et s'échappera par la solution de continuité.

Si l'assemblage est fait correctement, l'un des deux demi-cous-

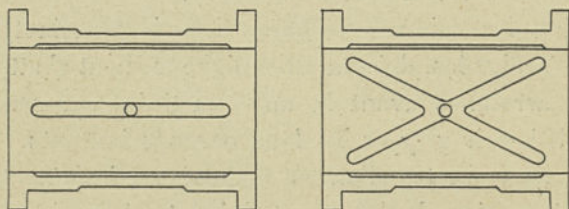


Fig. 123 et 124.

sinets, sera nécessairement mieux graissé que l'autre; ce sera celui où est amené le lubrifiant. Pour éviter cet inconvénient, on crée généralement un réservoir intermédiaire de lubrifiant, à l'endroit de la séparation, en procédant de la manière suivante.

Sur une partie de la longueur du joint, figures 121 et 122, on pratique, vers l'intérieur, un chanfrein, en abattant l'arête tranchante qu'on remplace par un biseau. On arrête cette troncature à 10 ou 15 millimètres de chacune des faces extérieures du coussinet, afin que le lubrifiant ne puisse s'échapper par les côtés. L'huile s'amasse dans le creux intermédiaire, et graisse également la partie inférieure du tourillon.

Pour répartir uniformément le lubrifiant sur toute l'étendue du

tourillon, on peut creuser, suivant une génératrice de l'alésage du coussinet, une rainure qui aboutit au trou d'entrée d'huile, figure 123. Cependant, la plupart du temps, et cela est nécessaire lorsque les pressions que doit supporter le coussinet sont considérables, on préfère creuser deux rainures en diagonale, figure 124, affectant par conséquent la forme d'une hélice, et partant du trou d'amenée du lubrifiant. La répartition de ce dernier se fait ainsi beaucoup plus uniformément et plus abondamment; mais l'étendue de la surface de contact entre le tourillon et son coussinet, est légèrement diminuée. Ces rainures en croix portent généralement le nom de pattes d'araignées.

Quelle que soit la disposition de rainures, à laquelle on donne la préférence, il faut toujours arrêter celles-ci à une certaine distance, 10 à 15 millimètres suivant le diamètre de l'organe, des deux faces latérales du coussinet et des deux faces suivant lesquelles ils se touchent ou bien du chanfrein pratiqué à l'endroit de la séparation. Sans cette précaution, le lubrifiant s'écoulerait trop rapidement, ne serait d'aucune efficacité.

Les arêtes des rainures creusées dans le coussinet, chanfrein ou pattes d'araignées, doivent être soigneusement abattues et suffisamment arrondies avant la mise en train, car sans cela on s'exposerait à voir gripper les deux organes frottants.

Lorsque l'axe du tourillon est disposé verticalement, les rainures de répartition du lubrifiant doivent nécessairement partir de la partie supérieure, et la face du coussinet, qui se trouve de ce côté, doit être pourvue d'un godet, dans lequel on versera la matière lubrifiante.

Lorsque les trous d'entrée de lubrifiant ne sont pas pourvus de graisseurs fixés à demeure, et que le graissage se fait à la burette, il faut pourvoir ces trous de bouchons, métalliques ou en bois, afin d'éviter l'introduction accidentelle de matières étrangères, entre les surfaces frottantes, pendant la marche de la machine. Nous avons donné ailleurs les types de bouchons les plus couramment employés dans ce cas. Les trous d'entrée doivent alors être forés à dimensions aussi réduites que possible, et il faut éviter les évasements exagérés à leur partie extérieure, évasements qui ne feraient que servir de collecteurs de poussières. Le



graissage n'est d'ailleurs pas plus difficile à faire avec les trous de section uniforme, car l'ouverture, exigée pour l'introduction du bec de la burette, peut avoir des dimensions assez réduites.

Quand on n'emploie pas l'huile, on peut avoir recours aux graisses consistantes, au suif ou même au lard, qui ne se liquéfient que lorsque l'échauffement du coussinet est suffisant.

En ce qui concerne l'exécution des rainures de graissage, il y a également lieu de tenir compte du sens des efforts auxquels est soumis le coussinet.

Si l'effort qui le sollicite agit perpendiculairement à son axe et est dirigé alternativement en sens contraire, le graissage se fera beaucoup plus facilement que si l'effort agit constamment dans une direction invariable, car, dans le premier cas, il se produira une espèce d'aspiration du lubrifiant, sur la face momentanément soulagée, et une répartition plus uniforme de celui-ci sur la face pressée, où la graisse sera refoulée. Les rainures de graissage pourront alors être assez profondes.

D'un autre côté, si le mouvement de rotation du tourillon est dirigé périodiquement dans un sens et dans l'autre, ce qui est le cas dans les axes d'oscillation, les chances d'échauffement et de grippement seront aussi diminuées, parce que les particules métalliques, qui pourraient se trouver accidentellement entre les surfaces frottantes, ne s'in-

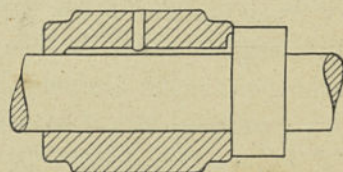


Fig. 125.

crusteront à demeure ni dans le coussinet, ni dans le tourillon, pour rayer l'un ou l'autre des deux organes. Elles se détacheront plus facilement, et seront entraînées naturellement par l'huile qui s'écoule du coussinet. De même, lorsque le tourillon est animé simultanément d'un mouvement de rotation et d'un mouvement de déplacement axial, la répartition du lubrifiant se fera plus uniformément et les poussières métalliques seront plus facilement expulsées avec lui. Les surfaces frottantes seront toujours polies et pour ainsi dire broyées l'une sur l'autre.

Dans les tourillons de butée, constitués au moyen de bagues, il faut également prévoir une rainure de répartition du lubrifiant



sur les surfaces annulaires de contact. La figure 125 représente une disposition qui peut être adoptée dans ce cas.

Parfois, en vue d'assurer encore davantage le graissage parfait des surfaces frottantes, on pratique également, dans le tourillon, des rainures semblables à celles qu'on fait dans les coussinets. Ce moyen ne doit cependant être employé qu'avec la plus grande circonspection.

*Qualités des lubrifiants.* — Nous ne nous arrêterons pas à ce sujet, qui demanderait des développements considérables et pour lesquels on pourra toujours consulter les ouvrages traitant spécialement de la matière. On trouvera également, dans ces derniers, les moyens à employer pour constater les qualités des huiles et des graisses les plus généralement adoptées dans la pratique, et la description des différents essais auxquels il y a éventuellement lieu de soumettre ces matières.

Nous nous bornerons à rappeler ici que, quelle que soit la nature du lubrifiant auquel on croit devoir donner la préférence, il doit toujours essentiellement posséder les qualités suivantes :

1° Avoir assez de corps pour empêcher les surfaces frottantes, entre lesquelles il est interposé, de venir directement en contact, même sous l'action des pressions les plus considérables auxquelles elles pourraient être éventuellement soumises.

2° Posséder la fluidité la plus grande possible, pour autant qu'elle ne soit pas en contradiction avec la condition précédente, afin de s'introduire facilement entre les surfaces frottantes et de se répandre uniformément sur celles-ci.

3° Avoir un coefficient de frottement aussi réduit que possible.

4° Être suffisamment conductible, pour empêcher l'échauffement et permettre le rayonnement de la chaleur dégagée par le frottement.

5° Posséder une température de vaporisation et de décomposition assez élevée, afin de pouvoir exercer une action efficace dans les moments où celle-ci est principalement nécessaire.

6° Résister à l'oxydation qui pourrait résulter de l'action de l'atmosphère ambiante.



7° Ne pas avoir pour effet de corroder les surfaces frottantes des organes entre lesquelles il est interposé.

*Revêtement en métal blanc.* — Certains coussinets sont parfois pourvus, partiellement ou totalement, d'un revêtement en métal blanc antifriction ; ces organes peuvent alors se faire indifféremment en bronze, en acier ou en fonte.

On trouve couramment, dans le commerce, différents alliages, tout préparés dans ce but, et dont la composition est essentiellement variable, suivant les usages auxquels ils sont spécialement destinés.

On peut toujours d'ailleurs les faire soi-même de manière à leur donner la dureté voulue.

Pour les usages courants, on compose ordinairement l'alliage de la manière suivante :

Etain. . . . .	50 parties.
Antimoine . . . . .	5 —
Cuivre . . . . .	1 —

Lorsque le revêtement devra présenter une dureté plus considérable, on modifiera les proportions des différentes matières qui le composent, et on prendra :

Etain. . . . .	46 parties.
Antimoine . . . . .	8 —
Cuivre . . . . .	4 —

Ce dernier mélange convient spécialement pour les coussinets et se fait de la manière suivante.

On fond d'abord 12 parties de cuivre, puis on ajoute 36 parties d'étain, en ayant soin de bien mélanger intimement le tout ; on ajoute ensuite, toujours en agitant, 24 parties d'antimoine, puis 36 parties d'étain. Dès que le cuivre est fondu, on laisse tomber la température du mélange, afin de ne pas oxyder l'étain et l'antimoine, au contact de l'air. Vu leur densité inférieure à celle du cuivre, l'étain et l'antimoine ont une tendance à se tenir à la partie supérieure du bain, et, pour protéger celle-ci le plus possible de l'influence de l'atmosphère, on la recouvrira de charbon de bois concassé. Celui-ci, se maintenant à la surface du liquide, ne gênera

aucunement la coulée ; il peut toujours être facilement retenu au moyen d'un écrémoir.

On coule en lingots, et, pour l'usage, le mélange ainsi obtenu est ensuite fondu, et on y ajoute de l'étain à raison de 66 parties pour 100 parties de mélange primitif.

Pour couler les coussinets courants, en bronze, la composition suivante est la plus ordinairement employée.

Cuivre . . . . .	64 parties.
Etain . . . . .	8 —
Zinc . . . . .	1 —

Si les coussinets ne demandent pas un mélange d'une aussi grande dureté, on augmente la quantité de zinc et on diminue proportionnellement la quantité d'étain.

Les coussinets et les paliers, destinés à recevoir un revêtement



Fig. 126.



Fig. 127.

en antifriction, sont ordinairement coulés avec les creux nécessaires pour y introduire la matière en fusion. Le métal est retenu dans

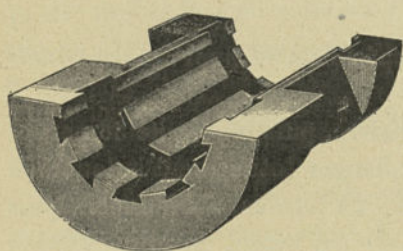


Fig. 128.

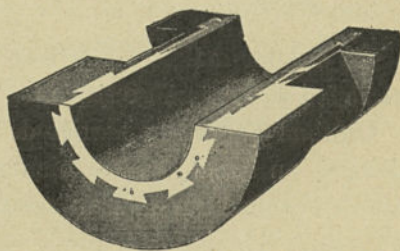


Fig. 129.

la cavité, et souvent les rebords, constitués par les faces, sont alésés, figure 126.

Le mélange peut aussi être coulé dans un certain nombre de rainures séparées, ménagées suivant les génératrices et s'arrêtant à une certaine distance des deux faces, figure 127.



D'autres fois, pour les revêtements pleins, on adopte la disposition de rainures recroisées, représentée figures 128 et 129.

Les faces latérales des logements sont ordinairement inclinées, en queue d'hironde, de manière à retenir convenablement le mélange. La fixité du revêtement est en outre souvent assurée par les tenons qui se forment par suite de l'introduction de la matière liquide dans les trous, pratiqués dans le coussinet pour servir de jet de coulée ou de jet de remonte.

Le revêtement se coule, à l'intérieur du coussinet, de différentes manières ; toutefois, quel que soit le procédé auquel on croit éventuellement devoir donner

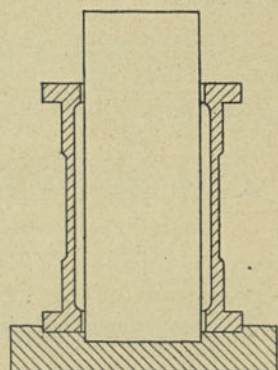


Fig. 130.

la préférence, le coussinet doit toujours être préalablement étamé, afin d'obtenir la soudure, plus ou moins parfaite, du métal blanc, à la fonte ou au bronze. La pièce à revêtir doit d'abord être chauffée à la température la plus élevée qu'elle peut supporter sans qu'on s'expose à voir s'écouler l'étamage dont elle est recouverte. Le chauffage préalable est indispensable, pour éviter au métal du revêtement d'être saisi trop brusquement lorsqu'il vient en contact avec le coussinet, pour égaliser les retraits et pour permettre un refroidissement lent et progressif.

Pour couler le métal blanc dans le coussinet, on peut procéder de différentes manières.

Les deux moitiés étant préalablement soudées et maintenues par des ligatures en fil de fer ou autrement, figure 130, on place le coussinet, verticalement, sur une taque, ou mieux sur une galette en sable d'étuve, en laissant pénétrer plus ou moins le rebord dans une entaille, à dimensions convenables, pratiquée préalablement dans la galette. On parachève alors le joint de manière à lui donner l'étanchéité voulue et à éviter les fuites du métal fondu, qui est versé par la partie supérieure. Si on place le coussinet directement sur la taque, on entoure la partie inférieure par un cordon d'argile ou au moyen de loques mouillées, dont on entretient l'humidité au degré convenable pendant la coulée. Le mélange



liquide qui vient directement en contact avec elles se solidifie instantanément et sa fusion ultérieure, sous l'influence de la chaleur que lui communique la partie supérieure, est complètement empêchée.

A l'intérieur de la pièce à revêtir, on introduit un noyau en sable d'étuve, dont le diamètre est réglé d'après l'alésage à obtenir, et on remplit l'espace demeurant libre entre ce noyau et la

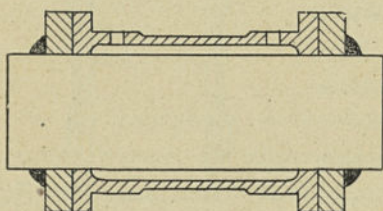


Fig. 131.

pièce, au moyen d'alliage fondu ; on laisse refroidir suffisamment, puis on démoule. On alèse ensuite aux dimensions imposées.

Entre autres avantages, l'emploi de la galette en sable a pour effet de ne pas saisir si

brusquement le métal liquide, au moment de la coulée, lorsqu'il vient en contact avec le fond du moule ; il permet de régler exactement le centrage du noyau qui est parfaitement maintenu à sa partie inférieure. Le noyau doit d'ailleurs être maintenu en outre, à sa partie supérieure par un contrepoids qui empêche son renversement accidentel ou son soulèvement pendant la coulée.

Le coussinet peut aussi se placer horizontalement figure 131 ; le noyau en sable est alors maintenu par deux flasques, en sable ou en tôle, appliquées contre les deux faces ; les différents joints sont convenablement lutés de façon à présenter une étanchéité complète.

A la partie supérieure du coussinet, on a ménagé deux trous, dont l'un sert à la coulée et l'autre fait l'office de jet de remonte.

Dans les deux procédés que nous venons de décrire, la densité du revêtement n'est pas la même en tous les endroits de celui-ci ; elle est même souvent très différente d'un point extrême à l'autre ; de plus, les soufflures et autres accidents de fonderie qu'on rencontre dans les pièces coulées de cette manière, sont toujours très sujets à se produire. C'est pour cela qu'on préfère parfois faire le revêtement dans chacune des deux moitiés séparément ; pour l'alésage, celles-ci sont ensuite soudées entre elles, au fer ou au chalumeau.



On peut, comme précédemment, se servir d'un noyau en sable, de forme appropriée, convenablement maintenu à demeure, et appliquer, sur les deux faces du coussinet, des flasques en sable ou en tôle, pour former le récipient dans lequel on introduira le mélange liquide. Dans la figure 132, nous avons supposé le bouchon d'avant enlevé.

D'autres fois, on supprime complètement l'emploi du noyau, et on se contente de maintenir, sur les deux faces du coussinet, des flasques en tôle, soit au moyen de presses à vis comme le montrent les

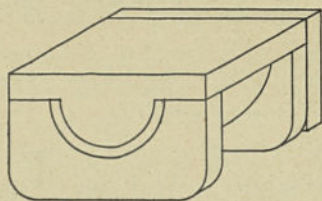


Fig. 132.

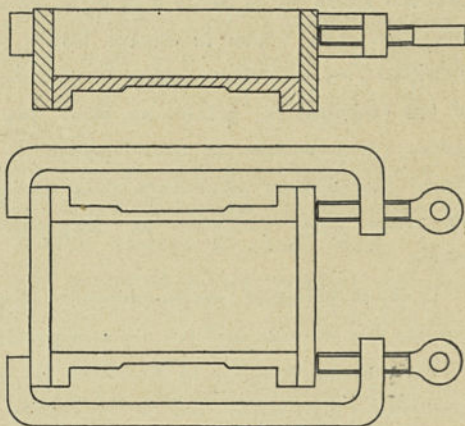


Fig. 133 et 134.

figures 133 et 134, soit en ayant recours à des salières spéciales.

Le récipient ainsi formé est complètement rempli d'alliage fondu, qu'on agite avec un morceau de bois de manière à conserver autant que possible l'uniformité de composition et à détacher les bulles d'air qui pourraient adhérer aux surfaces à recouvrir. Lorsqu'on sent que le mélange commence à faire prise sur les parois du coussinet et qu'on juge que la matière y adhérente est en quantité suffisante, on enlève la partie centrale, encore pâteuse, au moyen d'une cuillère en fer. Le métal retiré pourra être réemployé ultérieurement. Cette manière d'opérer est plus coûteuse que les précédentes ; elle donne plus de déchet, mais le revêtement tient beaucoup mieux à la pièce, parce que le retrait se fait plus graduellement.

Les procédés, que nous avons décrits jusqu'à présent, exigent naturellement l'alésage du coussinet après l'opération ; cependant

on peut parfois, dans certains cas, se dispenser du parachèvement ultérieur et obtenir directement le trou aux formes et dimensions définitives, en opérant de la manière suivante.

A l'intérieur du coussinet, préalablement assemblé comme il doit l'être pour le montage, et dont les différentes parties sont convenablement maintenues entre elles, on introduit un mandrin, en fer ou en acier, parfaitement poli, qui traverse deux flasques fixées sur les faces de la pièce à revêtir, et avec lesquelles il forme joint étanche. On verse le métal fondu en quantité suffisante pour remplir l'espace libre entre le mandrin et la pièce dans laquelle il est engagé, et, quand on sent que l'alliage commence à faire prise, on imprime un mouvement de rotation alternatif au mandrin. La surface intérieure ainsi obtenue est suffisamment douce et polie pour pouvoir se dispenser de parachèvement ultérieur.

C'est le procédé ordinairement employé pour couler les revêtements des écrous sur les vis auxquelles ils sont destinés.

En vue de faciliter la rotation du mandrin dans son logement, pendant l'opération, on le recouvre préalablement d'une légère couche de graphite délayé dans l'huile.

Par suite de la contraction qu'éprouve l'alliage par le retrait, qui est assez considérable, il est bon de se servir d'un mandrin de dimensions un peu supérieures à celles de l'organe définitif qui doit s'introduire dans le logement.

Pour les revêtements destinés à recevoir des arbres cylindriques, on pourrait éventuellement agrandir légèrement le trou, dans la suite, soit à la lime, soit au grattoir, soit en enroulant sur l'arbre une feuille de toile émerisée et en le faisant tourner dans son support. Ce dernier moyen n'est cependant pas recommandable, car l'émeri, s'incrustant dans le métal blanc, pourrait, à la fin, attaquer le tourillon. Lorsque le trou obtenu primitivement est trop petit pour recevoir son tourillon, on lui rend ordinairement les dimensions convenables en chauffant suffisamment un mandrin, de diamètre un peu supérieur à celui de l'alésage définitif, et en le faisant tourner à l'intérieur du coussinet. L'alliage fond alors sur une certaine épaisseur, et la quantité en excès peut s'écouler librement.



Pendant la fusion du métal, il faut le brasser assez souvent pour obtenir un mélange bien homogène, car l'antimoine a une tendance à se tenir à la surface supérieure du bain ; de plus, pour éviter l'oxydation, on recouvre celle-ci de charbon de bois concassé, comme nous l'avons dit pour la fabrication du mélange primitif.

Le revêtement peut également se faire à froid, dans certains cas, et on peut se dispenser alors d'étamer préalablement les surfaces qui doivent venir en contact avec le métal blanc. Le métal est alors enchâssé, au marteau et au matoir si c'est nécessaire, dans les cavités qui lui sont destinées.

D'ailleurs, lorsque le coussinet doit être réalésé après l'opération, il est toujours recommandable, après la coulée, de marteler le revêtement, pour le faire serrer convenablement dans son logement, rattraper le jeu qui pourrait s'être produit par le retrait, et donner à la matière une dureté plus considérable en ces endroits.

Les coussinets avec revêtement en antifriction présentent de sérieux avantages.

Ils épousent plus facilement la forme du tourillon qu'ils supportent, et, quand il arrive qu'une substance étrangère, assez dure pour rayer le tourillon, s'introduit entre les surfaces frottantes, elle s'encastre souvent dans le métal blanc et toute détérioration du tourillon est ainsi évitée. L'emploi de l'antifriction permet de renouveler, rapidement et à peu de frais, les coussinets détériorés, et de toujours conserver, à leur axe, une position convenable.

La coulée de l'antifriction exige certaines précautions.

Lorsque le métal du revêtement est bien fixé à celui du coussinet, ce dernier doit rendre un son parfaitement clair quand on le frappe avec le marteau.

Si l'alliage est coulé à une température trop élevée, son retrait, au refroidissement, est trop considérable, et il peut parfois se détacher de lui-même des surfaces auxquelles il devrait adhérer.

D'un autre côté, s'il est coulé trop froid, il ne s'attache pas aux surfaces étamées, ne remplit pas complètement les cavités et est



souvent piqué. C'est en vue d'éviter cet inconvénient, qu'il est bon de chauffer préalablement, aussi fort que possible, comme nous l'avons dit, la pièce à revêtir. Quand, pour se dispenser du parachèvement ultérieur, on coule l'alliage autour d'un mandrin en fer, celui-ci doit également être chauffé avant la coulée.

On peut augmenter l'adhérence de l'antifriction au métal du coussinet en saupoudrant préalablement celui-ci de résine finement pulvérisée, avant d'y introduire l'alliage fondu. Le métal blanc s'emploie aussi, très souvent, pour boucher les soufflures ou les trous qui pourraient s'être formés dans les coussinets pendant la marche, par suite d'échauffement et de grippage. Si la quantité à introduire dans les cavités à combler, n'est pas trop considérable, on peut exécuter l'opération en faisant usage du fer à souder, ou bien enfoncer à froid le métal au marteau et à la chasse, comme nous l'avons dit plus haut.

Quand il s'agit, par exemple, de couler une buselure, à l'intérieur du trou du moyeu d'une poulie dont l'alésage est trop fort, on tourne préalablement deux rondelles à diamètre convenable, figure 135, avec un léger emboîtement pour faciliter le centrage, qu'on place sur l'arbre, de chaque côté du moyeu, et contre les faces duquel on les maintient parfaitement appliquées.

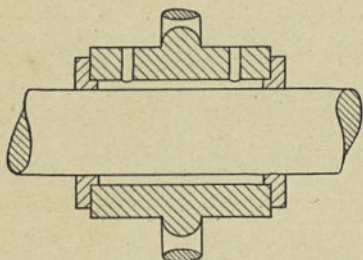


Fig. 135.

Puis on coule le métal blanc par un trou ménagé à cet effet à la partie supérieure du moyeu. Il faudra naturellement prévoir deux trous en cet endroit, l'un d'eux servant de trou de coulée et l'autre faisant l'office de jet de remonte, permettant à l'air et aux gaz de s'échapper pour que le métal fondu puisse s'introduire dans son logement.

§ 2. Calage des manivelles. — *Rainures de cales.* — Les rainures de cales peuvent s'exécuter de différentes manières, soit à la machine, soit à la main au moyen de la bedane, du burin et de la lime. Ces différentes opérations ayant été décrites ailleurs, nous



ne retiendrons, actuellement, que ce qui concerne le traçage de l'emplacement exact que doivent occuper ces rainures.

*Traçage de la rainure sur la manivelle.* — Dans les manivelles, la rainure de cale est toujours située vers l'intérieur, c'est-à-dire du côté du pivot, et dans l'axe du bras. Elle se trace sur la pièce

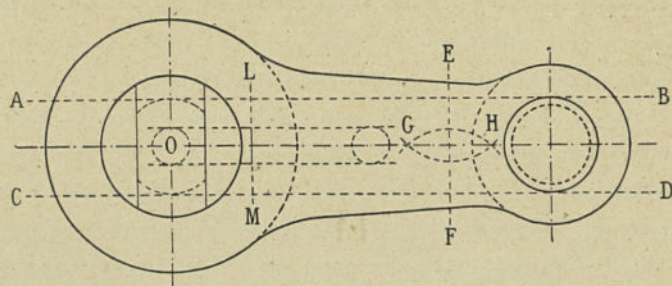


Fig. 136.

préalablement alésée, qui peut éventuellement être déjà pourvue de son pivot.

Pour marquer l'emplacement de la cale, on procède de la manière suivante.

Dans le trou du moyeu, on chasse préalablement un faux centre, puis on marque exactement, sur celui-ci, la position du centre géométrique d'alésage, figure 136.

Supposons que le pivot ne soit pas mis en place et que l'œil de la manivelle soit alésé. Dans ce cas, on trace, sur le bouchon, et du centre O, une circonférence de diamètre égal à celui de l'alésage de l'œil ; en menant les deux tangentes AB et CD à la circonférence tracée sur le faux centre et à la circonférence d'alésage de l'œil, ces deux droites seront parallèles entre elles et à l'axe du bras.

Si le pivot est en place, et que la circonférence tracée sur la tête de la manivelle représente la base d'assise du pivot sur celle-ci à l'endroit du contact des deux organes, on tracera, du point O comme centré, et sur le bouchon, une circonférence de diamètre égal à celui de la circonférence représentée sur la tête. Au moyen d'une règle, dont on maintiendra une arête appliquée contre le pivot, à l'endroit de son encastrement, et qu'on déplacera jusqu'à

amener cette arête tangente à la circonférence tracée du point O, on tracera successivement les deux droites AB et CD, parallèles entre elles et parallèles à l'axe de la manivelle. On mènera ensuite une ligne EF perpendiculaire à l'axe de la manivelle, et des points d'intersection de cette droite, avec les lignes AB et CD tracées précédemment, on tracera deux arcs de circonférence, d'un rayon supérieur à la moitié de l'écartement des droites AB et CD. Ces deux arcs de circonférence se couperont en deux points, G et H, situés sur l'axe de la manivelle. Du point O comme centre, et de l'un des deux points G et H pris également comme centre, on tracera des circonférences de diamètre égal à la largeur de la rainure de cale ; on mènera ensuite, de chaque côté, deux droites simultanément tangentes à la circonférence décrite du point O et à celle décrite du point G, et on aura ainsi facilement reportée, sur le moyeu de la manivelle, la position exacte de la rainure de cale.

La profondeur de cette dernière se tracera ensuite aisément, en menant la ligne LM perpendiculairement à l'axe et à l'écartement convenable du centre.

*Traçage de la rainure de cale sur l'arbre.* — Lorsque l'arbre ne doit porter qu'une rainure de cale pour la manivelle, la position de

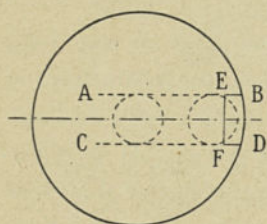


Fig. 137.

cette rainure est ordinairement indifférente, et il suffit d'en reporter la largeur et la profondeur sur le bout de l'arbre. Si le trou de centre de ce dernier est de dimensions telles qu'on puisse craindre quelque incertitude au sujet de la position exacte du centre géométrique, on le bouche d'abord, avec un bouchon en plomb, puis on marque rigoureusement sur celui-ci le centre géométrique de la surface de révolution. De ce centre, et avec un rayon égal à la moitié de la largeur de la cale, on décrit une circonférence, puis on mène, tangentielllement à celle-ci, deux droites AB et CD, figure 137, parallèles entre elles. On porte ensuite facilement, suivant EF perpendiculaire à AB et CD, la profondeur de la rainure ; la longueur de celle-ci se reporte, sur



la surface cylindrique, par l'un des moyens que nous avons décrit ailleurs.

*Traçage de deux rainures de cales, pour manivelles à angle droit.* — Deux cas peuvent se présenter; l'arbre peut être démonté, ou bien il doit rester dans la place qu'il occupe.

Dans le premier cas, on placera l'arbre sur une taque de tra-

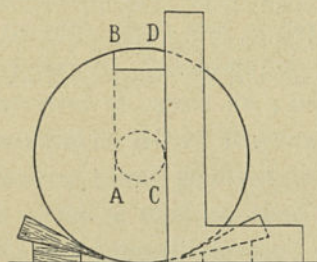


Fig. 138.

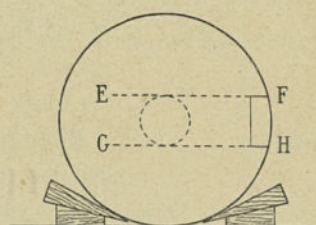


Fig. 139.

çage, de façon à ce que son axe soit rigoureusement parallèle à la surface guide de la table : on le maintiendra parfaitement fixe, soit en le faisant reposer sur des V, soit au moyen de cales en bois, comme le montrent les figures 138 et 139. Les trous de centres étant préalablement bouchés comme nous l'avons dit plus haut, on recherchera, à la manière ordinaire, le centre géométrique. De celui-ci, avec un rayon égal à la moitié de la largeur de la rainure, on tracera, sur chacune des extrémités de l'organe, une circonférence. Sur l'un des côtés, au moyen d'une équerre, nous mènerons deux parallèles, figure 138, AB et CD, tangentes à la circonférence précédemment tracée, et sur l'autre côté, au moyen du trusquin, nous mènerons, figure 139, deux parallèles EF et GH. Celles-ci étant parallèles au plan de la taque, tandis que les premières sont perpendiculaires au même plan, il en résulte que les droites AB, CD feront, avec les droites EF, GH, un angle droit. La profondeur de la rainure se tracera facilement; sur l'une des extrémités, figure 138, on la marquera au moyen du trusquin, et sur l'autre bout, figure 139, on aura recours à l'emploi de l'équerre à chapeau. La longueur se reportera, sur la surface cylindrique, de chaque côté, comme nous l'avons dit précédemment.

Si l'arbre ne peut se démonter pour être placé sur la taque, on procédera de la manière suivante. On commence par tracer, sur chacun des deux bouts de l'arbre, et en suivant la marche donnée plus haut, une circonférence de diamètre égal à la largeur de la rainure. D'un côté, on applique, en la maintenant parfaitement contre le bout, et en la plaçant tangente à la circonférence, une règle, dont on vérifie la parfaite horizontalité au moyen d'un niveau d'eau ; on trace, de cette manière, les deux lignes EF et GH de la figure 139.

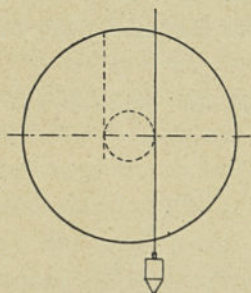


Fig. 140.

Pour tracer les deux lignes verticalement sur l'autre bout, on peut se servir d'un fil à plomb, qu'on laisse descendre tangentielllement à la circonférence, et dont on pique un point de la direction, de façon à pouvoir reproduire, au moyen d'une règle, la verticale tangente au cercle, figure 140.

Au lieu du fil à plomb, on peut avoir recours à l'emploi de l'équerre ; on en maintiendra l'une des branches, bien horizon-

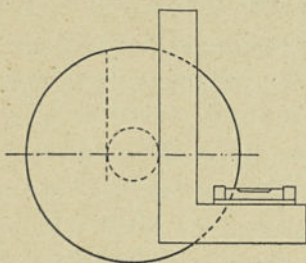


Fig. 141.

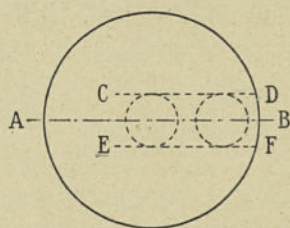


Fig. 142.

nale en se servant d'un niveau d'eau placé comme le montre la figure 141. Il sera facile ainsi, de tracer deux tangentes à la circonférence, parallèles entre elles. On pourrait aussi procéder d'une manière un peu différente. Au moyen de la règle et du niveau, on commencerait par tracer un diamètre horizontal AB, figure 142, puis, d'un point de ce diamètre pris comme centre, on tracerait une circonférence de diamètre égal à la largeur de la rainure, et alors on mènerait les tangentes CD et EF, qui seraient parallèles. En se servant de l'équerre et du niveau,



comme précédemment, ou bien au moyen du fil à plomb, on pourrait tracer un diamètre vertical, puis procéder comme nous venons de le dire pour la rainure horizontale. Seulement le premier moyen, qui consiste à tracer les deux parallèles séparément au moyen du niveau et du fil à plomb, est préférable. S'il se produit une erreur dans la manière d'appliquer la règle ou l'équerre sur l'une ou l'autre des extrémités de l'arbre, erreur résultant du défaut de sensibilité du niveau, on en est immédiatement averti

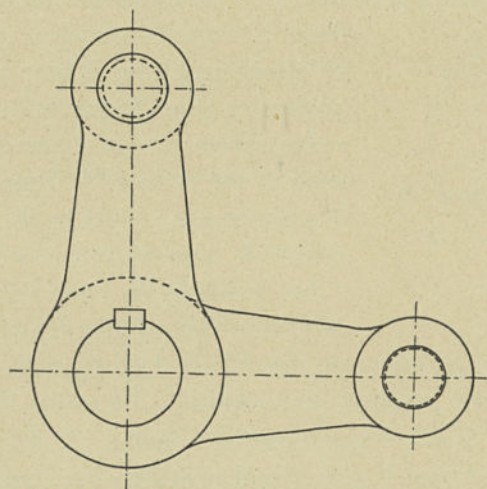


Fig. 143.

par suite du manque de parallélisme des deux tangentes ; ce moyen de vérification fait complètement défaut, si on a recours au second mode d'opérer.

Dans ce qui précède, nous avons supposé que les deux manivelles sont calées sur les extrémités des arbres, mais en traçant les rainures de cales, nous n'avons tenu aucun compte de la position relative qu'elles devaient occuper l'une par rapport à l'autre ; c'est cependant une circonstance à laquelle il y a lieu de faire attention, dans certains cas.

Dans les machines à deux sens de marche, la position relative des manivelles peut être indifférente.

Dans les locomotives, c'est en grande partie le calage des roues portant les contrepoids d'équilibre qui règle la position des manivelles.

Mais dans les machines à un seul sens de marche, si la position relative des manivelles est imposée, par exemple si la manivelle de gauche doit être au point mort du côté du cylindre lorsque le bouton de la manivelle de droite occupe la position la plus élevée, figure 143, il faudra tenir compte de cette circonstance pour placer les rainures convenablement, l'une par rapport à l'autre.

*Traçage des rainures de cales, pour deux manivelles faisant entre elles un angle quelconque.* — Le cas se présente notamment

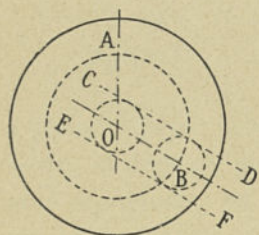


Fig. 144.

dans la construction des arbres coudés en plusieurs pièces, à bras rapportés ; les angles les plus fréquents de deux manivelles calées sur un même tronçon, sont ceux de  $90^\circ$  et de  $120^\circ$ . Nous avons traité le premier cas ; dans le second, on procédera de la manière suivante.

La position de l'une des cales étant déterminée sur l'une des extrémités du tronçon, on reportera, en OA figure 144, la direction de son axe sur le bout opposé. Sur celui-ci, du point O, déterminé comme nous l'avons dit, pris comme centre, on décrira une circonférence, de rayon le plus grand possible, qui coupera la droite en A. On partira alors du point A, pour reporter exactement le point B de façon à ce que BO représente l'axe de la seconde manivelle. Il suffira ensuite de tracer, des points O et B pris comme centres, deux circonférences de diamètre égal à la largeur de la cale, et de mener deux tangentes parallèles, CD et EF, pour déterminer les dimensions de la rainure.

*Montage des manivelles.* — Pour le montage de la manivelle, on se sert d'une cale provisoire, bien ajustée à largeur, de façon à ce qu'elle s'engage exactement entre les petits côtés des rainures, tant de l'arbre que de la manivelle, mais laissant un léger jeu sur le dessus et le dessous de son logement.

On tourne l'arbre, dans ses supports, de façon à ce que la rainure de cale se trouve en dessous, ce qui rend beaucoup plus facile le déplacement de la manivelle, pour le réglage. Dès que celle-ci est engagée sur sa portée, d'une quantité suffisante pour



assurer son guidage, on introduit la cale provisoire, qu'on a pourvue d'une entrée pour faciliter sa mise en place; on l'engage suffisamment pour l'empêcher de sortir accidentellement de son

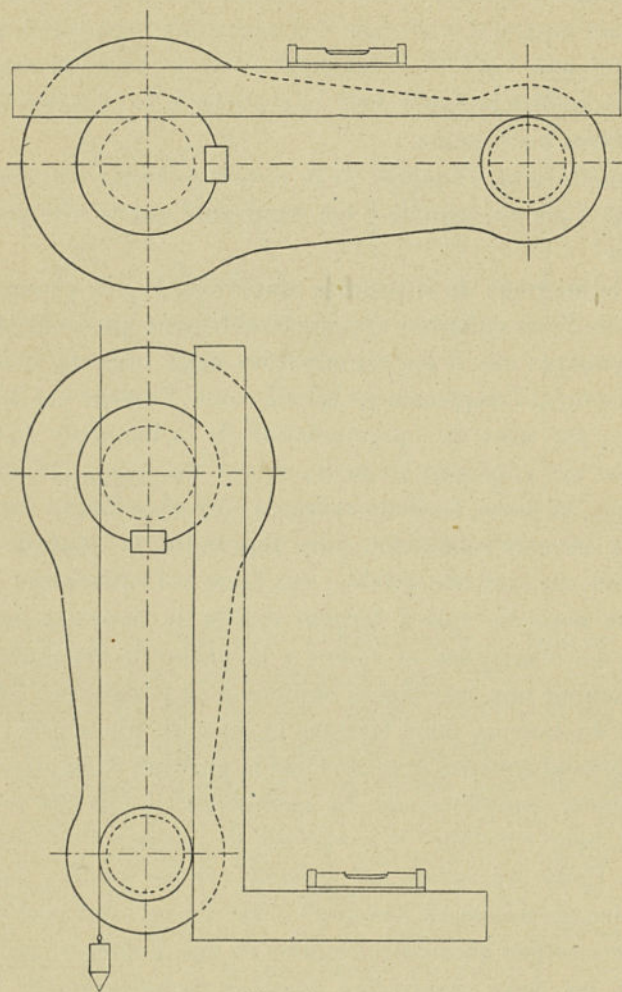


Fig. 145 et 146.

logement, puis on enfonce graduellement la manivelle et la cale, de façon à ce que celle-ci serve, en quelque sorte, de guide à celle-là, mais reste en saillie, sur le bout de l'arbre, d'une longueur convenable pour pouvoir être retirée à la fin de l'opération.

Si l'arbre doit porter deux manivelles, à chacune de ses extré-

mités, pour caler la seconde, l'arbre est d'abord placé parfaitement horizontal ; et on procède sensiblement de la même manière que précédemment. Dès que la seconde manivelle est suffisamment engagée sur sa portée, on met la première rigoureusement horizontale, au moyen d'une règle et d'un niveau, figure 145, puis, en appliquant une équerre et un niveau sur la seconde manivelle, comme le montre la figure 146, la branche A de l'équerre doit être parfaitement horizontale.

Éventuellement, l'équerre et le niveau peuvent être remplacés par un fil à plomb, comme il est représenté sur le côté gauche de la figure.

Dans le montage de la seconde manivelle, la cale provisoire n'a pas besoin d'être enfoncée si considérablement que pour le calage de la première ; car si les rainures des deux organes n'occupent pas exactement l'emplacement relatif voulu, l'erreur est beaucoup amplifiée, par suite de l'augmentation de la longueur du bras de levier, et on s'aperçoit immédiatement du défaut. Il faut alors remarquer, en place, les deux rainures correspondantes sur l'arbre et sur la seconde manivelle, puis reprendre la quantité voulue de matière, du côté convenable, sur l'une et l'autre pièce et enfin faire une nouvelle cale à largeur exacte du nouveau logement. Lorsque les manivelles se calent à la presse hydraulique, il est bon de donner une très légère conicité à la portée de l'arbre et à l'alésage du moyeu, pour faciliter la mise en place provisoire et vérifier préalablement l'exactitude de la position de la pièce, avant de l'enfoncer complètement. Le serrage initial doit être tout juste suffisant, pour empêcher la manivelle de tourner d'elle-même sur son axe. Cette précaution est souvent rendue inutile, parce que les presses spécialement destinées à cet usage, sont parfois pourvues d'accessoires nécessaires établis en vue d'obtenir, sans tâtonnements, les deux manivelles montées rigoureusement à angle droit. Lorsque les manivelles sont calées à fond, on retire alors les cales provisoires et on chasse les cales définitives.

Pour faciliter le déplacement du moyeu sur sa portée de calage, on enduit préalablement, de suif ou d'huile, les deux surfaces qui doivent venir en contact.



*Montage, à la presse, des manivelles avec cales de section circulaire.* — Dans le cas actuel, on n'a plus la cale provisoire pour guider la manivelle pendant son enfoncement sur le bout de l'arbre, car le logement de la cale se fait seulement après la

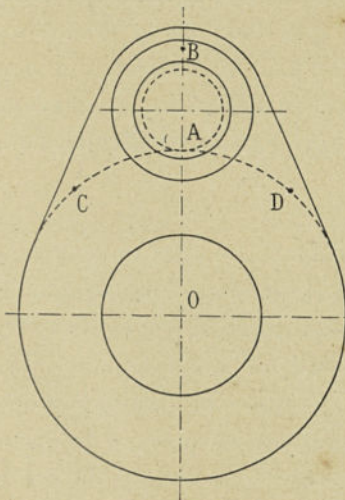


Fig. 147.

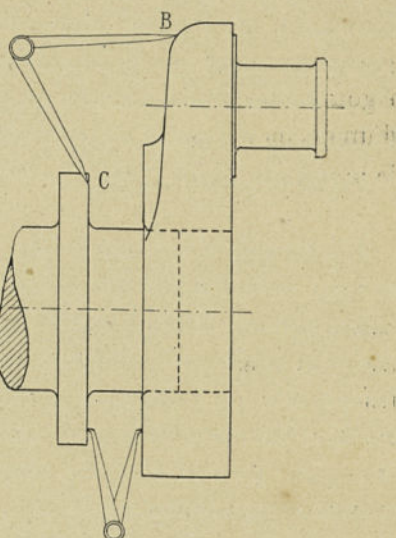


Fig. 148.

mise en place. Il est cependant indispensable de pouvoir s'assurer, pendant le cours de l'opération, que celle-ci se pratique régulièrement. A cet effet, on trace, sur la manivelle et sur l'arbre, des repères qui serviront de la manière suivante.

O A B étant l'axe du bras de la manivelle tracé du côté de la saillie de la douille de celle-ci, figure 147, on tire, sur la portée de calage et sur le rebord de butée, la génératrice comprise dans le plan déterminé par l'axe de l'arbre et par celui du bras de la manivelle. On prend ensuite, sur le rebord, de préférence sur l'arête, deux points C et D équidistants du point A, intersection de la génératrice tracée sur l'arbre, et de l'arête de la butée. Sur la partie postérieure de la manivelle, on a piqué préalablement un point B, de l'axe de l'organe, qui, lorsque celui-ci occupe la position convenable, doit naturellement être équidistant de C et D. Si, à un moment donné, la manivelle vient à tourner accidentellement sur sa portée, pendant l'opération, on en est immédiatement

averti par la différence qui se produit entre les longueurs BC et BD. Il suffit, pour cela, de vérifier de temps à autre ces deux distances, au moyen d'un compas à tracer, placé comme le montre la figure 148.

On s'assure également que la manivelle s'introduit bien régulièrement sur l'arbre, c'est-à-dire que l'axe de la première est rigoureusement perpendiculaire à l'axe du second, au moyen d'un compas d'intérieur, qu'on place en différents endroits, entre la butée de calage et l'arrière du moyeu de la manivelle, comme le montre la figure 148.

*Montage de deux manivelles, faisant entre elles un angle quelconque.* — Si l'angle, que doivent faire entre elles deux manivelles calées sur les extrémités d'un arbre, diffère de  $90^\circ$  ou de  $180^\circ$ , on tracerait toujours facilement, sur les deux bouts de l'arbre et sur les portées de calage, la position relative des deux organes à monter. On mettrait la première manivelle en place, à la manière ordinaire; pour la seconde, on procéderait au moyen de repères, comme nous venons de le dire, de sorte qu'on pourrait toujours s'assurer, à un moment donné, que l'opération se poursuit régulièrement.

*Montage des manivelles à chaud.* — Lorsqu'on ne dispose pas de presse hydraulique, on supplée parfois à l'emploi de cet accessoire, en mettant en place la manivelle à chaud. La douille de celle-ci est préalablement alésée à un diamètre inférieur à celui de la portée sur laquelle elle doit être introduite; on la dilate ensuite, en la chauffant à température convenable, de la quantité suffisante pour permettre sa mise en place. Par le refroidissement, la douille se contracte, assure un serrage énergique et donne un assemblage de toute sécurité.

La différence, entre le diamètre d'alésage de la douille et celui de la portée, est essentiellement variable; elle dépend des dimensions des organes, de la nature de la matière et du degré de serrage qu'on veut obtenir.

La plupart du temps elle résulte de l'expérience. Trop faible, elle ne donne pas à l'assemblage la fixité voulue; trop forte, elle



sera parfois de nature de nuire à la résistance de la pièce enveloppante et peut-être même capable d'en provoquer la rupture.

A part la manœuvre de l'organe, rendue un peu moins aisée par suite de sa température élevée, la mise en place ne présente pas plus de difficultés que quand l'opération se pratique à froid ; seulement, il y a lieu de prendre certaines précautions, pour le chauffage préalable de l'organe et pour son refroidissement après montage.

Le chauffage de la manivelle doit être fait bien uniformément sur toute l'étendue de la douille, et il doit en être de même du refroidissement.

Si on n'est pas pourvu d'appareils ou fours spéciaux, le chauffage peut se faire au foyer de forge ordinaire. Toutefois, quel que soit le procédé adopté, il faut toujours nettoyer parfaitement le trou du moyeu avant d'engager celui-ci sur sa portée de calage, et en enlever absolument tous les corps étrangers qui pourraient accidentellement s'y trouver.

On pourra, à cet effet, avoir recours aux brosses en fil de fer, ou bien à la râpe, et cette dernière est presque toujours d'un emploi tout indiqué, lorsque la manivelle a été mise directement en contact avec le combustible, dont l'adhérence à la pièce est souvent telle, qu'il ne peut être détaché au moyen de la brosse.

A défaut de ces précautions, quelque parfaits que soient l'alésage du moyeu et le tournage de la portée, on s'expose à ne pas obtenir la coïncidence rigoureuse de l'arbre avec celui du trou de la manivelle, à altérer la perpendicularité de l'axe du bras relativement à l'axe de l'arbre, et à créer ainsi, dans le mécanisme, des défauts auxquels il est toujours difficile de remédier et qui peuvent compromettre la résistance des organes de la machine.

§ 3. **Montage des cylindres.** — Lorsque les cylindres sont exécutés en série, comme c'est souvent le cas dans la construction des locomotives, des moteurs à gaz, etc., on peut faciliter considérablement le montage, et réduire sa durée dans de notables proportions, en prenant certaines précautions dans le parachèvement de ces organes aux différentes machines-outils. Mais quand il ne s'agit que d'exécuter un nombre relativement restreint de pièces



de ce genre, la dépense occasionnée par l'établissement des accessoires nécessaires ne se justifierait plus, et le montage doit alors nécessairement se faire à la main.

La première opération est le marquage des trous à forer dans les différentes brides.

Lorsqu'on marque les trous d'attache du couvercle, il faut faire attention à ce que les goujons, qui seront fixés ultérieurement dans le cylindre, ne viennent pas réduire l'orifice de passage de la vapeur. Ces trous doivent également être disposés de manière à ce que cette réduction de section ne résulte pas non plus de la position défectueuse du couvercle. A cet effet, lorsque ce dernier est pourvu d'un emboîtement, il y a parfois lieu d'enlever une partie de celui-ci. Si la chose a été faite au préalable, ou si l'entaille de l'emboîtement est venue de fonderie avec la pièce, il est indispensable de repérer exactement sa position, à la manière ordinaire, sur la périphérie de la bride du cylindre et du couvercle. Lorsque ce dernier, après démontage, sera remis en place, à un moment quelconque, de façon à ce que les traits de repère coïncident sur les deux pièces, on sera toujours certain que l'entaille du couvercle vient exactement vis-à-vis de l'orifice d'arrivée de la vapeur dans le cylindre et ne gêne aucunement la circulation du fluide.

Les trous étant tracés sur la surface extérieure de la bride du couvercle, on attache celui-ci au cylindre au moyen de clames, presses à vis ou autre dispositif quelconque, puis on fore les trous au diamètre voulu pour le taraudage, à travers le couvercle et à la profondeur voulue dans la bride du cylindre. On enlève alors le couvercle, dans lequel on élargit les trous à dimensions convenables, c'est-à-dire de manière à leur donner un diamètre de 1 à 1,5 millimètre, supérieur à celui du corps du goujon ou du boulon qui le traverse.

On place ensuite le couvercle de la chapelle, et on procède au forage des trous en suivant la même marche que pour le couvercle du cylindre.

Si les trous ont été préalablement forés dans le couvercle, à leurs dimensions définitives, on le mettra en place exactement sur le cylindre, sur lequel on le maintiendra à demeure au moyen de



presses à vis ; on contremarquera les trous sur les brides du cylindre, au moyen d'une pointe à tracer, on recherchera exactement le centre du trait de traçage, puis on les tracera définitivement, au compas, au diamètre qu'ils doivent avoir.

Au lieu de se servir de la pointe pour le reportage, on peut avoir recours à l'emploi d'un pointeau spécial, tourné exactement au diamètre des trous pratiqués dans le couvercle et dans lesquels il s'engagera à frottement doux et sans ballotement. L'outil étant bien guidé, sa pointe marquera immédiatement le centre du trou à forer.

Ce dernier moyen est le seul applicable, lorsque les brides des couvercles sont d'épaisseur considérable et les trous de diamètre relativement réduit ; le traçage à la pointe ne donnerait pas alors l'exactitude voulue et pourrait fournir des indications erronées, concernant la position réelle des trous dans la bride du cylindre.

Lorsque l'assemblage du couvercle au cylindre se fait au moyen de boulons mobiles à tête hexagonale, l'assise de celle-ci doit nécessairement être dressée sur la face inférieure de la bride. Ce dressage peut se faire facilement à la main, au moyen du dispositif que représente la figure 149.

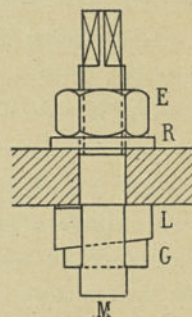


Fig. 149.

Un mandrin M, qui servira de porte-lame, est tourné exactement au diamètre de forage du trou de la bride dans lequel il s'engage. Sur l'une des extrémités de ce mandrin, on pratique une rainure de clavette dans laquelle se monte une lame L, maintenue en place par une cale conique G.

L'autre bout du mandrin porte une partie filetée, d'une certaine longueur, et se termine par une tête carrée.

Sur la partie filetée, on engage un écrou E, qui vient s'appuyer, par l'intermédiaire d'une rondelle R, contre la face dressée de la bride. Il suffit alors d'imprimer, au porte-lame, un mouvement de rotation, en plaçant sur sa tête carrée une clef de serrage quelconque ou une douille de racagnac, pour dresser la surface d'assise de la tête du boulon. Le serrage de l'outil se donne à volonté, en agissant sur l'écrou E.

Lorsque les trous de goujons sont forés dans le cylindre, on les taraude, à la main ou à la machine à forer, suivant l'outillage dont on dispose. On fait ensuite le joint, généralement broyé ou gratté en suivant la marche que nous avons indiquée précédemment, puis on parachève les douilles et les trous destinés à recevoir les graisseurs, les robinets, etc. On procède ensuite à l'exécution des trous du couvercle de la chapelle et des brides de celle-ci, forage et taraudage, puis on fait le joint en cet endroit.

*Montage de deux cylindres accouplés.* — Lorsque deux cylindres doivent être assemblés l'un à l'autre, ce qui est souvent le cas dans la construction des locomotives, on commence par forer les trous, dans les brides d'assemblage, à un diamètre un peu inférieur à celui qu'ils doivent avoir définitivement, 1 à 1,5 millimètre, puis on met ces trous à dimensions voulues, au moyen de l'alésoir, après avoir préalablement réglé convenablement la position des deux cylindres l'un par rapport à l'autre; — on fait un assemblage provisoire au moyen de quelques boulons convenables. L'alésage des trous doit nécessairement se faire pendant que les deux cylindres sont assemblés momentanément dans la position exacte qu'ils doivent régulièrement occuper.

Pour cela, on fore d'abord l'un des cylindres, et on marque les trous correspondants sur la bride du second, d'après le forage du premier. Si l'assemblage doit se faire par l'intermédiaire d'un réservoir, on fore d'abord les trous dans les deux cylindres et dans l'une des brides de la caisse, d'après le cylindre correspondant. On fait un montage provisoire, puis on marque les trous sur la seconde bride du réservoir, d'après celle du cylindre qui vient s'y fixer; on fore alors les trous dans la bride de la caisse, on monte provisoirement le tout, en place convenable, et on alèse simultanément, en place, les trous des brides du cylindre et du réservoir.

Les boulons d'assemblage provisoire doivent naturellement être à un diamètre légèrement inférieur à celui des trous dans lesquels ils s'engagent, afin de permettre un certain déplacement des différents organes, l'un par rapport à l'autre, pour obtenir le réglage parfait.



Pour amener les deux cylindres rigoureusement parallèles entre eux, on procédera de la manière suivante.

On les place sur une taque à tracer et on les amène, séparément,

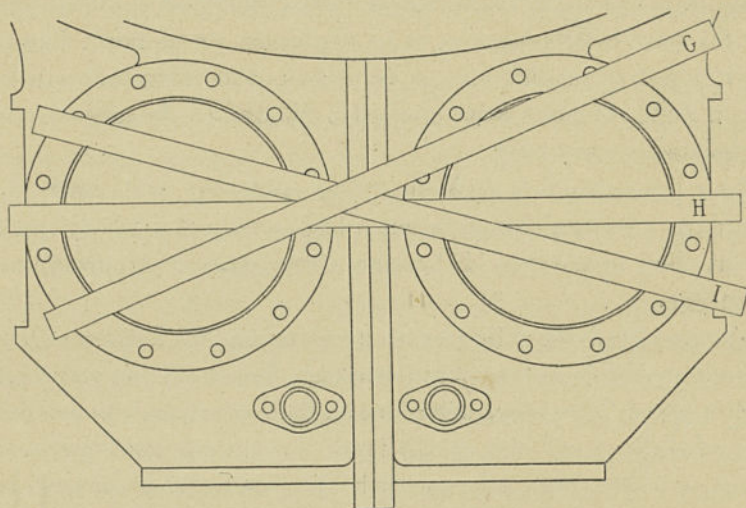


Fig. 150.

rigoureusement verticaux, soit au moyen d'un fil à plomb, soit au moyen d'un niveau d'équerre, dans le genre de celui représenté

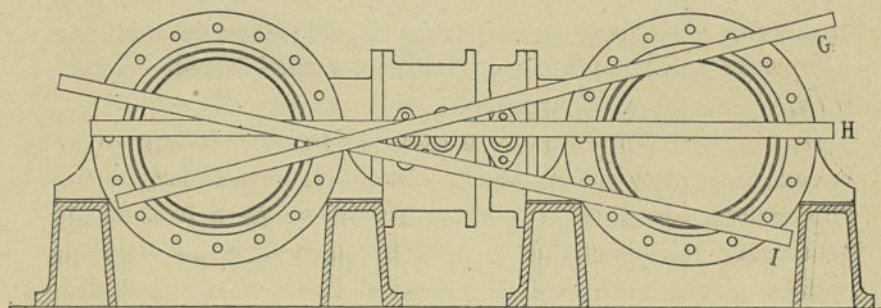


Fig. 151.

figure 12, soit au moyen d'une équerre, dont on applique l'une des branches suivant une génératrice et sur la branche libre de laquelle on place un niveau ordinaire; l'instrument de réglage doit se placer dans trois positions différentes. Les deux brides doivent alors être rigoureusement horizontales, ce dont il est facile de

s'assurer au moyen d'un niveau ordinaire placé sur chacune d'elles suivant deux directions différentes.

Il faut alors amener les deux brides dans le même plan. Pour cela, on placera une règle, figure 150, s'appuyant simultanément sur les deux collets dressés, et on déplacera, en hauteur, l'un des deux cylindres jusqu'à ce que le niveau, posé longitudinalement sur la règle, et pour deux positions différentes de celle-ci, reste parfaitement horizontal.

Pour permettre à la règle de passer au-dessus de la bride d'assemblage des deux cylindres, on interposera, entre la règle et les collets, deux épaisseurs, de hauteur convenable et rigoureusement les mêmes.

Lorsque les deux cylindres se montent sur des bâtis séparés et ne sont pas reliés directement entre eux, figure 151, on commence par les placer, tous deux séparément, de niveau, aussi exactement que possible. A cet effet on applique, suivant une génératrice, un niveau à bulle d'air, puis on vérifie la verticalité des brides, soit au moyen d'un fil à plomb, soit au moyen d'un niveau spécial, figure 12, soit au moyen d'une équerre dont l'une des branches est bien appliquée sur la bride et sur l'autre branche de laquelle on place un niveau ordinaire.

Sur le plan de la bride de l'un d'eux, on applique une règle bien droite, dans différentes positions, et cette règle doit également s'appliquer parfaitement sur la bride du second cylindre, comme il est représenté en H figure 151.

La première application de la règle indiquera, immédiatement, le sens suivant lequel on doit chercher à rattraper l'erreur; les applications suivantes de la règle devront se faire avec le plus grand soin, jusqu'à réglage parfait. Il faudra alors que la règle, bien appliquée sur le plan de la bride de l'un des deux cylindres, s'applique aussi parfaitement sur le plan formé par l'autre bride.

On commence par placer la règle, dans la position G, sur l'un des cylindres et on la fait tourner graduellement, sur son plan de contact, de manière à l'amener devant la bride du second cylindre; on voit immédiatement la direction suivant laquelle il y a lieu de rappeler l'erreur. La seconde fois, on place successivement la règle dans différentes positions, et, si le réglage est bien fait, l'instru-



ment doit toujours s'appliquer simultanément sur les plans des deux brides, suivant toute l'étendue de l'une de ses faces ou de ses arêtes.

La même opération répétée ensuite en prenant le second cylindre comme guide, devra donner les mêmes résultats.

Lorsque les cylindres sont parfaitement réglés, comme nous venons de le dire, les deux pistons travaillent de la même manière, s'approchent également des deux couvercles et laissent le même espace nuisible. Ce mode de procéder assure également le parallélisme rigoureux des guides, lorsque ceux-ci sont attachés aux couvercles des cylindres.

Lorsque le réglage des cylindres à réunir est obtenu d'une manière vraiment parfaite, on alèse les trous des boulons d'assemblage, on met ceux-ci en place, et on serre les écrous à fond.

Si l'un des guides doit s'attacher au couvercle du cylindre, il est indispensable, quand on met ce couvercle en place, pour contre-marquer les trous de la bride, de faire en sorte que la glissière se mette bien horizontalement. Il faut également tenir compte de cette circonstance, quand on assemble les deux cylindres entre eux ou bien au réservoir intermédiaire; sans cela, on s'exposerait à avoir des guides qui ne seraient pas parallèles, il en résulterait des frottements exagérés de la crosse et des grippements des organes. Si on constatait une erreur sous ce rapport, il faudrait nécessairement la corriger.

Il est recommandable de dresser bien exactement les assises, de manière à avoir les glissières des deux cylindres rigoureusement parallèles entre elles. De cette façon, si on a ultérieurement besoin de reprendre sur les glissières, pour les rapprocher l'une de l'autre contre les patins de la crosse, l'opération pourra toujours se faire en se guidant sur la surface d'attache, dressée, et ne pas nécessiter de nombreuses vérifications qui exigent des mises en place et des démontages répétés et toujours coûteux.

*Taraudage, à la main, des trous de goujons dans les cylindres.*  
— Lorsque les trous de goujons sont taraudés à la main, il faut que l'outil soit parfaitement guidé pour pratiquer convenablement l'opération; il doit s'enfoncer rigoureusement suivant l'axe du trou

à façonner et perpendiculairement à la surface de la bride. S'il en était autrement, si les goujons se mettaient, en tout ou en partie, obliquement par rapport au plan de la bride du cylindre, ils ne pourraient plus s'introduire dans les trous du couvercle lorsqu'il s'agirait de monter celui-ci.

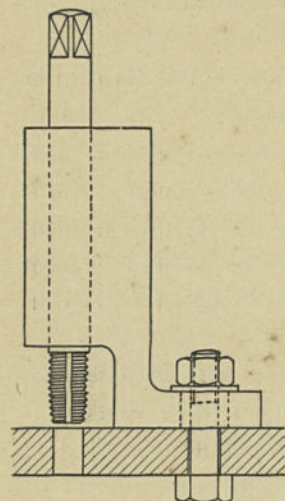


Fig. 152.

Pour pratiquer l'opération correctement, on peut avoir recours à l'emploi du dispositif représenté figure 152. Celui-ci consiste en un support guide, qui se boulonne provisoirement à l'un des trous forés dans la bride. L'emploi de l'appareil exige nécessairement que la queue du taraud ait un diamètre supérieur à celui de l'extérieur du filet, afin de pouvoir introduire l'outil par le

dessus et d'être certain que celui-ci est parfaitement guidé.

*Réalésage des cylindres sur place.* — Lorsque les cylindres sont ovalisés ou fortement rayés, il est indispensable de procéder à leur réalésage. Cette opération doit parfois se faire sur place, c'est-à-dire sans démontage de l'organe à réparer. On peut, à cet effet, avoir recours à l'emploi d'alésoirs portatifs que nous avons décrits ailleurs.

L'appareil peut se monter en place de deux manières différentes.

On peut régler le centrage d'après le trou déformé, de façon à ne reprendre que la passe la plus légère possible. Dans ce cas, l'axe du trou réalésé ne coïncidera plus, ni avec l'axe de la boîte à bourrage, ni avec celui de la machine, car on aura produit un décentrement du trou égal à la moitié de l'ovalisation du cylindre.

On peut aussi centrer la barre, de manière à conserver la coïncidence de l'axe du cylindre avec l'axe des guides. Dans ce cas, l'épaisseur de la passe à reprendre n'est pas uniforme sur toute la périphérie du cylindre; elle est beaucoup plus forte vers le haut que vers le bas.



Ce dernier mode de procéder est cependant de loin le meilleur. Le premier est parfois admissible, quand il y a lieu de rappeler, en même temps que l'ovalisation du cylindre, l'usure des glissières et des coussinets; le tout doit alors quand même être remonté complètement à nouveau, la position relative des différents organes vérifiée soigneusement, et on a l'avantage de n'enlever qu'une quantité relativement réduite de matière sur le cylindre. Mais il en résulte une altération dans l'uniformité d'épaisseur des parois de ce dernier, et cette circonstance peut parfois provoquer certains inconvénients, suite naturelle d'inégalités dans la dilatation de l'organe.

Le calage de l'appareil à réaléser sur place, suivant l'axe du cylindre, est relativement facile à obtenir, parce qu'on peut,

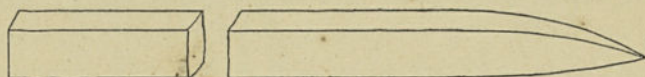


Fig. 153.

presque toujours, guider l'extrémité de la barre au moyen de la boîte à bourrage, dont l'usure est généralement négligeable.

Si le diamètre du trou de la boîte à bourrage est notablement

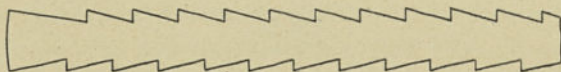


Fig. 154.

supérieur à celui de la barre, on peut toujours y rapporter une buselure guide à dimensions convenables. Si la différence est trop petite pour permettre l'emploi de cet accessoire, on peut éventuellement fixer une lunette guide à l'extérieur de la boîte, du côté du couvercle qui n'a pas été enlevé ou qui est venu de fonderie avec le cylindre.

Le rattrapage de l'ovalisation peut aussi se pratiquer à la main et au grattoir. Celui-ci est alors de section carrée et doit couper franchement.

L'outil se tire ordinairement d'une barre en acier carrée, de 15 à 20 millimètres de côté et de 1 mètre à 1,25 m. de longueur, qu'on forge, comme le montre la figure 153. On trempe la pointe

forgée sur toute sa longueur, puis on l'affûte, à la meule, de manière à obtenir des arêtes présentant une certaine courbure.

On fait ensuite une crémaillère, dans le genre de celle que représente la figure 154, en bois assez dur, hêtre ou frêne de préférence, de 25 millimètres environ d'épaisseur, et de 70 à 80 millimètres de largeur, qu'on coupe à longueur convenable pour pouvoir l'introduire dans le cylindre, et l'y caler à demeure. Cette crémaillère servira de support à l'outil, facilitera son maniement dans une notable mesure et augmentera son rendement.

Pendant le travail, le manche du grattoir doit toujours s'ap-

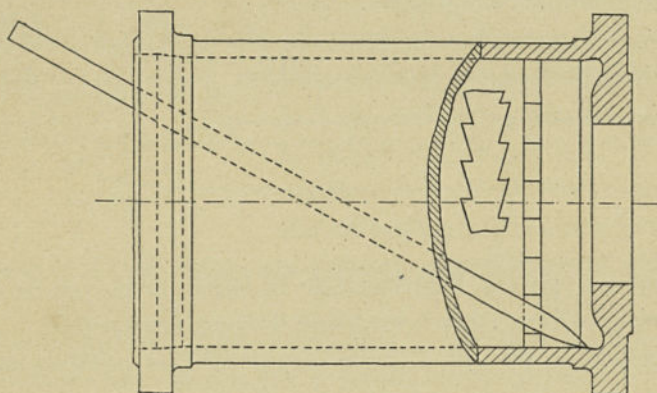


Fig 155.

puyer, de préférence, sur les dents inférieures de la crémaillère ; c'est pour cela que celle-ci doit pouvoir se déplacer éventuellement dans toutes les parties du cylindre, pour l'amener à l'endroit convenable suivant les besoins.

Les épaulements qui se forment à l'intérieur du cylindre, aux deux extrémités de course, peuvent s'enlever au moyen de l'alésoir ; cependant, ce travail peut également se faire beaucoup plus rapidement à la main, en opérant comme nous venons de le dire pour le réalésage. La figure 155 représente la disposition générale de l'installation, pour le travail au grattoir ; il faut avoir soin de tourner les dents de la crémaillère, comme le montre la figure.

§ 4. **Montage des glissières.** — Lorsqu'une machine est pourvue de glissières rapportées, il faut, de préférence, se régler, pour



monter celles-ci, d'après les autres organes de la machine, plutôt que de prendre les guides eux-mêmes comme point de départ pour la mise en place des autres pièces. Le montage, exécuté de la première manière, est beaucoup plus exact que celui que donne l'emploi du second procédé ; il permet souvent d'éviter les frottements nuisibles et la détérioration rapide des organes qui en est la conséquence inévitable ; même lorsque les guides ne doivent être démontés que très rarement, il y a toujours lieu de lui donner la préférence.

Toutefois, le mode d'opérer le plus convenable à adopter peut être parfois imposé naturellement par certaines circonstances locales, notamment les conditions de marche et de conservation dans lesquelles se trouve la machine, les pièces remplacées, etc.

Supposons, par exemple, qu'on ait remplacé le piston ainsi que la buselure de la boîte à bourrage, ou bien que, celle-ci ne présentant aucun jeu autour de la tige qui la traverse, on ait jugé utile de ne remplacer que le piston ; pour monter les glissières, on procédera alors de la manière suivante.

On amène d'abord le piston à fond de course, on cale la crosse sur la tige, puis on met les guides de façon à ce qu'ils touchent les patins du coulisseau. Il y a lieu alors d'examiner, attentivement, si les conditions suivantes sont réalisées. Le plan de la surface supérieure des guides inférieurs doit être rigoureusement parallèle à l'axe de l'arbre, et de plus, ce plan doit également être parallèle à l'axe du cylindre ; en admettant, naturellement, que le cylindre et l'arbre occupent, l'un par rapport à l'autre, la position convenable.

Pour s'assurer de la chose, on place d'abord le niveau d'eau à l'intérieur du cylindre et exactement suivant une génératrice de celui-ci, puis on s'assure, par retournement de l'appareil, que l'organe vérifié est bien horizontal.

On fait ensuite la même opération, en plaçant le niveau sur la surface frottante des glissières, figure 136, et suivant la longueur de celles-ci ; pour être parallèles à l'axe du cylindre, les deux guides devront être de niveau, dans le sens de leur longueur. On amène ensuite, au moyen de la règle, les deux guides inférieurs dans le même plan ; puis on y replace la règle, transversalement,

figure 157, et au moyen du niveau, on s'assure de la parfaite horizontalité de celle-ci ; le niveau, placé ensuite sur l'arbre devra

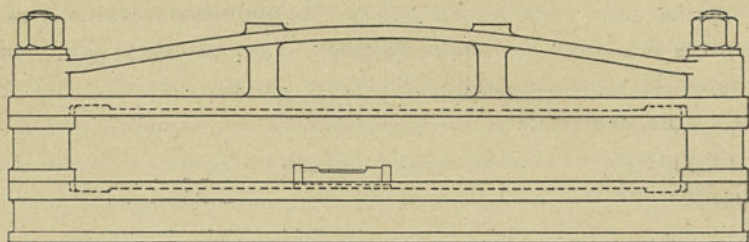


Fig. 156.

également indiquer la parfaite horizontalité de ce dernier. Lorsque les différents organes sont réglés, temporairement, comme nous

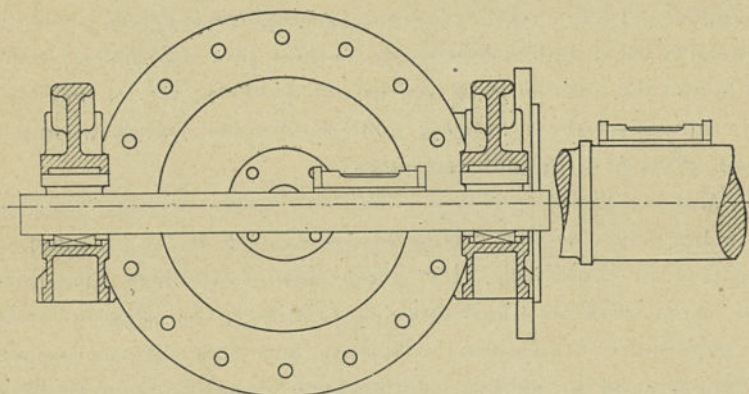


Fig. 157.

venons de le dire, on fixe les guides à écartement convenable ; le presse-étoupe doit alors se mouvoir aisément le long de la tige du piston et pénétrer en même temps, sans résistance anormale à aucun moment et dans toutes ses positions, dans la boîte à bourrage.

Pour mettre les glissières à écartement convenable de l'axe de la machine, on pourra se servir de coins, en fer, en bois, ou même en plomb, dont on introduira l'arête entre les pattes des guides et leur douille d'attache, en les forçant suffisamment pour les faire marquer d'une manière bien visible ; en enduisant de craie les extrémités de ces coins auxiliaires, on rendra les marques plus



apparentes. Il faut alors interposer des cales, à l'endroit des attaches, entre les guides et les douilles auxquelles ils sont attachés. L'emploi de ces cales est indispensable, si on veut se réserver la possibilité de rappeler, à un moment donné, la moindre erreur qui pourrait se produire d'un côté ou de l'autre.

Si ces cales intermédiaires doivent avoir une épaisseur assez faible et sont par conséquent difficiles à pincer convenablement dans l'étau sans s'exposer à provoquer leur flexion, on prend un morceau de bois tendre dont l'une des faces est bien dressée. On pince celui-ci dans l'étau, et, au moyen de chevilles clouées tout autour de l'épaisseur à limer, on fixe parfaitement cette dernière en place sur le morceau de bois. C'est la disposition adoptée pour le dressage des calibres, que nous avons décrite ailleurs.

Lorsque les quatre épaisseurs sont ajustées aux dimensions requises, on les intercale entre les surfaces en regard de la glissière et du bloc sur lequel celle-ci se fixe, puis on serre à fond les boulons d'assemblage. On essuie alors convenablement les guides, et, au moyen d'un niveau placé suivant deux directions perpendiculaires comme précédemment, on s'assure qu'ils sont, chacun séparément, parallèles à l'axe du cylindre et que leur plan est également parallèle à l'axe du cylindre.

S'il y a une erreur, on regarde de quel côté il y a éventuellement lieu de faire la correction, et on tâche d'évaluer approximativement l'importance de celle-ci. On enduit ensuite de rouge marquant les surfaces frottantes des guides et, en déplaçant le coulisseau le long de ceux-ci, on voit immédiatement apparaître les endroits qui doivent être retouchés.

Si le presse-étoupe est ajusté exactement dans la boîte à bourrage et sur la tige du piston, il suffira de le déplacer sur celle-ci, en le faisant entrer dans son logement et en le retirant ensuite, pour quelques positions différentes du piston; on s'assurera ainsi que l'axe de la tige est rigoureusement parallèle au plan des glissières.

Il est indispensable de placer la règle à différents endroits des glissières, comme le montrent les figures 158 et 159, pour s'assurer que leur plan est bien parallèle à l'axe du cylindre. Ainsi, dans la figure 158, en appliquant convenablement la règle sur le guide A,

on voit immédiatement que la surface supérieure de la glissière B n'est pas dans le plan de la première. Il faut qu'en appuyant la règle sur l'une des glissières, elle vienne parfaitement en contact

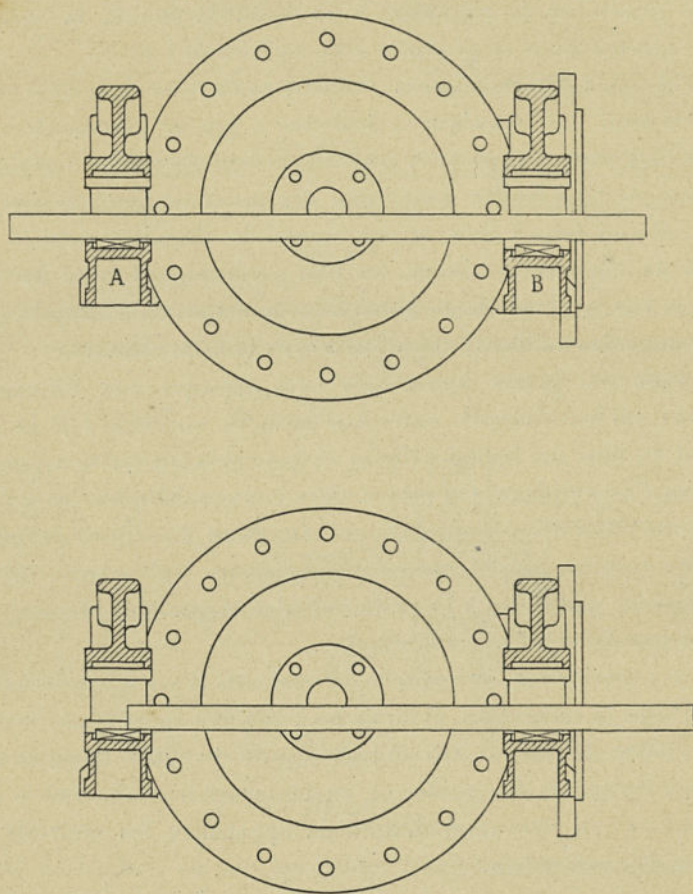


Fig. 158 et 159.

avec l'autre, comme le montre la figure 159. Les quatre guides doivent se vérifier de la même manière.

Si les assises ne sont pas parfaitement planes, de même que les cales intermédiaires, et si celles-ci ne sont pas à épaisseur convenable, on constatera immédiatement un bridage dans les glissières, quand on serrera à fond les boulons d'assemblage qui les relient au bâti ou au cylindre. Dans de telles conditions de montage, il se produirait des frottements exagérés entre le glisseau et ses



guides, et il pourrait même en résulter un faussage de la tige du piston. La boîte à bourrage et le presse-étoupe, s'useraient également beaucoup plus vite.

Il peut aussi arriver, qu'au montage, par suite de défauts de dressage des portées, les glissières se voilent dans le sens de leur longueur. Le défaut est facilement rendu apparent, en déplaçant la crosse suivant la longueur de ses guides; il peut même se constater immédiatement en posant, longitudinalement sur ceux-ci, une règle parfaitement droite qu'on déplace latéralement. Si la glissière est bombée, la règle ne portera qu'en son milieu; si, au contraire, elle est creuse, son contact avec la règle ne s'accusera qu'aux deux extrémités de cette dernière.

Si ce défaut se révélait sur l'un des guides, on desserrerait ses boulons d'attache à l'une de ses extrémités, puis on ferait une nouvelle vérification à la règle; si on constate alors que le défaut a disparu, c'est qu'il y avait, de ce côté, du bridage entre les boulons d'attache et les trous correspondants du guide. Si la règle accuse la persistance de la déformation, on relâche alors les boulons d'attache de l'autre extrémité.

Remettant alors la règle en place, comme précédemment, si le défaut ne se montre plus, c'est un indice de bridage des boulons d'attache de ce côté dans les trous correspondants du guide. Mais si, au contraire, la déformation continue, malgré tout, à se faire sentir, c'est que le guide est mal dressé et il faut alors nécessairement le retoucher.

A chaque essai à la règle, il est bon d'avoir recours au rouge marquant, pour accuser plus visiblement la déformation aux endroits où elle se produit; il faut aussi faire voyager la crosse sur ses glissières pour marquer les endroits saillants. Le rouge marquant fera apparaître les défauts impossibles à décélérer uniquement avec la règle et le niveau, et montrera, directement, les endroits qui doivent être retouchés.

Pour monter le guide supérieur, on commencera par amener la crosse à mi-course, puis on placera la glissière. Ensuite, en se servant des coins comme précédemment, on recherchera l'épaisseur convenable à donner aux cales intermédiaires, et on dressera celles-ci régulièrement, en ayant recours à l'emploi du rouge



marquant. Les guides supérieurs doivent être montés, de façon à porter parfaitement sur le patin du glisseau, et on peut alors se dispenser de procéder à la vérification au moyen de la règle et du niveau.

Comme il arrive souvent que les boulons d'assemblage des glissières inférieures doivent être relâchés pour mettre en place les glissières supérieures, il faut alors nécessairement retenir les premières en place, et empêcher leur déplacement accidentel par un moyen quelconque ; on les supportera, par exemple, par des chandelles en bois ou des verins de calage. Il faudra nécessairement enlever ces supports provisoires pour la vérification du guide, dont la forme régulière pourrait être affectée par des flexions accidentelles. Après montage des glissières supérieures, on graissera soigneusement les surfaces frottantes, puis on déplacera la crosse sur ses guides, à la main et sans l'aide de levier quelconque, pour autant toutefois que le poids des organes à faire mouvoir ne soit pas trop considérable. Lorsque les guides sont parfaitement réglés en place, on alèse, au diamètre voulu, les trous de leurs boulons d'attache, pour y mettre les boulons définitifs. Ces boulons seront repérés avec soin, et il en sera de même des épaisseurs intercalées. Il est également recommandable, avant d'aléser les trous de boulons, de forer, sur place, un trou pour une broche spéciale de repérage ; celle-ci empêchera tout déplacement accidentel de l'une ou l'autre pièce pendant la mise à dimensions des organes d'attache.

Lorsque les guides ont été montés comme nous venons de le dire, si le presse-étoupe se meut sur sa tige de manière à s'engager et à se dégager facilement de la boîte à bourrage, l'ajustage est correct. Le guidage du piston par le cylindre, et le guidage de la tige dans la boîte à bourrage, peuvent d'ailleurs toujours être utilisés pour vérifier l'exactitude des opérations de montage ; ils permettent de s'assurer que l'axe du déplacement du piston et l'axe de l'arbre principal sont dans le même plan.

Supposons maintenant, qu'on remplace le piston et qu'il y ait du jeu, entre la tige de ce dernier et le presse-étoupe, ou bien entre le presse-étoupe et la boîte à bourrage. On ne pourra plus alors prendre la direction de la tige comme guide, pour faire le



montage. En effet, supposons, figure 160, que XY représente l'axe théorique de la machine ; la tige du piston, n'étant pas soutenue par le presse-étoupe, pourra s'incliner comme le montre la figure.

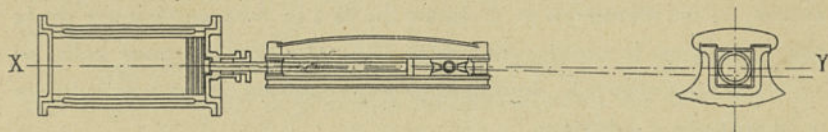


Fig. 160.

Elle ne sera pas de niveau ; et si on règle les guides d'après la tige, l'axe de ceux-ci ne sera pas parallèle à l'axe de la machine et leur plan ne sera pas non plus parallèle à cet axe. Il faut alors monter les glissières au moyen de la règle et du niveau, et le

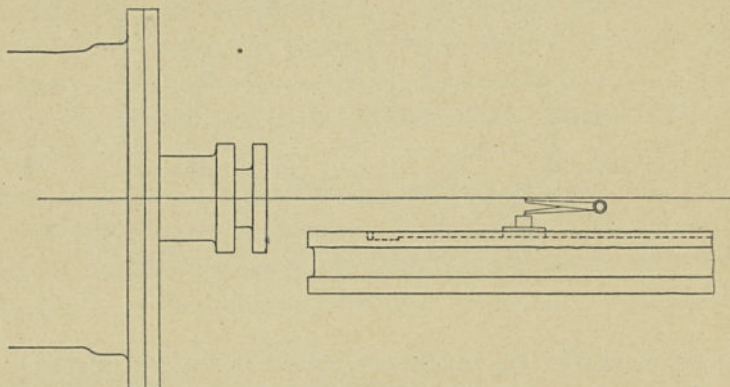


Fig. 161.

presse-étoupe n'est plus, dans le cas actuel, d'aucune utilité pour renseigner au sujet de la correction de montage.

Parfois, lorsqu'il y a du jeu au presse-étoupe et au piston, on met, provisoirement, des épaisseurs convenables aux endroits voulus pour régler la tige et l'amener dans la position correcte. Cependant ce moyen n'est pas recommandable, et on ne doit y avoir recours que lorsqu'il est pour ainsi dire imposé ; il est préférable de suivre une marche régulière, et de procéder comme suit.

On tend un fil, représentant l'axe de la machine, coïncidant avec l'axe du cylindre, et passant par l'axe de l'arbre moteur. On monte ensuite les guides inférieurs, parallèlement à cet axe et à une

distance de celui-ci, égale à la hauteur de l'axe de la crosse au-dessus du patin correspondant. Pour cela, on placera une règle, transversalement, sur la surface supérieure des deux guides inférieurs, et on mesurera la distance du fil à la face supérieure de la règle, comme le montre la figure 161. On pourra, pour cela, se servir d'un calibre à dimensions convenables, d'un trusquin ou d'un compas d'intérieur.

Cette distance devra toujours être mesurée rigoureusement suivant la perpendiculaire, plus courte distance entre l'axe et la

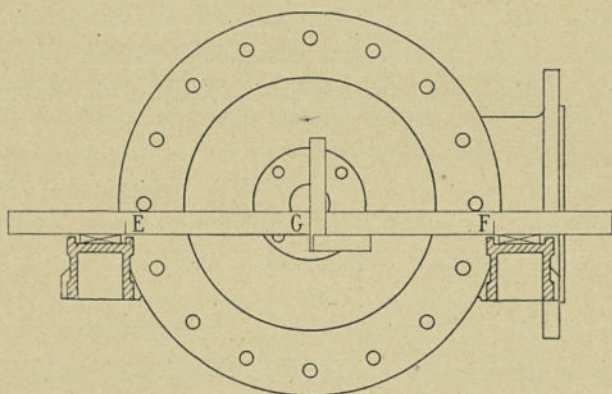


Fig. 162.

règle, et, à cet effet, on appliquera, contre la surface inférieure de celle-ci, une équerre à chapeau, comme le montre la figure 162.

Pour vérifier le parallélisme des deux guides entre eux, dans le sens de la longueur, et le parallélisme de ces guides à l'axe de la machine, on marquera, sur la règle, deux traits E et F, à écartement égal à celui des glissières, on prendra ensuite le milieu G de cette distance, et on appliquera l'équerre comme le montre la figure. Lorsque l'équerre sera placée en G, sur la règle, et que les points E et F coïncideront avec l'intérieur des glissières, la branche verticale de l'équerre devra toucher le fil.

Si les guides n'étaient pas symétriquement écartés par rapport à l'axe de la machine, il y aurait nécessairement lieu de modifier en conséquence la position du point G par rapport à E et F.

De plus, s'il arrivait que les deux crosses ne soient pas de la même hauteur, il y aurait naturellement lieu de tenir compte de



ce fait, en interposant, du côté convenable, une cale provisoire, d'épaisseur judicieusement choisie, entre la surface de la glissière et la face d'assise de la règle, de façon à ce que celle-ci soit bien horizontale.

Le manque de symétrie des guides, dans leurs dimensions ou leur disposition, est le principal inconvénient du montage pratiqué comme nous venons de le décrire ; ou bien on doit continuellement tenir compte de ces différences, ou bien on doit, par un procédé quelconque, les éliminer. Ces éventualités ne sont pas à redouter lorsqu'on suit la marche que nous avons indiquée en premier lieu.

Les guides supérieurs doivent être montés rigoureusement parallèles aux guides inférieurs, et à la distance voulue de ceux-ci suivant l'écartement des patins du coulisseau. Il est préférable de les mettre en place en se servant de la crosse, qu'on monte préalablement, et en procédant comme nous l'avons dit précédemment.

Les guides montés par l'un des moyens indiqués dans le cours de cette étude, ont leur plan rigoureusement parallèle à l'axe de la machine ; mais, à moins que le piston ne soit assez juste dans le cylindre, l'axe de sa tige ne reste pas longtemps dans la position

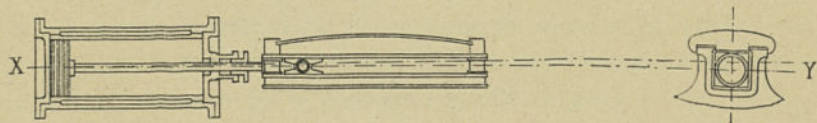


Fig. 463.

régulière, par suite de l'usure naturelle des organes frottants. Si le piston a été tourné à un diamètre inférieur à celui de l'alésage du cylindre, lorsqu'il est à fond de course, à l'arrière, il est réellement suspendu à l'intérieur du cylindre ; les réactions qu'il développe se répartissent sur la boîte à bourrage et sur les guides. On peut facilement se rendre compte de ces résultats à la simple inspection de la figure 463.

Ce défaut donne alors naissance, en certains endroits, à des frottements exagérés, d'où résultent l'usure rapide de la boîte à

bourrage et de sa garniture, et l'altération rapide de la régularité des guides. De plus, le piston frotte inégalement dans le cylindre et use davantage la partie postérieure de ce dernier. C'est pour cela que, dans certaines machines, on prévoit parfois le rappel de l'usure au piston ; cette disposition est tout à fait recommandable.

---



## CHAPITRE VI

### RECHERCHE, LOCALISATION ET CORRECTION DES DÉFAUTS DE MONTAGE DANS LES MACHINES

§ 1. Différentes causes de troubles dans le fonctionnement des machines. — *Ajustage et montage.* — L'ajustage des organes de machines doit toujours être fait avec les plus grands soins; cela n'empêche pas, cependant, qu'au montage, on découvre encore très souvent des défauts de concordance dans la position que doivent occuper les organes, les uns par rapport aux autres. Ces erreurs, presque toujours trop réduites pour pouvoir être constatées sur les pièces prises séparément, peuvent cependant produire les effets les plus nuisibles sur le fonctionnement et la durée de la machine en service. Souvent ces imperfections disparaissent d'elles-mêmes avec le temps, par suite de l'usure et du polissage des surfaces, surtout si on prend soin de monter primitivement les organes frottants avec un certain jeu, et de rappeler de temps en temps l'usure au fur et à mesure qu'elle se produit.

Cependant, cette pratique, qui consiste à laisser, dans des machines neuves, un jeu plus ou moins considérable entre les pièces frottantes, n'est pas du tout recommandable, parce que la portée régulière de ces organes doit alors résulter de l'usure normale. Or, celle-ci ne se produit pas toujours également et d'une manière uniforme; de plus, elle est souvent la cause, dans certaines parties du moteur, d'échauffements, et de grippages qui en détériorent les organes. Ces accidents sont inévitables, parce que, dans la réalité, les pressions se répartissent ordinairement sur des surfaces considérablement plus réduites que celles sur lesquelles on a primitivement compté dans les calculs. C'est pour cela qu'il est toujours indispensable de veiller à ce que les organes soient ajustés

exactement entre eux, et occupent, rigoureusement l'un par rapport à l'autre, après montage, la position régulière prévue lors de l'établissement de la machine.

L'exactitude de montage des différentes pièces séparées d'un organe, est un indice des soins apportés à l'ajustage ; mais le montage définitif de la machine est, en somme, la vérification de la correction de cet organe séparé, par rapport à ceux auxquels il doit s'assembler. L'ajustage d'un coussinet peut être parfait ; mais cela n'implique pas la certitude que, une fois mis dans son cadre, il s'applique exactement sur le tourillon auquel il est destiné et que les axes des deux organes coïncident rigoureusement.

D'un autre côté, il arrive parfois que le bâti d'une machine ne présente pas le développement suffisant pour y fixer tous les organes dont elle est composée. C'est ainsi que dans les machines de moyenne et de grande puissance l'arbre moteur est souvent supporté, à l'une de ses extrémités, par un palier auxiliaire, qui se fixe à la fondation et est indépendant du bâti de la machine. Ce palier ne peut se régler convenablement que lorsque cette dernière est en place, prête à être mise en train. Seulement, après un certain temps, les fondations se tassent, les différentes parties du moteur subissent une certaine dénivellation, et il devient alors indispensable de vérifier la position qu'occupent, l'un par rapport à l'autre, les différents organes principaux.

En général, une variation d'alignement, résultant soit de l'usure normale, soit du déplacement des repères, affecte l'arbre moteur. Les guides ne sont pour ainsi dire pas influencés ; et, à l'exception du pivot de manivelle, le reste paraît toujours se trouver dans les mêmes conditions que lors du montage primitif.

*Échauffements et chocs.* — L'échauffement des organes des machines, provient du frottement exagéré des pièces mobiles ; et celui-ci peut tenir à deux causes ; ou bien les organes ne sont pas bien ajustés, ils sont trop fortement serrés l'un contre l'autre ou n'ont pas une forme régulière ; ou bien ils ne sont pas montés dans la position relative requise.

Lorsque la cause des perturbations est un défaut de régularité des surfaces frottantes, il est toujours facile d'y remédier par un



ajustage judicieusement exécuté. Dans le cas où l'origine des accidents doit être attribuée à un défaut de montage, on peut souvent y remédier, plus ou moins, en relâchant certaines attaches; mais ce remède est fréquemment la cause de chocs, et le mieux est encore de chercher à remonter les organes pour les amener exactement dans la position qu'ils doivent occuper.

Les chocs peuvent parfois se localiser à la main, en appliquant celle-ci à l'endroit où on suppose qu'ils se produisent; mais on les localise, avec une précision beaucoup plus grande, en tenant, entre les dents, l'extrémité d'un morceau de fil de fer, et en plaçant l'extrémité libre, successivement sur le cylindre, les guides, les paliers, etc. Les vibrations, qui se développent dans la machine, se transmettent à la mâchoire et sont d'autant plus accentuées qu'on est plus près de l'endroit où le choc se produit.

Les endroits où se produisent le plus communément les chocs sont: d'abord les pivots de la crosse et de la manivelle, où ils résultent de l'usure des coussinets et d'autres causes que nous aurons l'occasion de signaler dans la suite; ensuite aux extrémités de course, soit au cylindre, soit aux guides, par suite de la production d'épaulements résultant de l'usure de ces organes.

L'ovalisation du pivot de manivelle n'est pas à redouter, si les coussinets de la bielle sont bien ajustés sur leur tourillon et viennent bien en contact avec lui sur toute sa surface; dans ce cas, l'usure se produit uniformément sur toute l'étendue des surfaces frottantes. Mais dès qu'il y a un certain jeu dans les articulations, l'ovalisation est beaucoup plus à redouter, parce que la pression qui s'exerce entre les deux organes est beaucoup plus considérable aux extrémités de la course que lorsque la manivelle est à son point le plus haut ou aux environs de celui-ci. L'usure du pivot de crosse produit aussi une ovalisation, également dans le sens de l'axe de la machine, parce que la pression la plus considérable agit toujours suivant l'axe de la tige du piston, et que la composante, dirigée normalement à l'axe de cette dernière, est toujours très réduite.

Les épaulements qui se forment à l'intérieur du cylindre et sur la surface frottante des glissières, proviennent des causes suivantes.

D'abord, par suite du rappel de l'usure dans les coussinets de la bielle, la longueur de celle-ci est toujours plus ou moins altérée, l'usure à la tête tournante étant toujours beaucoup plus considérable qu'à la tête oscillante. Il en résulte, qu'en marche, le déplacement du piston dans le cylindre et de la crosse sur ses glissières, ne se fait pas toujours au même endroit. Dans les cas ordinaires, c'est-à-dire quand les bielles ne sont pas en retour, et que le rappel de l'usure a pour effet de raccourcir cet organe, il y a toujours une usure moindre dans le cylindre, du côté opposé au glisseau, et l'usure des glissières est également moins accentuée du côté du piston.

L'inconvénient peut être diminué dans de notables proportions, lorsque le piston est muni d'une contre-tige, ou que les deux têtes de la bielle sont choisies de manière à rappeler, sur chacune d'elles, l'usure en sens contraire et à lui conserver une longueur sensiblement constante. Cependant, même en adoptant ces dispositions, on constatera encore la formation d'épaulements aux deux extrémités du cylindre, naturellement plus réduits que précédemment. L'usure du cylindre sera d'ailleurs toujours plus considérable vers le milieu, parce que, en cet endroit, le piston et les cercles appuient plus fortement sur lui, qu'aux deux extrémités de la course.

§ 2. Vérification des axes de la machine au moyen du cordeau.  
— La principale cause d'échauffement et de grippement des sur-

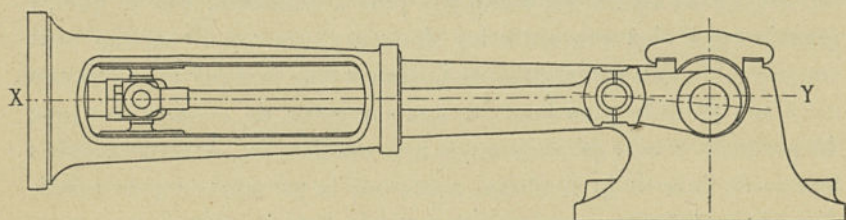


Fig. 164.

faces frottantes, doit être recherchée, généralement, dans le fait que l'axe du cylindre, l'axe du glisseau ou des glissières, et l'axe de l'arbre moteur, n'occupent pas, l'un par rapport à l'autre, la position convenable.



Les moyens à employer dans ce cas, pour vérifier l'exactitude du montage de la machine et remettre les organes exactement dans leur place régulière, diffèrent suivant le type de la machine, et parfois suivant certaines circonstances locales.

Par exemple, dans une machine avec bâti en bayonnette et guides cylindriques, l'axe d'alésage de ces derniers doit couper l'axe de l'arbre moteur et être perpendiculaire à la face dressée qui vient s'appliquer contre le cylindre ; cet axe doit également coïncider avec l'axe de la tige du piston.

La coïncidence de l'axe des guides avec l'axe du cylindre est facile à obtenir quand l'extrémité du bâti porte un emboîtement

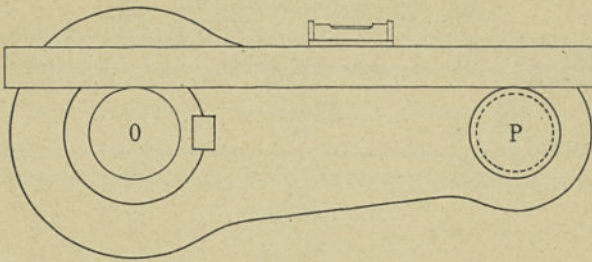


Fig. 165.

alésé exactement au diamètre de tournage de la bride du cylindre qui vient s'y engager ; mais cela n'implique pas nécessairement la concordance de l'axe des glissières avec celui des paliers de l'arbre moteur.

Si le montage a été exécuté de manière à réaliser la coïncidence parfaite des axes, il ne pourra se produire d'altération, dans la position relative des différents organes, que par suite de l'usure du coussinet du palier de l'arbre moteur ; et dans ce cas l'axe de l'arbre descendra, comme le montre la figure 164.

Le résultat de ce déplacement sera une diminution du rendement dynamique de la machine, par suite de la variation de la contre-pression qui s'exerce aux extrémités de la course. De plus, l'angle de calage du mécanisme commandant la circulation de la vapeur dans le cylindre restant constant par rapport à l'axe de la manivelle, mais ayant varié par rapport à la position du piston dans le cylindre, il en résultera une perturbation dans la distri-

bution de la vapeur. Toutefois, on peut toujours éviter ces inconvénients en rappelant, en temps utile, l'usure de la partie inférieure du coussinet, et en adoptant, dans ce but, des dispositifs convenablement appropriés.

Pour déterminer la valeur du rappel à effectuer, on tracera sur le bout de l'arbre, et du centre de ce dernier, figure 165, une circonférence ayant même diamètre que l'épaule du bouton qui vient buter contre la tête de la manivelle, puis, au moyen d'un niveau, on placera celle-ci bien horizontale. On s'assurera préalablement que l'axe du cylindre et l'axe des guides sont également

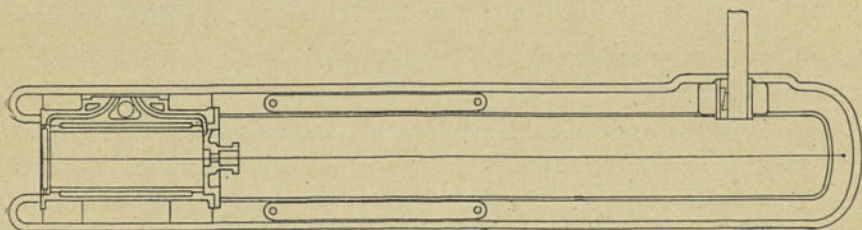


Fig. 166.

bien horizontaux, et, en tirant un fil représentant l'axe de la machine, ce fil devra coïncider avec l'axe de la manivelle.

En règle générale, dans une machine horizontale, l'axe du cylindre, l'axe des guides et l'axe de la manivelle, quand celle-ci est aux deux points morts, doivent être rigoureusement de niveau.

Si, au lieu d'un bâti Corliss, la machine est pourvue d'un bâti ordinaire, dans le genre de celui représenté figure 166, on opérera de la manière suivante.

Si les pattes d'attache du cylindre sont dressées suivant un plan rigoureusement parallèle à l'axe de cet organe, et si leur distance à l'axe a été convenablement déterminée d'après la hauteur d'axe du palier de l'arbre moteur, il est théoriquement évident, qu'au montage, les axes du cylindre et du palier seront dans un même plan. Mais, comme la longueur totale des pattes d'attache ne dépasse généralement pas le septième ou le sixième de la distance qui sépare l'axe du cylindre de l'axe de l'arbre moteur, il en résulte que la moindre erreur de dressage, étant multipliée dans les propor-



tions précédentes, pourra devenir, en réalité, assez importante. C'est pour cette raison que, dans ce cas, il est indispensable, pour tirer le cordon, de mettre le cylindre parfaitement horizontal, et de tirer l'axe de ce dernier qui devra couper l'axe de l'arbre moteur.

Si l'axe du cylindre est trop bas, l'erreur n'est jamais bien considérable, et on se contente d'interposer aux assises, entre les

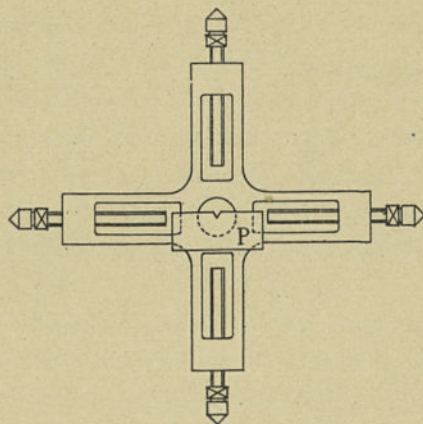


Fig. 167.

surfaces de contact, des feuilles de clinquant ou simplement de papier, en nombre suffisant.

Pour tirer le cordon, il faut centrer le cylindre, à l'arrière, en y mettant un faux centre provisoire. On peut, à cet effet, employer

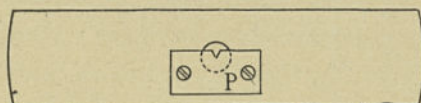


Fig. 168.

un croisillon, comme celui que représente la figure 167, pourvu d'un trou, à sa partie centrale, et dont les extrémités des bras portent des vis de pression destinées à obtenir son centrage et à lui assurer la stabilité voulue, quand il est mis en place. Sur ce croisillon, on rapporte, provisoirement, une petite plaque en tôle, P, dont l'un des côtés vient un peu plus haut que le centre. Celui-ci est marqué exactement sur ce morceau de tôle, au moyen d'un compas, en suivant la marche que nous avons eu l'occasion d'ex-

poser ailleurs. On pratique alors, en partant du bord et au moyen d'une petite lime à fendre, une entaille qu'on prolonge exactement jusqu'au centre piqué, et dans laquelle on introduira le fil.

A défaut de croisillon, on peut avoir recours à un faux centre

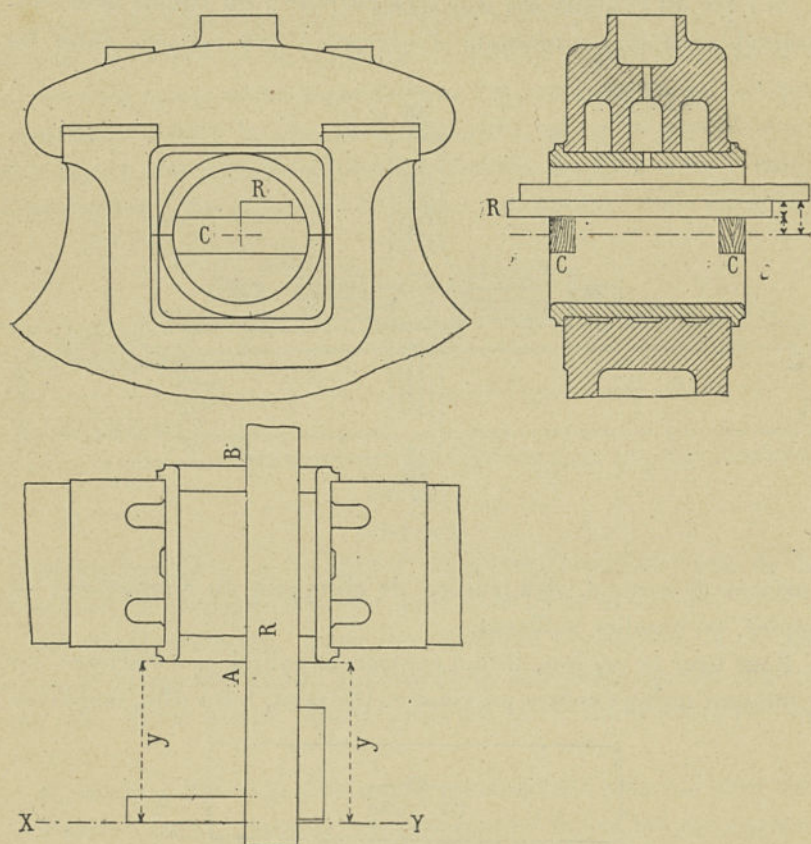


Fig. 169, 170 et 171.

en bois, sur lequel on rapporte la plaque P, figure 168, au moyen de vis.

L'autre extrémité du cordon est attachée à l'entretoise du bâti, et fixée définitivement en place lorsqu'on a constaté que le fil passe exactement par le centre de la boîte à bourrage. On peut, pour vérifier le centrage exact en cet endroit, avoir recours au compas d'intérieur qu'on applique en différents points de la circonférence



d'alésage de la boîte à bourrage, on bien rapporter un faux centre comme précédemment, mais prolonger la fente, dans ce dernier, un peu en dessous du centre géométrique recherché, afin que le fil ne vienne pas appuyer en cet endroit et fausser les indications.

Le fil doit être parfaitement tendu, afin d'obtenir une plus grande exactitude ; il ne doit appuyer absolument en aucun point intermédiaire, pour ne pas dévier l'axe.

Si le palier est dressé à sa surface d'assise et porte le coussinet ajusté et fixé dans son cadre, le centre d'alésage pourra se déterminer aisément d'après la ligne XY, axe de la machine. Ce centre d'alésage se marquera facilement sur les deux faces, de manière à ce que l'axe de la surface parachevée soit rigoureusement de niveau, à la même hauteur que XY et perpendiculaire à cette dernière droite.

Pour faire le traçage, on introduira, dans le coussinet, une règle, R, qu'on amènera parfaitement perpendiculaire à l'axe XY, en se servant de l'équerre, et exactement de niveau. Si c'est nécessaire, on la maintiendra en place au moyen de coins en bois, chassés comme le montre la figure 166.

En traçant, sur la face supérieure des faux centres C, la droite AB, figure 171, on aura la direction de l'axe d'alésage. Si les faces du coussinet sont préalablement dressées, il faudra naturellement les mettre parallèles à l'axe XY.

Pour avoir la hauteur de centre, on tendra un fil sur la règle, de manière à ce qu'il s'applique parfaitement sur celle-ci à la surface supérieure, mise de niveau, et qu'il soit bien perpendiculaire à l'axe XY ; pour cela, il suffira de mettre le fil parallèle à l'arête de la règle qui a servi à tracer la droite AB. On mesurera ensuite la plus courte distance entre ces deux lignes perpendiculaires dans l'espace, puis on reportera cette distance, sur le faux centre, en dessous de la surface supérieure de la règle, figure 170. On peut éventuellement remplacer le fil par une seconde règle, placée à la partie supérieure de la première, et mise parfaitement de niveau ; c'est le dispositif représenté figure 170.

La position exacte du centre, se déterminera alors d'après la distance de l'axe du palier à l'axe du cylindre ou à l'extrémité des

guides, ou bien encore suivant l'épaisseur de la passe à prendre sur le coussinet pour l'aléser dans des conditions régulières.

Si le coussinet est alésé et monté dans son palier, dont la surface d'assise est dressée, et qu'il s'agit de mettre le palier en place, il faut nécessairement l'amener de manière à ce que son axe d'alésage soit perpendiculaire à l'axe XY de la machine.

On opérera alors comme précédemment, au moyen d'une règle, placée bien de niveau et bien parallèle à l'axe d'alésage, qu'on amènera, en faisant pivoter tout le système sur sa base d'assise, perpendiculaire à l'axe XY. Cette règle sera parfaitement guidée suivant l'axe du trou, si on applique l'un de ses côtés ou, plus exactement, deux de ses arêtes, rigoureusement suivant la direction des génératrices de la surface cylindrique ; il suffit, pour cela, d'appuyer convenablement la règle contre le coussinet.

§ 3. **Vérification des axes de la machine, au moyen de la bielle et de la manivelle.** — Lorsqu'il y a un défaut d'alignement dans les organes principaux de la machine, on peut presque toujours le découvrir, en mettant la manivelle successivement dans quatre positions différentes, par exemple aux deux points morts et en deux positions faisant un angle droit avec les précédentes, c'est-à-dire correspondant sensiblement au milieu de la course du piston.

Il suffit, en général, de se borner aux vérifications que nous indiquerons plus loin, pour ces quatre positions de l'organe.

Supposons que nous ayons à contrôler l'état de montage d'une machine installée définitivement à demeure, et ayant déjà fonctionné pendant un certain temps : nous vérifierons successivement les différents points suivants :

1° La position de l'arbre dans un plan vertical, perpendiculaire à l'axe de la machine.

2° La position de l'arbre, dans un plan horizontal parallèle à l'axe de la machine.

3° Le parallélisme de l'axe du pivot de manivelle avec l'axe de l'arbre principal.

4° La hauteur de l'axe de l'arbre principal par rapport à l'axe de la crosse.



En ce qui concerne ce dernier point, il faut préalablement remarquer, que l'axe de l'arbre moteur doit être parallèle dans deux plans, horizontal et vertical, à l'axe du pivot de crosse ; mais lorsqu'on tire le cordon suivant l'axe du cylindre, on constate généralement, que l'axe de l'arbre ne se trouve pas dans le plan de la machine. Ordinairement l'axe de l'arbre est plus bas, et cette descente provient de ce que l'usure est plus considérable dans la partie inférieure du coussinet ; il en résulte alors un abaissement de l'axe de la manivelle.

En supposant que le pivot de la crosse occupe sa position régulière, c'est-à-dire que son axe se trouve dans le plan de l'axe de la machine et que ces deux axes sont perpendiculaires entre eux, nous pourrions classer les déviations de l'arbre principal de la manière suivante :

1° L'axe de l'arbre principal, fait, avec l'axe de la machine et du côté du cylindre, un angle aigu.

2° L'axe de l'arbre principal, fait, avec l'axe de la machine, et du côté du cylindre, un angle obtus.

3° L'arbre, vérifié dans un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la machine, peut être plus haut ou plus bas que celui-ci du côté de la manivelle seulement.

4° Dans les mêmes conditions, il peut être trop haut ou trop bas à l'extrémité opposée.

5° L'arbre peut être trop haut ou trop bas des deux côtés, quoiqu'étant parallèle au pivot de la crosse.

A l'exception de ce dernier cas, on peut toujours se servir de la bielle pour découvrir les erreurs de montage que nous venons de signaler dans l'un ou l'autre sens ; la raison en est que, par ce mode de vérification, les erreurs sont amplifiées dans de notables proportions, et, par suite, beaucoup plus visibles.

Il est même à remarquer, que, s'il existait une combinaison d'erreurs susceptibles de se neutraliser, à un moment donné, la bielle pourrait faire découvrir chacune de ces erreurs séparément, aussi bien que la somme de toutes ces erreurs partielles, parce que si, à certains points de vue, deux erreurs différentes peuvent avoir le même résultat général, le résultat sera tout différent, dans les deux cas, si on les examine séparément. Comme on le voit, la

seule manière régulière de procéder dans une vérification sérieuse, est de rechercher chacune des erreurs séparément.

*Défaut de parallélisme de l'arbre et du pivot de crosse, les axes de ces deux organes se trouvant dans un même plan. — Supposons,*

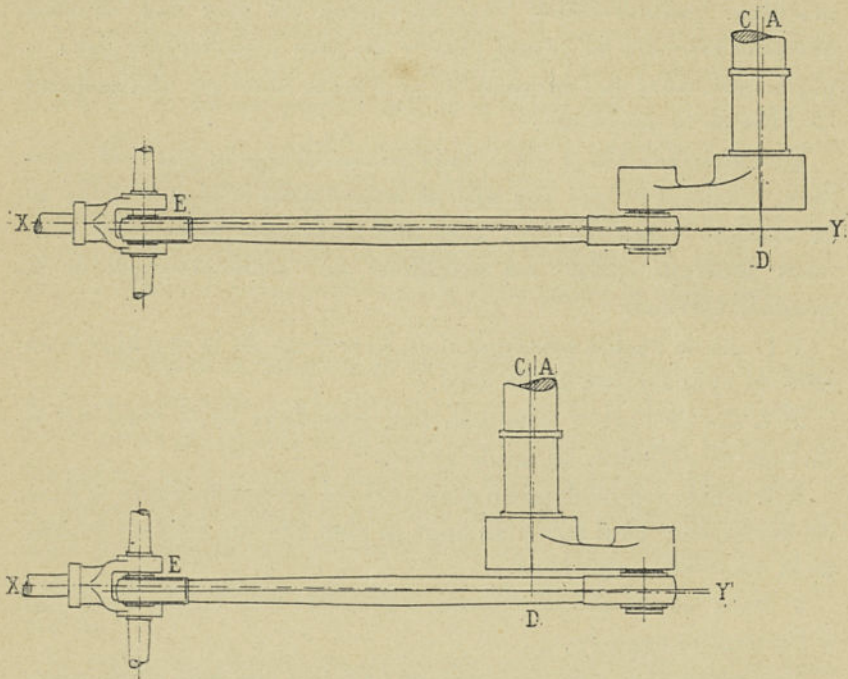


Fig. 172 et 173.

figure 172, que XY représente l'axe du cylindre, et AD une perpendiculaire à XY, passant par le centre d'alésage du palier. Si la machine est montée dans des conditions régulières, AD devra coïncider avec l'axe de l'arbre moteur. Supposons que CD représente la position réelle de l'axe de l'arbre, qui n'est pas perpendiculaire à XY. La tête tournante de la bielle étant montée sur le bouton de la manivelle, si nous introduisons la tête oscillante entre les bras de la fourche de la crosse, les deux faces de ce coussinet de la bielle ne viendront pas parfaitement en contact avec les faces dressées correspondantes des douilles du guide; il se produira un certain jeu, en E. L'erreur pourra se rattraper en déplaçant l'arbre suivant la direction convenable.



Mais il ne suffit pas de faire la vérification pour l'un des points morts ; on place ensuite la manivelle dans la position correspondante à l'autre extrémité de course, figure 173, et on introduit

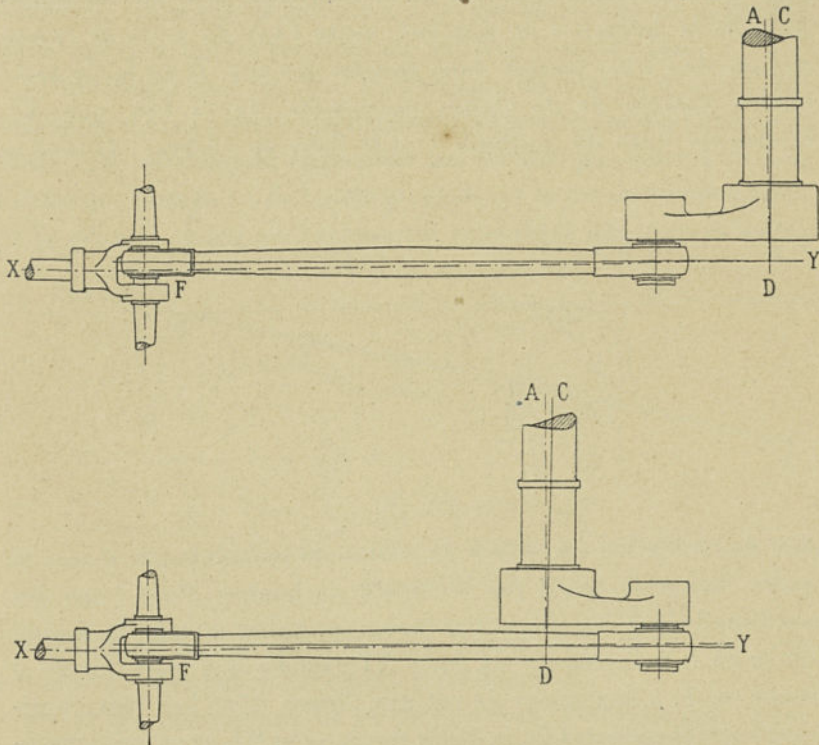


Fig. 174 et 175.

alors de nouveau, la tête oscillante de la bielle entre les joues de la crosse. Si on constate encore un jeu entre les faces du coussinet et les joues du guide, du même côté que précédemment, mais de moindre importance, c'est un indice que l'axe de l'arbre, fait, avec l'axe de la machine et du côté du cylindre, un angle aigu.

Si, en procédant comme nous venons de le dire, on avait constaté le jeu du côté F de la tête oscillante, entre celle-ci et la face correspondante de la crosse, avec la manivelle tournée vers le cylindre, figure 174; et qu'en remettant ensuite la manivelle dans une seconde position, diamétralement opposée à la première, figure 175, on avait constaté la persistance de ce jeu, mais moins

accentué, ce serait un indice que l'axe de l'arbre fait, avec l'axe de la machine et du côté du cylindre, un angle obtus.

La différence de jeu qui doit se montrer dans un même essai, pour deux positions opposées de la manivelle, provient naturellement de la différence de distance, entre l'axe du pivot de crosse et l'axe de l'arbre moteur dans chacun des cas. Il est facile de se rendre compte de la chose. Supposons, figure 176, que XY représente l'axe du cylindre et CD l'axe de l'arbre;  $Tt$  sera le

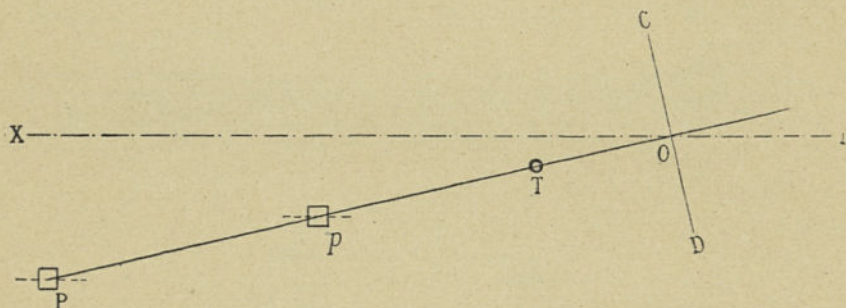


Fig. 176.

plan de révolution du centre du bouton de manivelle, et  $O$  sera le centre du cercle décrit par le centre du bouton. Pour l'une des positions de la manivelle, et par rapport au palier moteur, le bouton tombe en  $t$ , à l'intérieur de l'axe  $XY$ , tandis que pour l'autre il tombe en  $T$ , à l'extérieur de cet axe, figure 176. Les deux positions correspondantes de la bielle seront  $pt$  et  $PT$ , et on voit immédiatement que la distance du pied de la bielle,  $P, p$ , par rapport à l'axe de la machine, varie suivant le point mort considéré.

Supposons maintenant que, l'axe de l'arbre moteur étant dans le même plan que celui de la crosse, et la tête tournante étant préalablement montée sur le bouton de la manivelle, on constate que le pied de la bielle, introduit dans la fourche du guide, ne tombe pas exactement entre les douilles des joues, et que l'erreur est la même, en grandeur, des deux côtés de l'axe du pivot, sur l'une des faces du coussinet.

Si cette erreur se marque, sur la face du coussinet du pied de la bielle, du côté opposé à la manivelle, en amenant successivement celle-ci à ses deux extrémités de course, le défaut peut provenir de l'une des causes suivantes : ou bien le rebord du coussinet du



palier de l'arbre moteur, du côté du moyeu de la manivelle, est trop épais ; ou bien l'épaisseur du rebord intérieur du coussinet du pivot de la manivelle est trop forte ; ou bien l'épaisseur de la manivelle, mesurée de son pivot à la face intérieure de la douille (celle qui vient contre le coussinet) est trop considérable.

Il faut remarquer ici, que si l'alésage du coussinet de la tête tournante n'était pas rigoureusement perpendiculaire à l'axe de la bielle, on constaterait également un certain jeu entre l'une ou l'autre des deux faces de la tête pivotante et la joue correspondante de la crosse ; ce jeu ne s'accuserait cependant pas avec la même

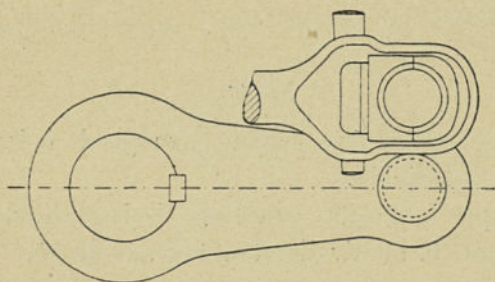


Fig. 177.

intensité aux deux points morts de la manivelle, et cela pour les raisons que nous avons données précédemment.

De ce que nous avons dit jusqu'à présent, il résulte que : pour que la bielle puisse être prise comme point de départ pour la vérification du montage, il est indispensable que ses deux coussinets soient parfaitement ajustés sur leur tourillon respectif.

Dans certains cas, il peut être préférable de monter d'abord la bielle sur le pivot de la crosse et de vérifier la tête tournante sur le bouton de la manivelle, comme le montre la figure 177.

Si l'axe de l'arbre n'est pas rigoureusement perpendiculaire à l'axe de la machine, et par conséquent à l'axe de la bielle, on constatera, entre la face de l'œil de la manivelle et la face correspondante du coussinet, une erreur, dans l'un ou l'autre sens, suivant que l'angle des deux organes sera aigu ou obtus, comme le montrent les figures 178 et 179.

Toutefois, en procédant de cette manière, l'erreur sera la même pour les deux positions opposées de la manivelle. La raison de

l'égalité du jeu constaté dans les deux positions, est que le plan de révolution du centre du bouton de manivelle tombe une fois à l'intérieur et une fois à l'extérieur de l'axe de la machine, comme nous l'avons expliqué plus haut. De plus, dans le cas actuel, la

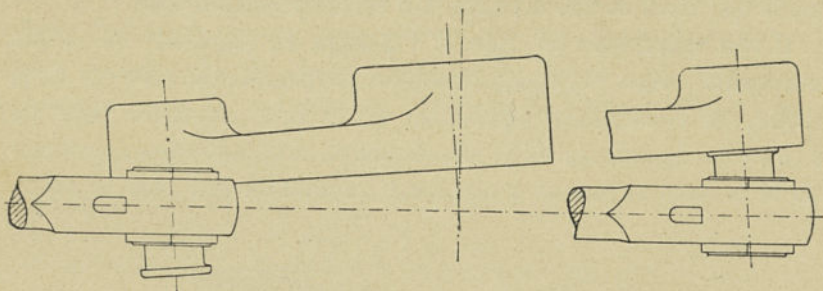


Fig. 178.

grandeur du jeu constaté ne dépend plus que de la longueur de la bielle, qui est invariable.

Si l'angle, que font entre eux l'axe de la machine et celui de l'arbre, est aigu, la manivelle étant tournée du côté du cylindre,

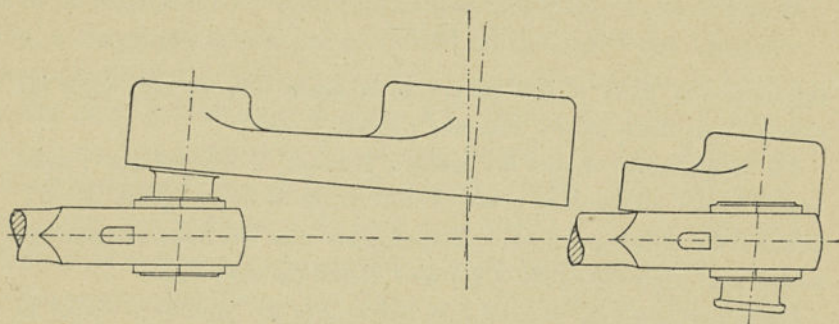


Fig. 179.

la bielle montera sur le bouton, du côté du bras de la manivelle, figure 178, tandis qu'elle appuiera du côté du rebord extérieur du tourillon, lorsque la manivelle sera au point mort opposé.

Si l'axe de l'arbre de la machine fait un angle obtus avec l'axe de celle-ci, le coussinet de la bielle viendra en saillie sur le rebord du bouton, figure 179, quand la manivelle sera du côté du cylindre, et, au contraire, montera sur le bras de la manivelle quand celle-ci se trouvera dans une position diamétralement opposée à la précédente.



Supposons qu'un défaut de montage produise l'une ou l'autre des erreurs que nous avons signalées précédemment ; si les coussinets ont été fixés dans leur logement de manière à s'appliquer exactement sur leur tourillon, le corps de la bielle sera soumis à flexion, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, pendant son mouvement. Les réactions développées par ces déformations successives se reporteront sur les coussinets, et les tourillons devront infailliblement chauffer.

*Le pivot de crosse occupe la position régulière, mais l'axe de l'arbre n'est pas de niveau.* — Nous allons maintenant rechercher comment on peut s'assurer que l'axe de l'arbre est parallèle à l'axe

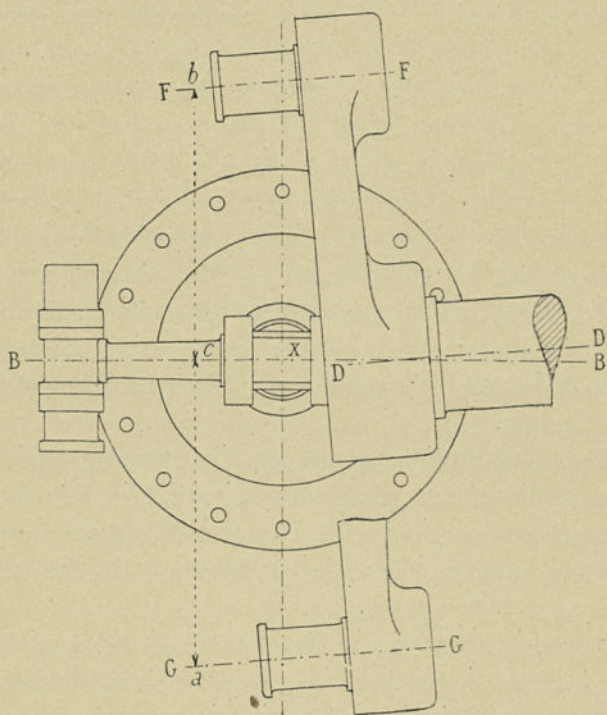


Fig. 180.

du pivot de la crosse, dans un plan vertical, en d'autres termes, si le premier étant de niveau, l'autre l'est également.

Un défaut de montage dans ce sens, donne naissance à des chocs et provoque toujours certainement l'échauffement et le grippage.

L'erreur est parfois d'autant plus difficile à découvrir par les moyens ordinaires, qu'elle est plus faible, et seule, la vérification au moyen de la bielle et de la manivelle, est susceptible de montrer bien apparemment le défaut.

Lorsque les chocs se produisent aux extrémités de courses, ils peuvent provenir : soit d'un épaulement dans le cylindre ; soit d'un épaulement aux guides ; soit enfin parce que les coussinets de la bielle ne sont pas suffisamment serrés contre leur tourillon. Mais lorsque les chocs se font entendre sensiblement au milieu de la course, c'est-à-dire quand la manivelle occupe la position la plus élevée ou la position la plus basse, les circonstances précédentes ne peuvent plus avoir aucune influence, et il devient alors indispensable de s'assurer si l'arbre moteur est bien parallèle, en tous sens, avec le pivot de la crosse, s'il est de niveau comme ce dernier, et si l'un des deux paliers de l'arbre n'est pas trop bas.

Pour cela, supposons, figure 180, que  $x$  représente l'axe de la machine et  $BB$ , passant par ce point, une droite parallèle à l'axe du pivot de crosse. Supposons aussi que  $DD$  représente l'axe de l'arbre, incliné, par rapport à  $BB$ , par suite de la différence de hauteur des deux extrémités du coussinet qui supporte son tourillon.  $FF$  représente l'axe du bouton de la manivelle quand celle-ci se trouve dans sa position la plus élevée, et  $GG$  représente l'axe du bouton de la manivelle quand celle-ci se trouve au point le plus bas de sa course.

On remarquera immédiatement, que si on mesure, verticalement, la distance de l'axe du bouton de la manivelle à l'axe de la machine, et par conséquent au pivot de la crosse, la longueur obtenue n'est pas la même dans les deux cas de la figure, et on voit clairement que  $bc$  est plus petit que  $ac$ .

Nous venons de mesurer les écartements dans un plan perpendiculaire à l'axe du pivot de la crosse ; mais la différence entre ces distances se fait également sentir, si on relève ces dimensions dans le plan de rotation de la manivelle et par rapport à l'axe de la machine. Si nous supposons, que celui-ci tombe en  $x$ , centre du pivot de la crosse, figure 181 ; que  $C$  représente l'arbre et  $bb$  le plan de rotation de la manivelle, il est facile de voir que  $Ax$  est plus petit que  $Bx$ .



De plus,  $x$  représentant le centre du pivot de la crosse, que nous supposons de niveau, une verticale devra faire un angle de  $90^\circ$  avec l'axe de cet organe.

La droite C représente l'axe de l'arbre que nous avons prolongé de manière à pouvoir le comparer avec  $x$ ;  $bb$  étant le bras de la manivelle, A et B seront les positions du centre du bouton de la manivelle, pour les deux positions verticales de celle-ci. La verticale DE, étant une perpendiculaire à l'axe du pivot de la crosse et passant par l'axe  $x$  de la machine, représentera la direction

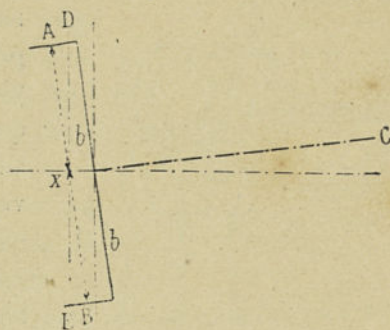


Fig. 181.

suivant laquelle doit se trouver le plan de rotation du centre du bouton de manivelle; or nous avons vu que ce plan se trouvait réellement suivant une direction parallèle à  $bb$ .

Supposons que les deux coussinets de la bielle ont été alésés de façon à ce que leurs axes soient rigoureusement parallèles entre eux, et qu'ils s'appliquent parfaitement sur leur tourillon respectif. L'axe du trou de la tête tournante aura une tendance à se placer suivant la direction de B ou de A tandis que l'axe du trou de la tête oscillante sera sollicité, par le pivot de crosse, de manière à se maintenir parallèle à l'axe de ce dernier. Il est facile de voir que, dans ces conditions, la bielle sera sollicitée par un couple de torsion, et la déformation qui en résultera provoquera infailliblement l'échauffement du pivot de la crosse et du bouton de la manivelle, par suite de la réaction que doivent opposer ces organes à la déformation de la bielle. Cet effort de torsion est continu, car, même aux points morts, l'axe du bouton de la manivelle n'est pas rigoureusement parallèle à l'axe du pivot de la crosse.

Il convient encore de remarquer que, si le plan de révolution de la manivelle était perpendiculaire à l'axe du pivot de la crosse, comme cela doit être régulièrement, le centre du bouton de la manivelle se trouverait constamment dans le plan DE, tandis qu'en réalité, il tombe à l'extérieur de ce plan en A et à l'intérieur

en B. Au point  $x$  il se trouve réellement dans le plan perpendiculaire au pivot de crosse.

De ce qui précède, on voit clairement que la torsion éprouvée par la bielle, va en augmentant à partir des points morts jusqu'au moment où la manivelle occupe la position la plus élevée de sa course, pour diminuer ensuite jusqu'à ce que la manivelle se retrouve à l'autre point mort. La période de variation de l'effort est donc de un quart de tour.

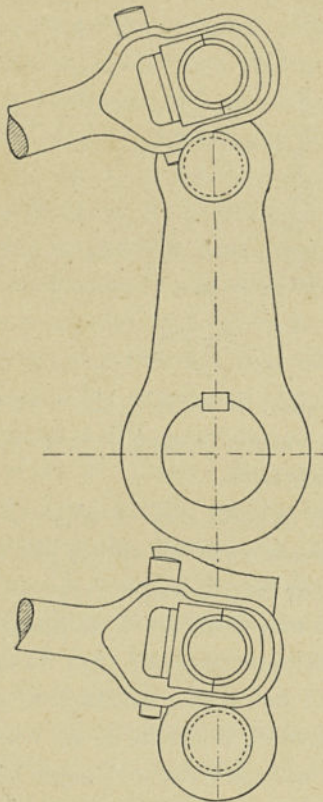


Fig. 182.

Cette torsion occasionnera infailliblement l'échauffement aux deux extrémités de la bielle, si les coussinets de celle-ci sont montés exactement sur leur tourillon. D'un autre côté, s'il y a un certain jeu d'alésage ou une usure exagérée dans les environs des faces des coussinets, il se produira des chocs, parce que le contact entre les organes en mouvement s'établira une fois d'un côté et une fois de l'autre, suivant les endroits considérés.

Si, au lieu d'être trop bas, comme nous l'avons supposé jusqu'ici, l'axe de l'arbre était trop haut, les mêmes effets se produiraient égale-

ment, mais en sens contraire du cas précédent.

Pour découvrir le défaut, on montera le pied de la bielle sur le pivot de la crosse, et on serrera les deux demi-coussinets de façon à ce qu'ils portent exactement sur leur tourillon. On montera également les deux demi-coussinets de la tête tournante et on les serrera en place l'un contre l'autre dans leur cadre, sans les monter sur le bouton de la manivelle. On amènera ensuite celle-ci sensiblement dans sa position la plus haute, puis dans sa position la plus basse, et on appuiera alors la partie inférieure de la tête de la



bielle sur le bouton de la manivelle, comme le montre la figure 182.

Si l'arbre moteur est parfaitement de niveau, de même que le pivot de la crosse, les rebords du coussinet devront correspondre exactement aux rebords de leur tourillon, comme le montre la figure 183.

Si le bout de l'arbre est trop bas, c'est-à-dire si celui-ci relève vers l'extrémité opposée à la portée du calage de la manivelle, le rebord intérieur du coussinet empiétera sur le rebord du bouton, du côté du bras de la manivelle, comme le représente la figure 184, lorsque celle-ci occupera sa position la plus haute, tandis, qu'au contraire, pour la position diamétralement opposée de la manivelle, le rebord extérieur du coussinet empiétera sur le rebord extérieur du bouton, comme le montre la figure 185.

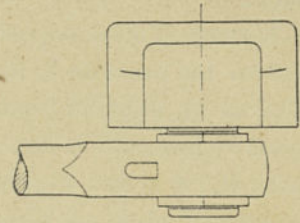


Fig. 183.

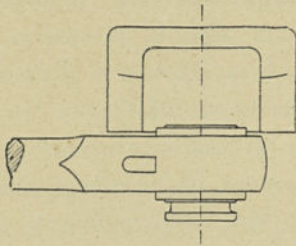


Fig. 184.

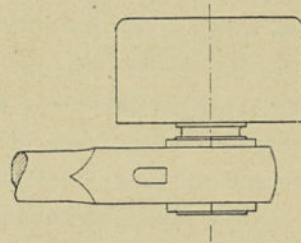


Fig. 185.

En procédant comme nous venons de le dire, les résultats auxquels on arriverait seraient exactement les mêmes, mais se produiraient en sens différent, si l'arbre était trop haut, c'est-à-dire si l'axe du palier accessoire était plus bas que l'axe du palier de la manivelle.

*Défaut de parallélisme entre le bouton de la manivelle et le pivot de crosse.* — Le défaut de parallélisme entre le bouton de la manivelle et le pivot de la crosse est très fréquent; il est un des plus difficiles à découvrir et à localiser.

Ce défaut est presque toujours la conséquence, soit d'un pincage défectueux de la manivelle sur le tour, pendant l'alésage de

l'œil, soit d'un défaut de calage de la manivelle sur l'arbre. Les résultats sont identiquement les mêmes dans les deux cas, en supposant naturellement que le défaut se produise dans le même sens.

L'erreur d'alésage provient ordinairement de ce que, pour parachever les trous de la manivelle, on colle celle-ci directement au plateau du tour, en prenant comme guide la surface dressée en premier lieu, soit la face du bras, soit la face de la douille principale. Or, il arrive souvent que le plateau du tour n'est pas rigoureusement plan, ou bien qu'il subit des variations accidentelles pendant le travail, par suite de la variation de résistance qu'éprouve l'outil.

On pourra presque toujours éviter ces inconvénients, en commençant par aléser d'abord le moyeu de la manivelle et en tournant ensuite la face de la douille, sans décaler la pièce. Pour le second pinçage, nécessaire à l'alésage de l'œil, on appliquera la face dressée contre le plateau du tour, non pas directement, mais en interposant des épaisseurs, en quantité nécessaire, aux endroits convenables. A cet effet, on fera tourner le plateau, de manière à amener l'axe de la manivelle horizontalement. On amènera ensuite l'outil contre le trou de la douille principale, et, en lui donnant le mouvement d'avancement de la même manière qu'on le fera pour l'alésage de l'œil, son arête coupante devra suivre rigoureusement la génératrice du trou du moyeu. Si ce résultat n'est pas obtenu immédiatement, on écartera ou on rapprochera, du plateau du tour, l'une des extrémités de la manivelle, jusqu'à amener celle-ci dans la position convenable.

La déviation due au calage, lors de la mise en place, peut provenir de ce que la manivelle s'engage trop facilement sur sa portée et que la cale, chassée à fond, la fait jouer sur son assise et dévie son axe. Ce résultat peut également être dû à ce qu'on n'a pas bien tenu compte des tolérances d'ajustage, quand l'organe doit être placé à la presse ou bien à chaud. Le défaut peut aussi provenir de ce que la manivelle n'a pas été chauffée convenablement, et, dans ce cas, il arrive que le retrait au refroidissement, et le serrage qui s'en suit, ne sont pas uniformes sur toute la périphérie de la douille.



La déviation provenant de l'enfoncement de la cale, est plus sujette à se produire lorsque la manivelle est calée sur portée conique que quand elle est calée sur portée cylindrique. En effet, dans les conditions actuelles, par suite de la difficulté de manœuvre des organes, il n'est pas facile de s'assurer de l'ajustage exact des deux surfaces coniques qui viennent en contact; et, si le travail n'est pas exécuté d'une façon irréprochable, la cale a alors toute facilité pour rappeler éventuellement le jeu qui pourrait exister à l'un ou l'autre endroit, et dévier l'axe.

Supposons figure 186, que A repré-

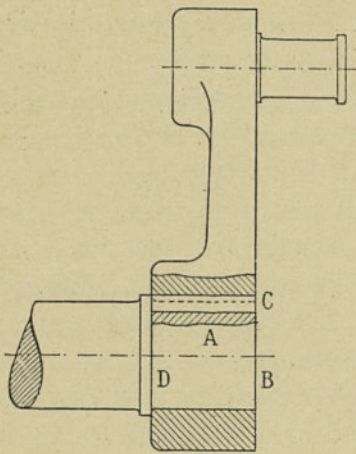


Fig. 186.

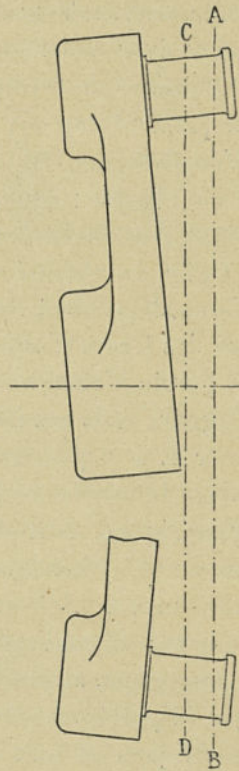


Fig. 187.

sente la portée de calage de l'arbre sur laquelle se place la manivelle, représentée partiellement en coupe, et que C soit la cale.

Si le moyeu, conique ou cylindrique, est alésé de manière à être un peu plus faible à l'avant, en B qu'en D, et si la cale est ajustée de manière à porter parfaitement, en forçant cette dernière, la manivelle sera déviée de sa position régulière.

Le plan de rotation, du centre du bouton, s'établira en CD, et non pas en AB suivant l'axe ou plan moyen de la machine, figure 187.

Si la manivelle est mise en place à la presse hydraulique, et que la cale porte seulement sur les faces latérales, et non sur le dessus et sur le dessous, l'exactitude du montage dépendra uniquement de la précision d'ajustage, du poli et du fini de la portée et du trou du moyeu, et de la tolérance admise pour pouvoir la faire serrer convenablement. C'est l'introduction de la cale qui déterminera éventuellement la déviation de l'axe de l'organe.

Si la tolérance de serrage est réduite au point que le moyeu porte uniquement sur ses deux extrémités, mais plus fortement en D qu'en B, figure 186, la manivelle pourra se mettre dans la position convenable ; mais, avec le temps, elle finira par ne plus porter dans des conditions régulières, et quittera sa position primitive. Cette éventualité est principalement à redouter lorsque les surfaces de contact ne sont pas suffisamment polies, qu'on y a laissé des traces d'outil plus ou moins accentuées ; primitivement la portée s'établit en réalité sur les aspérités de l'un et l'autre organe, mais ces imperfections ne tardent pas longtemps à se mater et à disparaître, par suite de l'effort alternatif auquel est soumise la portée de l'encastrement. Tandis que si les surfaces cylindriques, tant de l'arbre que de la manivelle, sont rigoureusement cylindriques, bien régulières et bien douces, et que la tolérance a été déterminée de façon à assurer la portée en B, avec une cale serrant sur les côtés, la manivelle peut conserver, pendant longtemps, sa position régulière.

Lorsque la portée de calage de l'arbre et le trou du moyeu sont bien cylindriques et aux dimensions relatives convenables, la manivelle reste en place, sans variation aucune, que la cale porte seulement suivant ses deux faces latérales ou qu'elle porte suivant ses quatre faces, pourvu qu'elle serre uniformément sur toute sa longueur. Si, au contraire, les surfaces de contact entre l'arbre et la manivelle ne sont pas suffisamment polies, s'il s'y remarque des traces plus ou moins accentuées d'outil, un serrage inégal de la cale, à ses deux extrémités, deviera infailliblement le plan de la manivelle.

La raison en est simple, car la cale, par son serrage irrégulier, comprimera inégalement les aspérités suivant lesquelles s'établit le contact entre les deux organes à assembler.



Supposons, par exemple, que la cale porte suivant toutes ses faces; il sera indispensable de s'assurer que son contact est bien régulier et bien uniforme. Le serrage doit être le même, non seulement aux deux extrémités, mais la cale doit absolument porter suivant toute sa largeur.

Si la cale serre trop fortement aux deux extrémités, suivant les deux faces latérales opposées A et B, figure 188, son introduction à fond aura pour effet de faire tourner le moyeu de la manivelle autour d'un centre C, et de dévier l'axe de l'organe, de sa position régulière, suivant la direction indiquée par les flèches. La position de ce centre de rotation C, pourra se trouver au milieu de la longueur de la portée, si le jeu est le même sur les deux faces; il pourra se rapprocher de l'une de celles-ci, si le jeu est plus grand d'un côté que de l'autre.

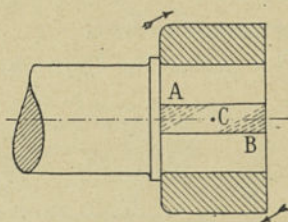


Fig. 188.

Supposons maintenant que la manivelle est forcée sur l'arbre, la portée de calage pouvant être cylindrique ou conique, et supposons que les deux organes se touchent suivant toute l'étendue des surfaces en contact. Il y a alors lieu d'examiner si, du côté du moyeu opposé au bras de la manivelle, il ne peut se produire une différence de contraction, dans les différentes parties de la douille, qui aurait pour effet de tordre la manivelle suivant son axe. Cette éventualité est surtout à redouter lorsque la tolérance, prévue pour le serrage, est trop considérable.

Dans tous les cas que nous avons examinés jusqu'à présent, il n'arrivera jamais que le bouton de la manivelle, vérifié pour quatre positions diamétralement opposées et perpendiculaires entre elles, c'est-à-dire aux deux points morts et aux deux points le plus haut et le plus bas de la course, accusera une différence plus considérable pour l'une ou l'autre de ces positions.

D'ailleurs, quand un pivot de manivelle, examiné dans ces quatre positions, n'accuse aucune incorrection lorsqu'on le vérifie au moyen de la bielle, on peut toujours le considérer comme suffisamment exact pour une marche courante, et il n'y a pas lieu

de redouter les échauffements ou les chocs qui se produiraient si le montage était défectueux.

Supposons maintenant que, la manivelle correctement montée sur son arbre, le bouton soit calé d'une manière défectueuse, comme le montre par exemple la figure 189, dans laquelle AB représente l'axe de l'arbre moteur et XY l'axe de la machine, prolongé, ces deux axes occupant, l'un par rapport à l'autre, la position régulière.

La manivelle étant amenée à l'un des points morts, CD repré-

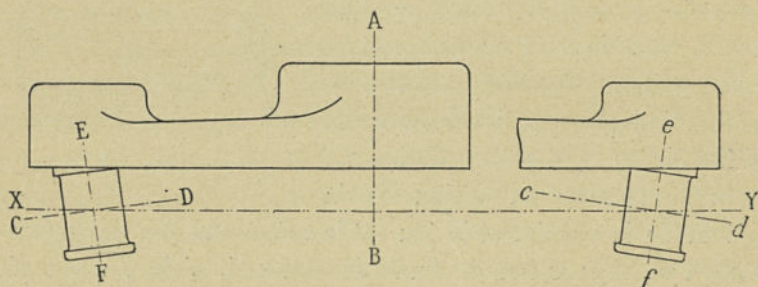


Fig. 189.

sentera l'axe de la bielle dont on aurait préalablement serré le coussinet de la tête tournante, contre son tourillon, et EF représentera l'axe de celui-ci. Mais les deux demi-coussinets du pied de la bielle étant serrés pour être parfaitement appliqués contre le pivot de la crosse, et l'axe de celui-ci étant perpendiculaire à XY, axe de la machine, l'axe de la bielle, du côté du pied, tend à prendre la direction de XY ; comme nous avons vu tantôt que, du côté du bouton de manivelle, cet axe tend à prendre la direction CD, il s'en suit que, si on serre convenablement les deux coussinets de la bielle contre leur tourillon respectif, le corps de la bielle sera soumis à flexion.

Cet effort développera des réactions aux points d'appui, c'est-à-dire sur les tourillons, et la pression exercée sur le coussinet sera différente d'un endroit à l'autre d'une même génératrice et sur les deux extrémités d'un rebord quelconque considéré. A l'autre point mort, les résultats seront les mêmes, mais se produiront en sens contraire.

Ces résultats sont d'ailleurs rendus apparents sur la figure 190,



dans laquelle nous avons supposé que la bielle occupait sa position régulière, c'est-à-dire que le coussinet de la tête oscillante s'appliquait rigoureusement sur le pivot de la crosse.

On voit clairement que, pendant une course, les efforts de flexion exercés sur la bielle sont alternativement dirigés dans un sens et dans l'autre ; il en est de même dans la fatigue des cou-

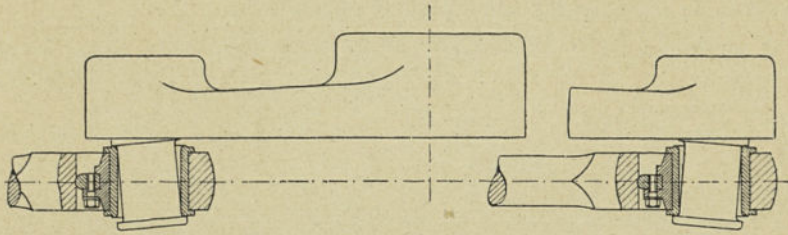


Fig. 190.

sinets qui transmettent l'effort moteur une fois par un côté, une fois par l'autre.

Si, au lieu de procéder comme nous l'avons fait précédemment, nous montons la tête tournante de la bielle sur le bouton de manivelle, et si nous vérifions le pied de l'organe en prenant la crosse comme point de comparaison, il pourra paraître difficile, à première vue, de déterminer exactement si l'erreur constatée provient d'une déviation du pivot de la manivelle ou d'une déviation de l'arbre moteur. Toutefois, il y a une différence dans la manière dont s'accusent les deux défauts.

Si l'erreur provient d'une déviation de l'arbre moteur, le pied de la bielle accuse du jeu constamment du même côté de la crosse, quel que soit le point mort pour lequel on fasse la vérification ; si, au contraire, la défectuosité provient d'une irrégularité de calage du pivot, l'erreur s'accusera tantôt du côté de l'une des faces de la crosse et tantôt de l'autre. Ce résultat est suffisamment visible sur la figure 189, si on considère les deux positions différentes de l'axe de la bielle, lorsque la manivelle se trouve à ses points morts.

De plus, nous avons eu l'occasion de voir précédemment, qu'en cas d'erreur sur la position régulière de l'arbre, le centre du bouton de la manivelle passait alternativement d'un côté ou de l'autre de l'axe de la machine suivant le point mort considéré,

c'est-à-dire, que le cercle décrit par le centre du bouton formait un plan coupant l'axe géométrique de la machine.

Mais si c'est le bouton qui est mal calé sur le bras, un point quelconque du tourillon décrira un cercle dont le plan restera parallèle à l'axe de la machine, comme le montre la figure 191, dans laquelle nous avons supposé l'erreur de calage en sens inverse de l'hypothèse faite dans la figure 189.

L'angle de l'axe du bouton de la manivelle, avec l'axe de la

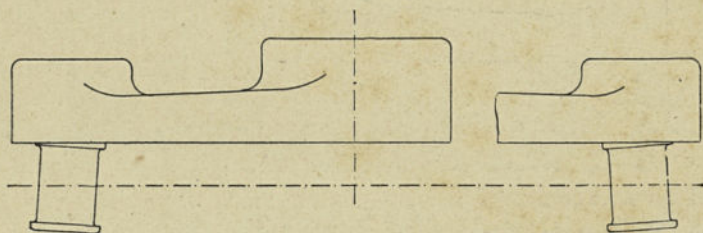


Fig. 191.

machine, diffère de direction suivant le point mort considéré; l'alésage des coussinets ne peut s'altérer de manière à rattraper l'erreur primitive, et celle-ci ne peut diminuer que par l'usure du pivot de la manivelle. Celui-ci prend alors, de lui-même, une forme sensiblement sphérique. Disons ici, en passant, que l'emploi primitif de cette forme de tourillon compense, naturellement, toute déviation de l'axe de cet organe.

D'après ce que nous avons dit au sujet de l'irrégularité de la position du bouton de la manivelle, il sera maintenant facile de déterminer exactement la direction de la défektivité du calage du pivot et d'évaluer la grandeur de l'erreur. Au sujet de ce dernier point, par exemple, on voit facilement que, si un bouton de manivelle de 200 millimètres de longueur, accusait seulement une déviation de un dixième de millimètre, en supposant que l'écartement des axes d'alésage des deux coussinets de la bielle soit de 3,800 m., l'erreur constatée à la crosse serait de

$$\frac{1}{10} \times \frac{3\ 800}{200} = 1,9 \text{ mm.}$$

Pour déterminer pratiquement la grandeur de l'erreur, on démontera la bielle du côté de la crosse et on la fixera parfaite-



ment à la manivelle, en serrant les deux demi-coussinets contre le bouton de celle-ci. Pour l'un des points morts, figure 192, on amènera le pied de la bielle entre les joues de la crosse et on

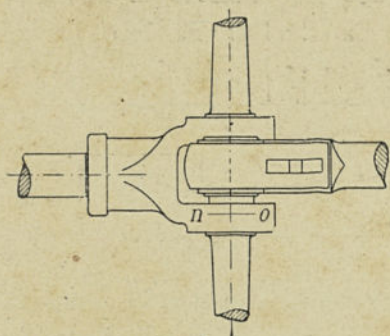


Fig. 192.

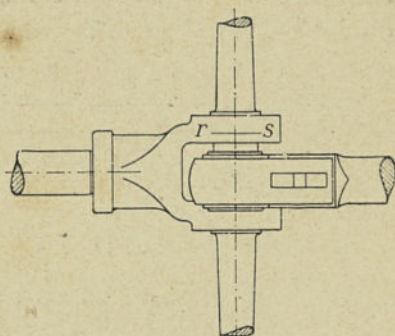


Fig. 193.

tracera, du côté où le premier organe monte sur le second, un trait *rs*, figure 193 ; on placera ensuite la manivelle à l'autre point mort, figure 193, et on tracera le trait *no* comme dans le cas précédent, figure 192.

Supposons que l'erreur marquée par *rs* et *no* soit de 1,9 mm. de chaque côté ; il suffira de diviser cette différence, par la longueur de la bielle et de multiplier le résultat par la longueur du bouton pour obtenir le montant de l'erreur sur le pivot,

$$\frac{1.9 \times 200}{3\ 800} = 0,1 \text{ mm.}$$

Pour rattraper l'erreur, déterminée comme nous venons de le dire, on procédera de la manière suivante. On fera deux plateures, très légères, aux deux extrémités du pivot de manivelle, en A et B comme le montrent les figures 194 et 195, la manivelle étant amenée au point mort.

Ces plateures seront prolongées sur toute la longueur du touillon, de façon à ce qu'elles soient bien parallèles à l'axe du pivot de la crosse. En limant ensuite le bouton de la manivelle, bien cylindrique, et de manière à ce que la circonférence directrice soit tangente aux plateures sur toute la longueur de l'organe, on sera certain que l'axe de celui-ci occupera alors la position convenable.

Faisons remarquer ici, que nous avons supposé le bouton de la manivelle décentré de manière à ce que son axe se trouve dans

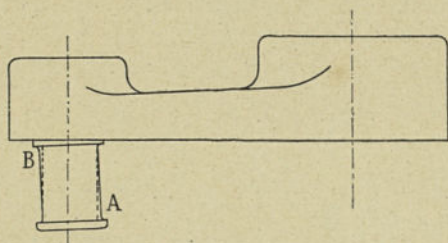


Fig. 194.

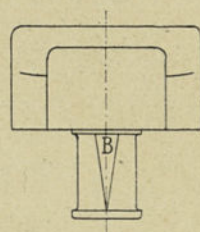


Fig. 195.

le plan de l'axe du pivot de crosse, lorsque la manivelle occupe la

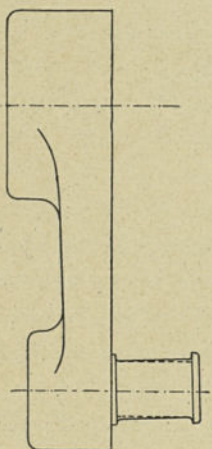
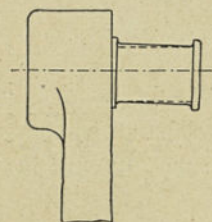


Fig. 196.

position des points morts. Si l'axe du pivot de crosse est rigoureusement horizontal, et que l'axe du bouton de la manivelle, placée à ses deux points morts, se trouve dans un plan horizontal comprenant l'axe du pivot de crosse ou soit parallèle à ce plan (cas où l'axe de l'arbre serait horizontal, mais plus haut ou plus bas que l'axe de la machine), il suffira d'exécuter les plateures de manière à ce que celles-ci soient parfaitement de niveau lorsque la manivelle occupe sa position la plus haute et sa position la plus basse (fig. 196).

Si le décentrement du bouton de la manivelle se produisait suivant la direction représentée figure 198, c'est-à-dire, que son axe ne serait plus contenu dans un plan passant par l'axe du pivot lorsque la manivelle est amenée à ses deux points morts, il faudrait alors exécuter les plateures, de manière à ce que celles-ci soient parfaitement de niveau pour les deux positions que nous venons de signaler, figure 197.

Comme le pivot de crosse présente ordinairement peu de déve-



loppement, il est toujours fort difficile d'y appliquer convenablement le niveau, et de s'assurer de l'horizontalité parfaite de

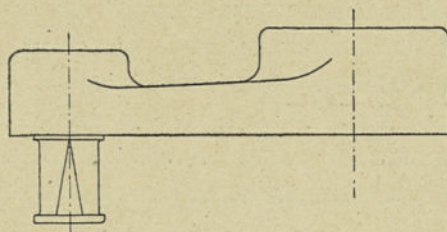


Fig. 197.

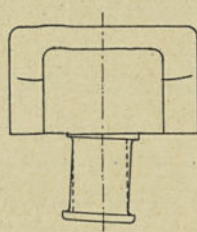


Fig. 198.

l'organe. Aussi est-il souvent préférable de prendre pour guide la tige du piston.

Si nous nous reportons à la figure 190, il est facile de se rendre compte que, quand la manivelle est aux points morts et que l'axe de son bouton est dans le plan de l'axe du pivot, mais n'est pas parallèle à celui-ci, la bielle est soumise à flexion.

De plus, comme les coussinets de la bielle s'appliquent mieux, contre le bouton de la manivelle, aux deux points morts, figure 190, que lorsque celle-ci occupe ses deux positions les plus éloignées de l'axe de la machine, figure 199, les chocs devront se produire vers le milieu de la course.

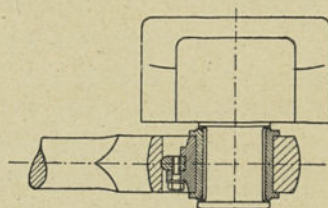


Fig. 199.

§ 4. Vérification des axes de la machine, au moyen du cordeau et de la manivelle. — Pour vérifier l'alignement des organes d'une machine, en prenant, comme point de départ, l'axe tiré au cordeau, il faut naturellement démonter le piston, la tige et la bielle.

On attache ensuite le fil à l'extrémité ouverte du cylindre, de façon à ce que ce fil passe par le centre de section de cet organe, comme nous l'avons dit précédemment, puis on dirige le fil de manière à ce qu'il coïncide rigoureusement avec l'axe géométrique du cylindre. On attache le fil au bâti de la machine, du côté de la manivelle, on le tend le mieux possible, et on s'assure alors, au

moyen d'un calibre en fil de fer, qu'il coïncide toujours bien avec l'axe du cylindre. On amène ensuite la manivelle dans sa position la plus élevée, et on laisse descendre un fil à plomb, passant par le milieu du bouton; si l'arbre moteur est horizontal, ce fil devra nécessairement couper l'axe de la machine. Si ce n'est pas le cas, on place le niveau sur une partie cylindrique de l'arbre, et on modifie la position de ce dernier en conséquence, en agissant sur les coussinets ou sur les paliers, jusqu'à ce que les deux lignes se coupent.

Pour s'assurer que l'axe de l'arbre est perpendiculaire à l'axe de la machine, on amènera la manivelle aux environs des points morts, et on mesurera la distance du milieu du bouton, au cordon tiré, au moyen du fil à plomb.

Si l'arbre est d'équerre avec l'axe de la machine, le fil à plomb doit toucher le cordeau dans les deux positions diamétralement opposées de la manivelle.

Pour vérifier si l'axe de l'arbre est à la même hauteur que l'axe de la machine, on recherchera, sur le bout de l'arbre, le centre géométrique de l'organe. On placera ensuite, sur l'extrémité dressée, une équerre à chapeau, dont l'une des arêtes de la branche libre devra coïncider exactement avec le centre géométrique recherché; si l'arbre est monté correctement, l'arête de l'équerre devra toucher le cordeau.

Les extrémités des glissières doivent aussi être vérifiées d'après ce dernier; on relèvera la hauteur de leur surface inférieure et la hauteur de leur surface supérieure par rapport à l'axe de la machine, et on verra si ces dimensions sont bien correctes. On pourra ensuite placer, sur les glissières, le niveau d'eau, longitudinalement et transversalement, pour s'assurer qu'elles sont bien horizontales et rigoureusement dans le même plan.

Si le piston et sa tige, de même que la bielle, ne peuvent être démontés, on procédera alors de la manière suivante.

On avancera le piston à fond de course, du côté de l'arbre, aussi loin que possible, puis on tirera un cordon, parallèle à la tige, et à une distance suffisante de celle-ci pour pouvoir passer librement à côté des différents organes intermédiaires. Le parallélisme, entre la tige et le fil, pourra se vérifier au



moyen d'un instrument de mesure quelconque, règle, compas ou calibre. On mesurera alors la distance entre le cordon et le centre du pivot de crosse ; cette dimension est toujours assez approximative parce qu'elle est difficile à relever exactement. Dans la suite, on procédera comme nous l'avons dit plus haut.

---

## CHAPITRE VII

### RÉGLAGE DU MÉCANISME DE DISTRIBUTION

La commande de la distribution de la vapeur dans le cylindre des moteurs, se fait ordinairement par l'intermédiaire d'un mécanisme par bielle et manivelle, celle-ci étant souvent remplacée par un plateau excentrique. Dans ce qui va suivre, nous ne nous attacherons qu'à ce genre de mécanisme desmodromique ; l'étude du réglage des distributions par décliés nous conduirait à entrer dans des développements trop longs pour le cadre que nous nous sommes tracé.

D'ailleurs, on pourra toujours s'inspirer de ce que nous dirons dans la suite pour procéder au réglage des distributions de ce genre.

Nous supposerons, de plus, parfaitement connues les théories des diagrammes d'établissement des organes de ce genre, et pour l'étude desquels on pourra toujours se reporter aux ouvrages traitant spécialement de ce sujet.

Le mécanisme de distribution de la vapeur dans le cylindre d'une machine doit être réglé de manière à satisfaire autant que possible aux trois conditions suivantes.

1° Chaque course du piston du moteur doit fournir le même travail ;

2° L'arrivée de la vapeur doit être coupée et la détente doit commencer en un point déterminé de la course du piston ;

3° L'évacuation de la vapeur doit également se faire à un moment donné de la course, autant que possible le même des deux côtés du piston.

Si nous calons l'excentrique de commande de façon à ce que l'émission commence au même point, dans les deux courses du



piston, l'avance ne sera pas la même dans les deux cas, c'est-à-dire que la quantité dont la lumière sera découverte à la fin de la course, sera plus grande d'un côté que de l'autre, lorsque le piston sera aux extrémités de sa course.

Si nous calons l'excentrique pour couper l'arrivée de la vapeur au même endroit de la course, c'est-à-dire quand le piston occupe la même position relativement au fond du cylindre dont il s'éloigne, pour deux courses alternatives, la quantité dont les deux lumières seront découvertes au commencement de la course du piston et le commencement de l'échappement, différeront pour les deux courses.

Il est généralement préférable de caler l'excentrique de manière à avoir la même pression utile sur le piston, quand celui-ci est à fond de course de l'un ou l'autre côté; cette condition conduit naturellement à donner, de chaque côté, la même avance à l'admission et la même avance à l'échappement.

L'opération principale du réglage se réduit donc, en définitive, à déterminer exactement la position que doit occuper le distributeur, lorsque la manivelle motrice est aux points morts.

Quand on procède au montage, on trouve, généralement, que la longueur de la bielle d'excentrique, préalablement déterminée sur le plan, demande certaines corrections; et comme celles-ci doivent se faire avant de fixer le plateau d'excentrique définitivement en place, les opérations du montage doivent être conduites, de façon à faire ces corrections aussi exactement et aussi rapidement que possible.

On recommande souvent de monter d'abord le mécanisme, de faire faire ensuite un tour à l'arbre de commande, pour s'assurer que le tiroir se déplace de la même quantité des deux côtés de l'axe de lumière, puis de corriger la longueur de la bielle jusqu'à réaliser cette condition. Ce procédé est fautif, parce que, par suite des perturbations résultant de l'obliquité de la bielle d'excentrique, le tiroir ne peut pas, quand il doit donner la même avance de chaque côté, se déplacer de la même quantité par rapport à l'axe de la glace. Il dépasse toujours davantage sa position moyenne vers la lumière intérieure, du côté de l'arbre, que vers la lumière opposée.



Lorsque la course du tiroir est seulement égale à deux fois la largeur des lumières, plus deux fois le recouvrement extérieur, le tiroir n'ouvre pas complètement l'orifice le plus éloigné de l'arbre moteur.

Lorsque le déplacement total est supérieur à cette quantité, les orifices de la glace sont complètement ouverts, mais l'erreur due à l'inégalité du déplacement par rapport à l'axe, et qui résulte de l'obliquité de la bielle, est augmentée. La grandeur de l'erreur due à ce procédé de montage mérite d'être tenue en considération, car, pour les lumières de 32 millimètres de largeur, avec un recouvrement de 19 millimètres et 114 millimètres de course au tiroir, on peut arriver à une différence de 3 millimètres, pour une bielle d'excentrique de 1,220 m. de longueur.

Lorsque les bielles d'excentrique sont d'une pièce avec le collier, ce qui est fréquemment le cas dans les locomotives, elles doivent être réglées exactement à longueur convenable, à la forge, avant de les mettre en place. Si ces organes ont déjà subi, à ce moment, un parachèvement, il devient indispensable, après l'opération, de les redresser soigneusement et de les retoucher. Pour éviter ce travail supplémentaire, il est préférable, dans des cas semblables, de mettre ces pièces directement à la longueur voulue. On peut arriver à ce résultat beaucoup plus rapidement qu'en ayant recours au réglage sur place, dont nous avons parlé précédemment, en employant le procédé suivant.

La machine étant complètement montée, on tracera, sur la face de la jante du volant, un arc de circonférence concentrique à l'axe de rotation de l'arbre, figure 200 ; on mènera ensuite un diamètre de cette circonférence, comme nous le verrons plus loin, suivant la ligne des points morts. En faisant tourner la machine, en sens contraire, X, de la direction qu'elle doit avoir en marche normale, Y, on amènera le glisseau sensiblement à fond de course, puis on tracera, sur ses glissières, un trait de repère, en R, figure 201, au moyen d'une équerre ou autrement, correspondant à l'une des extrémités du patin par exemple. On attachera alors parfaitement, au sol ou au bâti de la machine, et de manière à ce que sa position ne puisse varier accidentellement, une plaque en fer P, figure 200, portant un trou de centre marqué au pointeau.



On placera ensuite l'une des pointes d'un calibre traçant, J, ou d'un compas à pointes sèches, dans le trou de pointeau de la pièce R et, avec l'autre pointe de l'instrument, on marquera un

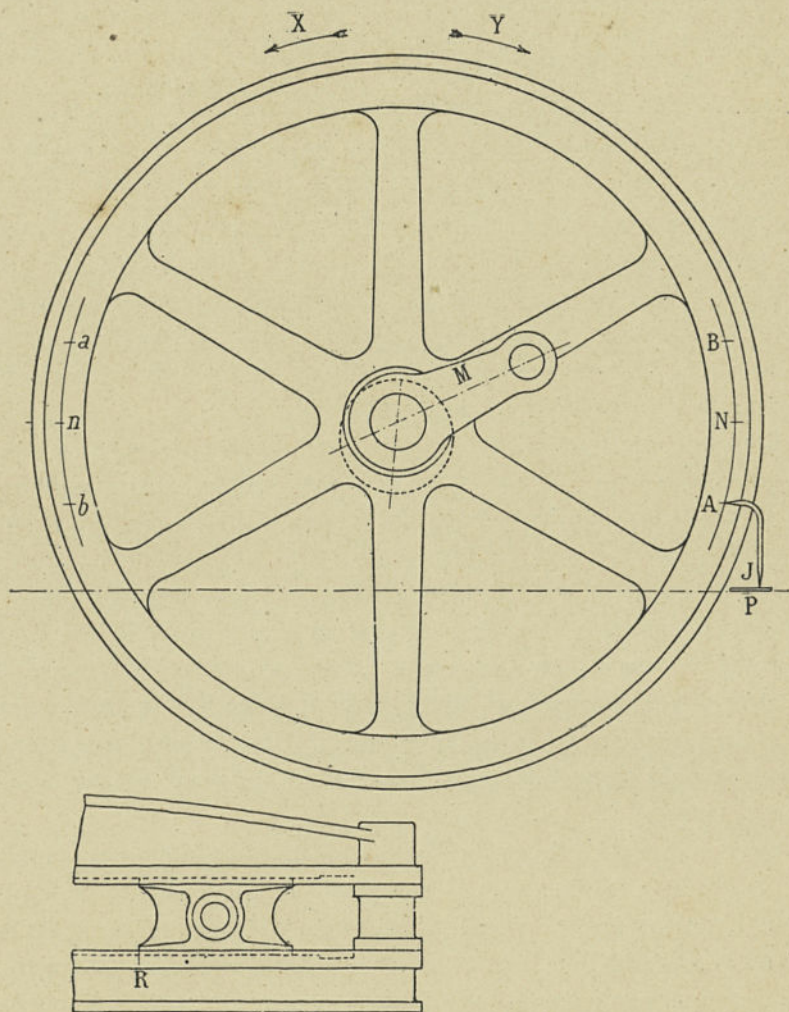


Fig. 200 et 201.

trait qui coupera, en B, la circonférence tracée préalablement sur la jante du volant, comme nous l'avons dit plus haut.

Si, après cela, on fait tourner le volant en sens contraire de la direction normale de rotation de la machine, jusqu'à amener la

manivelle au point mort, on voit l'extrémité du patin du glisseau, se déplacer des deux côtés du trait de repère R, figure 201. Lorsque l'extrémité du patin coïncide de nouveau avec R, on remet le compas ou le calibre à tracer, comme précédemment, et on marque un second trait, A, qui coupe la circonférence, tracée sur le volant, en un point différent de B.

On pourra ensuite facilement amener la manivelle, exactement dans la position correspondante au point mort, de la manière suivante; pour cela il suffira de diviser, par le procédé connu, l'arc AB en deux parties égales, puis de marquer le milieu N par un coup de pointeau.

Il est évident que, si on amène ce point N à une distance, du point de repère pratiqué dans la pièce P, égale à celle qui a servi à marquer A et B, pour cette troisième position du volant, la manivelle sera exactement au point mort.

L'autre point mort se déterminera aussi rigoureusement, et sans plus de difficultés, en opérant de nouveau, comme nous venons de le dire, sur le volant et sur les guides, mais en tournant la manivelle de l'autre côté de l'arbre moteur.

En recherchant ces différents points, il est indispensable de prendre en considération la direction suivant laquelle il faut faire tourner le volant pour amener la crosse en coïncidence avec le trait R et pour marquer les traits A, B, *a*, *b*, ou bien pour amener N et *n* exactement en place vis-à-vis de la pointe de l'instrument employé pour repérer le volant par rapport au point de comparaison de la pièce P.

Si on fait tourner le volant dans une direction contraire à celle de la rotation normale de la machine, le pivot de crosse et le bouton de manivelle viennent appuyer sur leur coussinet dans les mêmes conditions que si le moteur marchait normalement. Supposons, par exemple, qu'en marche courante, le volant tourne de manière à ce que la partie supérieure de sa jante s'éloigne du cylindre; la réaction exercée sur le pivot de crosse et sur le bouton de la manivelle se reportera sur les demi-coussinets intérieurs de la bielle, et il en résultera une compression de ce dernier organe; ce sera également le cas, si on agit sur le volant en le faisant tourner dans une direction opposée à celle de son mou-



vement naturel de rotation. En procédant ainsi, on élimine les erreurs résultant infailliblement du jeu, plus ou moins fort, qui pourrait exister entre les organes à l'endroit des articulations.

Ce jeu serait de nature à fausser les indications relatives à la position exacte qu'occupe la manivelle, et son existence aurait une réelle influence si on déplaçait le volant dans le sens régulier de rotation de la machine.

D'un autre côté, si on fait tourner celle-ci dans une direction opposée à celle de sa rotation en marche normale, on développe les réactions, sur le collier de l'excentrique, sur la bielle et sur le pivot d'attache de cette dernière à la tige du tiroir, dans le même sens que dans la marche normale. Le jeu, existant dans les articulations du mécanisme de distribution, peut alors également fausser les indications, en ce qui concerne les différentes positions du tiroir.

Toutefois, comme il y a généralement plus d'organes intermédiaires entre l'excentrique et le tiroir; que, par conséquent, les jeux sont plus sujets à se produire et que le jeu total résultant sera presque toujours plus grand que celui qui existe en réalité entre le piston et le bouton de la manivelle, où il n'y a que la bielle comme seul organe intermédiaire, il est souvent préférable de déplacer le volant en faisant tourner la machine dans sa direction normale.

On pourrait, dans une certaine mesure, compenser les deux erreurs; il suffirait d'amener la manivelle au point mort en faisant tourner la machine suivant une direction opposée à son sens de marche normale, et de faire ensuite tourner, sur l'arbre, et dans le sens normal de marche, les plateaux d'excentrique.

Pour régler le tiroir, on amènera préalablement le volant dans la position convenable par rapport au point de repère N ou n, de façon à ce que la manivelle soit au point mort, on fera ensuite tourner l'excentrique, sur sa portée de calage, de manière à obtenir l'avance voulue du côté vérifié, puis on fixera provisoirement le plateau d'excentrique sur l'arbre, par un moyen quelconque. On fera ensuite faire un demi-tour à l'arbre moteur, et si alors on constate sur la seconde lumière la même avance que sur la première, c'est que le montage sera bon.



Supposons, par exemple, que, pour la seconde position, on constate une avance supérieure à celle relevée sur la première lumière. Ce sera un indice que la longueur de la bielle d'excentrique n'est pas rigoureusement exacte; elle pourra être trop grande ou trop petite, suivant la position initiale de la manivelle motrice, prise comme point de départ; il y aura lieu alors de régler convenablement la longueur de l'organe, en agissant sur les dispositifs de rappel prévus dans ce but. L'allongement ou le raccourcissement à obtenir, devra être égal à la moitié de l'erreur constatée.

Lorsque la tige d'excentrique est d'une pièce avec le collier, et qu'elle ne doit être raccourcie que d'une petite quantité (inférieure à 1 millimètre, par exemple) on peut y parvenir facilement en chauffant le corps de cette bielle au rouge sombre, sur une longueur de 10 à 15 centimètres, et en la refroidissant brusquement dans l'eau. Pour allonger cet organe d'une petite quantité, on pourra éventuellement le soumettre à un martelage à froid.

Si la bielle est rapportée sur le collier de l'excentrique, par plateau et boulons par exemple, l'allongement et le raccourcissement de l'organe s'obtiennent beaucoup plus facilement. Il suffit de travailler convenablement sur les assises des deux pièces, ou seulement sur l'assise de l'une d'elles, soit en enlevant la quantité de matière nécessaire, à la lime, soit en interposant des épaisseurs, en nombre convenable, entre les surfaces de contact des deux organes.

Si la bielle est rattachée au collier par un assemblage fileté, le réglage de sa longueur est encore plus facile.

Supposons maintenant, qu'en procédant au réglage, on constate que l'avance est la même des deux côtés du cylindre, mais trop grande ou trop petite. Il faut alors faire tourner le plateau d'excentrique, sur sa portée de calage, jusqu'à obtenir l'avance voulue d'un côté; ensuite on fera faire un demi-tour à la machine et on procédera à la vérification sur l'autre lumière.

Si on constate que cette dernière est alors découverte d'une quantité trop grande, c'est que le tiroir est trop court, et il n'y a d'autre remède que de remplacer cet organe. Si, au contraire, on constate que l'ouverture est trop faible, c'est que le tiroir est trop



long, les recouvrements trop forts, et il est possible alors de ramener facilement l'organe aux dimensions convenables.

En faisant tourner l'excentrique sur sa portée de calage, il faut qu'il se déplace dans le sens de sa rotation en marche, et cela pour les raisons données précédemment.

Pour mesurer l'avance, on n'emploiera pas directement le mètre

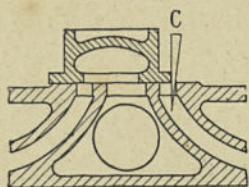


Fig. 202.

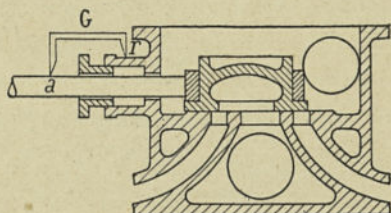


Fig. 203.

dont les indications n'auraient pas la précision suffisante ; on aura de préférence recours au coin gradué C, figure 202, dont la pénétration dans la lumière renseignera exactement sur la valeur de l'ouverture.

La plupart du temps, le tiroir est enfermé dans la chapelle et sa tige traverse une boîte à bourrage, figure 203 ; comme, dans ce cas, il est difficilement accessible directement, on pourra alors procéder de la manière suivante.

Après avoir débiellé la tige du tiroir, on déplacera ce dernier, à la main, sur la glace du cylindre, de manière à obtenir l'avance voulue. D'un point de repère *r*, pris sur le corps de la boîte à bourrage, et avec un compas G, à ouverture convenable, on trace un trait *a* sur la tige. On fait ensuite la même opération pour la position opposée du distributeur, c'est-à-dire quand celui-ci est convenablement amené par rapport à la seconde lumière. On pourra, dans la suite, se servir directement des deux traits marqués sur la tige, pour vérifier la position du tiroir, et se dispenser d'avoir recours à l'emploi du coin. La vérification peut alors se faire en tout temps de l'extérieur, avec la plus grande facilité et sans aucun démontage ; mais cette méthode ne donne pas de résultats plus exacts que ceux obtenus par l'emploi du premier procédé. D'un autre côté, la multiplication des traits de repérage, marqués pendant la vérification, est parfois de nature à prêter à



confusion dans la suite, et, pendant l'opération, on est exposé à prendre un trait pour un autre. Comme l'emploi de ce procédé n'impose pas la nécessité d'ouvrir la chapelle, ce qui est un avantage précieux, il peut être tout indiqué dans certains cas. Lorsqu'on a recours à ce mode de réglage, il ne faut jamais donner de coups de pointeau sur la tige du tiroir, car ceux-ci, dans la suite, pourraient amener la détérioration rapide du bourrage.

Lorsque les plateaux d'excentrique sont maintenus sur l'arbre au moyen de vis de pression, sans plateure ni potelle, il est recom-



Fig. 204.

mandable de les repérer sur leur portée, quand ils sont définitivement amenés à l'angle voulu ; en cas d'enlèvement temporaire, on n'a pas à recommencer les opérations du réglage et on pourrait toujours les remettre rapidement et exactement en place s'ils venaient à se déplacer accidentellement. Pour tracer les traits de

repère, on affûtera un burin de manière à donner, à son taillant, la forme de la pointe d'une mèche plate, et de façon à ce que les arêtes coupantes fassent, entre elles, un angle de  $90^\circ$ , figure 204. On placera l'outil de manière à ce que l'une des arêtes repose complètement sur l'arbre et que l'autre vienne exactement contre la face du plateau, puis on frappera un coup sec, au marteau, pour faire pénétrer le taillant simultanément dans les deux organes. Les deux traits de repère, ainsi obtenus, se couperont exactement à l'endroit de l'intersection de la face du plateau avec l'arbre, et il suffira éventuellement de ramener les deux traits, en regard l'un de l'autre, pour être certain que le plateau occupe rigoureusement, sur l'arbre, sa position primitive.

Si, dans une locomotive sur rails par exemple, les plateaux d'excentrique venaient à tourner accidentellement sur leur portée de calage, d'où résulteraient, dans la suite, des perturbations dans la distribution régulière de la vapeur, et qu'il n'y aurait pas de points de repère pour les remettre en place, on pourrait procéder de la manière suivante.

On placerait le levier de changement de marche dans le dernier cran du secteur, à fond pour la marche en avant, puis à l'œil, on



amènerait la manivelle motrice aussi près que possible du point mort. On ouvrirait les deux robinets purgeurs du cylindre, on supprimerait la liaison de la tige du tiroir avec le levier de renvoi puis on déplacerait le distributeur, en agissant sur sa tige, de manière à ouvrir la lumière correspondante au sens de marche pour lequel on a engagé le levier de renversement. On ouvrirait ensuite, très légèrement, le modérateur, et l'ouverture de la lumière serait facile à constater parce que la vapeur s'échapperait alors par le robinet correspondant du cylindre.

La position du tiroir étant ainsi déterminée, on ferait tourner le plateau d'excentrique, sur l'arbre, jusqu'à ce que la tige du tiroir puisse être assemblée avec le levier de renvoi sans altérer aucunement sa longueur.

Comme nous l'avons dit plus haut, il ne faut ouvrir le modérateur que très légèrement; sans cette précaution, on admettrait

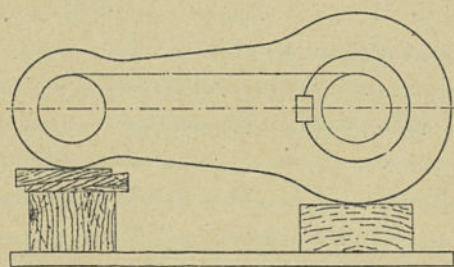


Fig. 205.

une trop grande quantité de vapeur dans le cylindre. Cette vapeur pourrait repasser par le piston, et alors on ne serait plus certain du côté exact par lequel elle arrive directement de la chapelle.

Lorsque, pour le réglage de la distribution, il faut amener la manivelle au point mort, au lieu des procédés que nous avons signalés dans ce chapitre, on peut opérer d'une manière analogue à l'une de celles que nous avons eu l'occasion de donner dans le calage de cet organe.

Sur le bout de l'arbre, du centre de rotation de ce dernier, et avec un rayon convenable, figure 205, on décrira une circonférence dont le diamètre sera égal à celui du bouton de la manivelle, à l'endroit de l'épaulement par lequel il vient buter contre la douille de tête de celle-ci. On appliquera un niveau sur la partie alésée

du cylindre et suivant l'axe de la machine; puis, ayant fait passer une règle, tangentiellement à la circonférence tracée et reposant sur le bouton, on appliquera, sur sa partie supérieure, le niveau précédent. On déplacera alors la manivelle, jusqu'à ce que la bulle de l'appareil prenne exactement la position qu'elle occupait lors de l'application de celui-ci à l'intérieur du cylindre. Ce procédé a l'avantage d'être applicable, quel que soit le genre de la machine à vérifier, horizontale, verticale ou oblique.

Quand la machine est pourvue de deux excentriques, pour la marche en avant et pour la marche en arrière, il faut parfois prendre en considération, pour les disposer sur l'arbre, celui des deux sens de marche auquel chaque excentrique est applicable. Dans les locomotives, on place souvent le plus près possible de la roue, par conséquent le plus inaccessible, l'excentrique destiné à commander la marche en arrière; c'est, ordinairement, le moins utilisé, et par suite, le moins exposé à se déranger.

En réglant la longueur des bielles des excentriques, il faut d'abord amener la manivelle au point mort, en mettant le levier de renversement de marche au cran extrême correspondant du secteur, puis déterminer la position convenable à donner au plateau d'excentrique pour obtenir l'avance convenable dans la marche en avant. On ramène alors le levier à l'autre cran extrême du

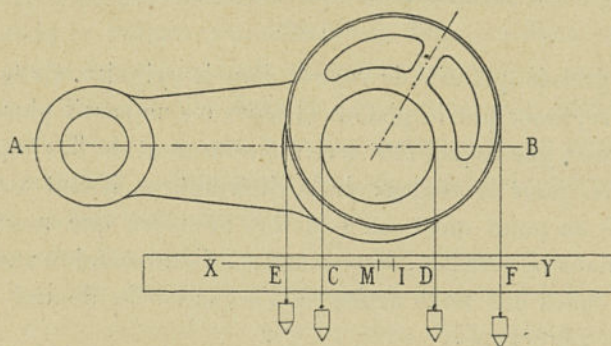


Fig. 206.

secteur, pour la marche en arrière, et on règle l'excentrique correspondant jusqu'à obtenir l'avance voulue. On amène alors la manivelle à l'autre point mort, et on mesure les avances dans les deux cas, comme précédemment, de manière à évaluer exacte-



ment la différence et à corriger, en conséquence, la longueur des bielles. Dans la vérification finale, il faudra naturellement, pour amener la manivelle au point mort, faire tourner l'arbre dans la direction convenable, afin d'éliminer les erreurs qui pourraient résulter du jeu existant dans les articulations du mécanisme.

Dans les machines de grande puissance, il n'est pas toujours possible de faire tourner l'arbre moteur, comme nous l'avons dit plus haut, pour procéder au réglage des excentriques, et il est alors indispensable de caler ceux-ci à demeure, soit avant la mise en place de l'arbre, soit en maintenant ce dernier, de manière à ce que la manivelle soit au point mort, lorsqu'il repose dans ses paliers. On peut alors procéder de la manière suivante.

L'arbre étant bien horizontal, on amène la manivelle parfaitement de niveau, en opérant comme nous l'avons dit, au moyen de la règle et du niveau.

On soutient la douille du bouton de manivelle et on le déplace éventuellement d'une faible quantité, soit en agissant sur les coins disposés comme le représente la figure 205, soit au moyen d'un vérin de calage quelconque.

En dessous du système, et sous le plateau de l'excentrique, on dispose une règle horizontale et parfaitement parallèle au plan de rotation de la manivelle, figure 206. Sur la règle ainsi placée, on trace une ligne XY, parallèle à l'axe AB de la manivelle. Sur la ligne XY, on repère exactement la position du centre de l'arbre.

A cet effet, il suffit de faire passer sur celui-ci un double fil à plomb qui viendra toucher la règle placée à la partie inférieure, et déterminera la position de deux points, C et D; le milieu, M, de la distance séparant ces deux points, correspondra à l'axe de l'arbre.

A partir du point M, on portera une longueur M I, égale à l'avance linéaire à réaliser, augmentée du recouvrement extérieur. Cette longueur se déterminera facilement, d'après le diagramme de distribution. Sur la ligne XY, on déterminera deux points, E et F, équidistants de I et distants entre eux d'une quantité E F égale, dans le cas actuel, au diamètre du plateau de l'excentrique. Sur ce dernier, on fera ensuite passer le double fil à plomb, et on fera tourner le plateau, sur sa portée, jusqu'à ce que les deux brins du fil tombent en E et F.

Si la règle est bien fixée à demeure et est parfaitement droite, on peut, éventuellement, se servir de l'équerre à chapeau, en lieu et place du fil à plomb. Après avoir tracé la droite XY, comme

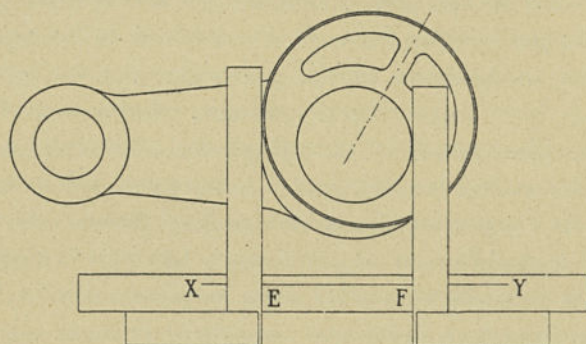


Fig. 207.

précédemment, on applique alors l'équerre contre la face inférieure de la règle, et on amène la branche verticale, tangente successivement, à l'arbre du côté de l'angle d'avance, et au plateau d'excentrique du côté opposé, et, sur la droite XY, on marque deux points E et F.

Si maintenant nous désignons par :

$d$  = diamètre de l'arbre moteur.

$D$  = diamètre du plateau d'excentrique.

$e$  = recouvrement extérieur.

$a$  = avance linéaire à l'admission.

Il est facile de voir que :

$$EF = \frac{D}{2} + \frac{d}{2} - (e + a).$$

Jusque maintenant, nous avons supposé que la bielle d'excentrique attaquait directement la tige du tiroir, sans balancier ou levier de renvoi ; l'angle d'avance se marque alors suivant le sens de rotation de l'arbre, et l'excentrique précède la manivelle. Mais s'il y a un levier de renvoi intermédiaire, l'excentrique suit alors la manivelle, dans le sens de rotation, et le point F doit être marqué du côté opposé à celui où se trouve le bouton de la manivelle, comme le montre la figure 208, tandis que le point E se marquera du côté opposé.



Comme les équerres sont placées dans la figure 208, on aura :

$$EF = \frac{D}{2} + \frac{d}{2} + e + a$$

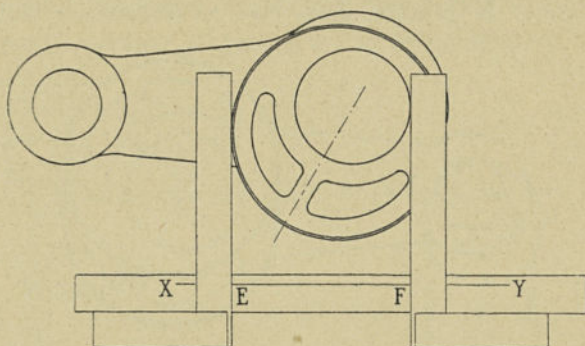


Fig. 208.

Lorsqu'il y a deux excentriques à caler sur l'arbre dans des

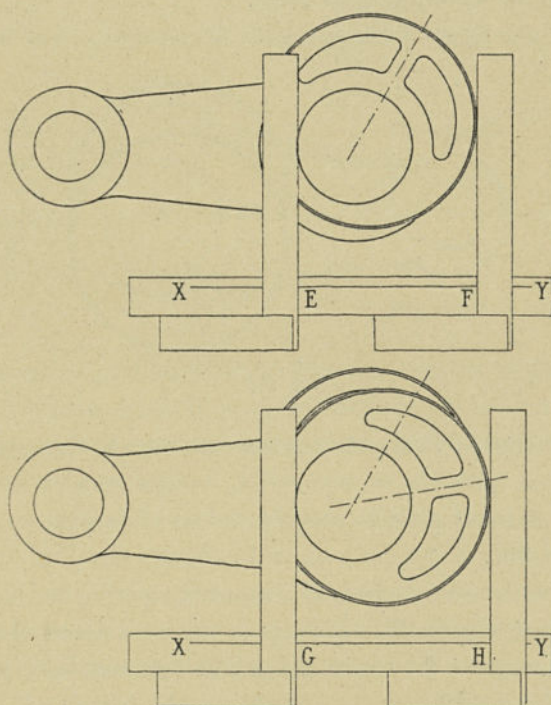


Fig. 209 et 210.

positions quelconques définies par rapport à l'axe de la manivelle,

les principes donnés précédemment sont applicables à chacun des deux organes. Les figures 209 et 210 représentent les opérations de calage de l'excentrique du tiroir de distribution et de l'excentrique du tiroir de détente, dans les cas ordinaires. S'il y a des

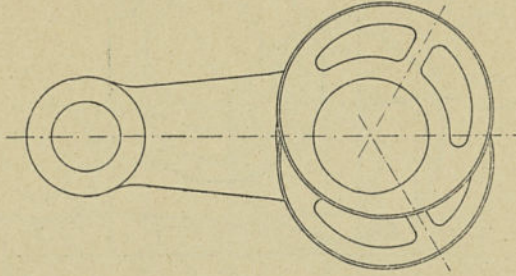


Fig. 211.

leviers de renvoi, il faut naturellement tenir compte de ce que nous avons fait observer plus haut.

Dans les machines à changement de marche, pour un sens de

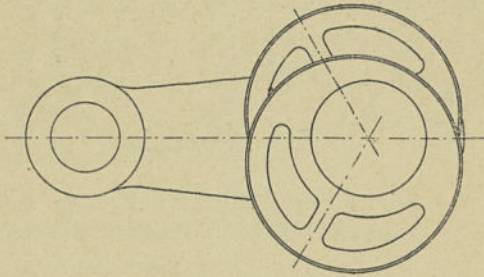


Fig. 212.

rotation déterminé, l'excentrique qui commande momentanément la distribution précède la manivelle, tandis que celui destiné à commander le tiroir pour la marche en sens inverse, suit la manivelle, figure 211.

S'il y a des leviers de renvoi intermédiaires, c'est le contraire qui se produit, c'est-à-dire que, pour un sens déterminé de rotation, le mouvement du tiroir dépend de l'excentrique qui suit la manivelle, figure 212.

Lorsque l'axe de la bielle d'attaque du tiroir n'est pas parallèle à l'axe du cylindre, on amènera préalablement la manivelle au



point mort, par l'un ou l'autre des moyens donnés précédemment, et légèrement modifiés suivant le cas.

Dans la machine verticale, représentée figure 213, la manivelle s'amène au point mort en plaçant son axe verticalement, soit au

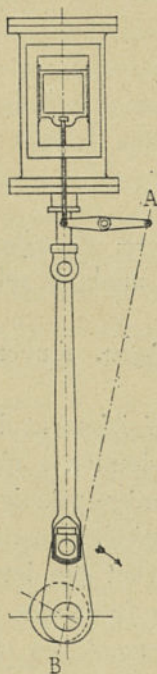


Fig. 213.

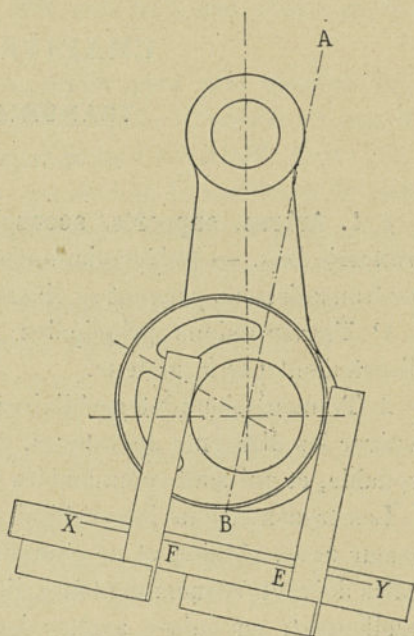


Fig. 214.

moyen d'une équerre et d'un niveau ordinaire, soit au moyen d'une règle et d'un niveau spécial. Dans cette machine, le tiroir n'est pas commandé directement par l'excentrique, mais bien par l'intermédiaire d'un levier de renvoi.

Pour régler le calage de l'excentrique, comme nous l'avons dit en dernier lieu, il faudra préalablement amener la manivelle au point mort, puis on tirera l'axe AB, entre le centre de l'arbre et l'extrémité du bras du levier de commande. On placera ensuite la règle perpendiculairement à AB, et on procédera comme dans les cas ordinaires. La figure 214 représente la manière d'appliquer la règle et l'équerre.

## CHAPITRE VIII

### TRANSMISSIONS

§ 1. Arbres, supports, accouplements. — *Classification des transmissions.* — Indépendamment de leur mode de sollicitation, les transmissions peuvent se classer en :

1° Transmissions principales ou manèges, souvent activés directement par le moteur.

2° Transmissions intermédiaires, plus spécialement destinées à activer les différents opérateurs, pour leur donner la vitesse convenable, et qui sont commandées par le manège principal.

Les transmissions intermédiaires sont, généralement, de longueur assez réduite, et ne comportent souvent que deux paliers. Elles doivent fréquemment être disposées de façon à ce que, éventuellement, on puisse arrêter leur mouvement, ou changer la direction de ce dernier. Pour obtenir leur arrêt, on peut les pourvoir d'embrayages, ou bien les munir de deux poulies, l'une fixe et l'autre folle, sur lesquelles la courroie motrice, venant du manège principal, peut se déplacer, suivant qu'on veut activer ou rendre immobile cet arbre auxiliaire.

Lorsque le sens du mouvement de rotation doit également pouvoir être renversé, il faut naturellement qu'elles portent deux courroies, l'une droite et l'autre croisée, venant du manège principal. Si alors on a recours aux poulies fixe et folle, ces dernières doivent avoir une largeur au moins double des premières, afin que chaque courroie puisse se trouver séparément sur sa poulie folle, pour arrêter le mécanisme. Mais comme le poids de ce dernier devient parfois considérable, on préfère souvent avoir recours au système des embrayages.

3° Lorsque les arbres sont simplement interposés entre le



manège principal et la transmission à activer, ils portent plus spécialement le nom d'arbres de renvoi ou de déviation.

*Composition des transmissions principales.* — Les transmissions principales, qui ont généralement une longueur considérable, se composent ordinairement de différents tronçons, réunis entre eux par des accouplements.

Chacun des manèges d'un atelier peut être pourvu de son moteur spécial, solution souvent adoptée actuellement, par suite de l'emploi de plus en plus répandu de l'électricité. Cette disposition, quand elle est possible, est de loin la meilleure de toutes ; elle donne des installations d'un poids beaucoup plus réduit, et cette réduction du diamètre des tourillons diminue considérablement le travail absorbé par le frottement de ceux-ci dans leur support. De plus, on peut toujours arrêter un tronçon quelconque, séparément et en laissant tourner les autres, c'est-à-dire sans interrompre complètement le travail d'un atelier. C'est dans ce même but, qu'on munit souvent les manèges d'embrayages de systèmes différents.

Comme le tronçon qui est directement attaqué par le moteur reçoit directement la totalité de l'effort, et comme la puissance à transmettre diminue graduellement au fur et à mesure qu'on se rapproche des extrémités de l'arbre, il y a lieu de réduire en conséquence le diamètre des tronçons.

Cette solution, quoique logique, n'est pas toujours acceptable, et la plupart du temps on réduit, autant que faire se peut, ces variations de diamètre, en vue de conserver, autant que possible, les mêmes paliers et les mêmes accouplements, et de diminuer ainsi le nombre des pièces de rechange à tenir en magasin.

Dans l'établissement des transmissions principales, on s'efforcera toujours de placer, de préférence, les machines les plus fortes, dans le voisinage du point attaqué par le moteur.

*Conditions qu'on doit chercher à réaliser dans l'établissement des transmissions.* — Dans l'établissement des transmissions, il faut, autant que possible, chercher à réaliser les conditions suivantes :

1° La plus grande légèreté possible, compatible avec la résis-

tance et la stabilité de la transmission. On diminue ainsi le prix de premier établissement, les frais d'entretien, et le travail absorbé par le frottement des tourillons dans leur support. La manœuvre des différents tronçons est également facilitée dans de notables proportions en cas de démontage et de remontage éventuels.

2° Prévoir des dispositifs tels que le démontage et le remontage d'un tronçon quelconque, puissent se faire facilement et rapidement; on évite ainsi les arrêts trop prolongés, et toujours coûteux, dans la fabrication.

3° La facilité d'accès, afin de pouvoir surveiller constamment les différentes parties du mécanisme; l'ensemble sera disposé de manière à ne pas nécessiter une surveillance continue. Sous ce rapport, il y aura particulièrement lieu d'étudier les accouplements et les paliers, et de choisir, dans ceux-ci, les dispositions qui assurent le graissage parfait, autant que possible automatique, pendant le temps le plus long possible et sans perte de lubrifiant.

4° Les transmissions devront être montées rigoureusement droites, pour éviter les bridages de tourillons dans les paliers, ainsi que les frottements exagérés, le grippage et l'usure anormale qui en sont la conséquence naturelle.

5° Les transmissions devront être bien équilibrées, pour éviter les effets de la force centrifuge, qui seraient sensiblement les mêmes que ceux que nous venons de signaler.

6° Il ne faut pas exagérer, inutilement, les dimensions des organes d'accouplement et de transmission de mouvement (engrenages et poulies), et on doit veiller à ce que ceux-ci soient également bien équilibrés.

7° On proportionnera le nombre des supports et l'étendue des coussinets de ceux-ci, de manière à ce qu'on n'ait pas à craindre d'échauffement, par suite de la pression exagérée exercée entre les organes frottants.

8° Il y aura lieu de prévoir les dispositifs nécessaires pour assurer la libre dilatation des arbres, par suite de leur variation de température (échauffement résultant du frottement) et cela sans nuire à la stabilité de la transmission. A défaut de cette précaution, on s'exposerait aux mêmes inconvénients que ceux que nous avons signalés plus haut (4° et 5°).



9° Éventuellement, on prévoira des embrayages, disposés de manière à pouvoir rendre, à un moment donné, les différents tronçons aussi indépendants que possible l'un de l'autre.

10° On réduira, autant que faire se peut, les variations dans les dimensions des différents organes composants, tronçons, accouplements et paliers, afin de diminuer la quantité des pièces de rechange à tenir en magasin. A cet effet, on ne fera ordinairement varier le diamètre des deux tronçons voisins, que lorsque la différence de puissance à transmettre, par l'un et par l'autre, atteint 10 à 15 chevaux.

*Arbres.* — Les arbres de transmissions sont généralement de section circulaire pleine; parfois aussi on adopte la section annulaire et on les compose alors par des tuyaux en fer, convenablement assemblés entre eux et aux tronçons de section pleine. On n'a ordinairement recours à ce dispositif que lorsque la distance entre deux paliers consécutifs est assez grande; on diminue ainsi le poids de l'organe et la flexion qui en est la conséquence naturelle. Cette disposition permet de franchir des portées assez longues, principalement à l'endroit des passages principaux, où l'écartement des supports de fermes est assez considérable. On ne place que très rarement des poulies sur les parties d'arbres ainsi constituées, et encore le calage de ces accessoires doit-il résulter du serrage du moyeu sur sa portée.

Les tronçons cylindriques de section pleine, peuvent être roulés à froid ou à chaud, ou bien être constitués par des laminés, tournés ensuite sur toute leur longueur, quand on veut se réserver la possibilité de placer des poulies à un endroit quelconque de l'arbre.

Si on prévoit qu'une certaine partie de la transmission ne recevra pas ultérieurement de poulies, on peut se borner à ne tourner que des portées, de longueur convenable, à l'endroit des paliers. Toutefois, les arbres bruts de forge ne sont jamais parfaitement équilibrés; ils possèdent des balourds dont les effets peuvent être nuisibles, et leur aspect laisse toujours à désirer. Aussi, actuellement, les arbres de transmissions, à part quelques rares exceptions, lorsqu'ils sont fortement exposés aux intempéries

par exemple, sont toujours tournés sur toute leur longueur.

Le prix un peu plus élevé est largement compensé par les facilités que présente l'installation exécutée de cette manière.

Les arbres roulés sont toujours fournis à diamètre exact ; quant aux arbres tournés, on les tire ordinairement de barres laminées à un diamètre initial, supérieur de 4 à 5 millimètres au diamètre définitif. La quantité de matière enlevée au tour est suffisante pour obtenir un organe parfaitement droit et rigoureusement cylindrique.

Dans les arbres roulés à froid, les propriétés du fer et de l'acier ainsi traité, sont modifiées dans de grandes proportions, et les transmissions qu'on obtient, par leur emploi, présentent de sérieux avantages. La structure de la matière est beaucoup plus uniforme ; l'élasticité est beaucoup plus grande, et les déformations permanentes sont beaucoup moins à redouter. Ils sont beaucoup plus tenaces et résistent mieux à la flexion et à la torsion. Leur surface extérieure est toujours lisse et douce, exempte de criques et de taches noires, accidents fréquents dans les arbres tirés de barres laminées. Ils sont exactement à calibre et n'exigent aucun parachèvement.

On peut leur donner un diamètre inférieur à celui des arbres tournés, d'où résulte un frottement moindre dans les tourillons, une diminution des dimensions des accouplements et des moyeux des poulies, et, par suite, une réduction de poids dans l'ensemble de l'installation.

Ils sont beaucoup plus durs, ce qui diminue l'usure à l'endroit des paliers.

*Conditions de sollicitation des arbres de transmissions.* — Les efforts auxquels sont soumis les arbres de transmissions, sont des efforts composés, impossibles à déterminer préalablement d'une façon certaine.

Aux efforts réguliers de flexion et de torsion, résultant de la transmission de la puissance et de la tension des courroies, peuvent s'ajouter une foule d'autres efforts accidentels, provenant des déformations élastiques de l'organe, ou de défauts de construction ou d'installation, tels que bridage dans les paliers, balourd de

cause de  
rouissage  
est sans  
inconvénient  
= poids)



l'arbre et des poulies, calage défectueux de celles-ci, passage du joint des courroies, etc.

De plus, dans la pratique, les efforts combinés de flexion et de torsion sont toujours sujets à variations, par suite de l'augmentation du nombre des machines prévues, du déplacement de celles-ci, et, par suite, des points d'application des efforts et des directions de ces derniers.

Indépendamment des efforts à transmettre par les différentes poulies, il y a également lieu de prendre, en sérieuse considération, le frottement dans les coussinets. Or, ce facteur dépend également de l'écartement des paliers, des soins apportés dans le montage de la transmission, c'est-à-dire de la correction d'alignement des différents tronçons de cette dernière, de l'état d'entretien et des soins apportés à lubrifier les parties frottantes ou des précautions prises en vue d'assurer automatiquement le graissage.

*Dimensions des arbres de transmissions.* — Nous n'entreprendrons pas de donner ici les différentes méthodes à suivre pour calculer les dimensions à donner aux arbres de transmissions. Cela sortirait de notre cadre, et on pourra toujours, en ce qui concerne ce sujet, avoir recours aux ouvrages traitant de la construction des machines. Disons cependant que, pour déterminer les dimensions de ces arbres, le plus prudent sera encore d'avoir recours à certaines formules qui, quoique très approximatives et susceptibles de nombreux tempéraments, ont donné des résultats satisfaisants dans la pratique.

Les efforts de flexion sont surtout provoqués par le poids propre de l'arbre et par la tension des courroies. Une répartition judicieuse des poulies peut diminuer, dans de notables proportions, la fatigue du métal. Ainsi, en rapprochant des paliers les poulies destinées à transmettre les efforts les plus considérables; en disposant les poulies de manière à répartir, aussi uniformément que possible, la charge sur toute la longueur de l'arbre; en choisissant les poulies les plus légères possible et en les équilibrant parfaitement, on pourra diminuer la fatigue de l'arbre, et réduire ses dimensions.

Mais le même résultat peut également s'obtenir par la diminu-

surtout poulies de  
sérieuse

tion de la portée de l'arbre, par le rapprochement de ses points d'appui, c'est-à-dire des paliers, et c'est souvent à ce moyen qu'on préfère avoir recours, principalement quand le nombre et la position des poulies sur l'arbre ne sont pas invariables.

Plus le diamètre d'un arbre de manège sera réduit, moins grand sera le travail de frottement et par suite plus élevé sera le rendement du mécanisme. Mais, sous ce rapport, il faut se garder de tomber dans l'excès, et de diminuer, outre mesure, le diamètre des transmissions; il ne faut généralement pas que celui-ci soit inférieur à 35 millimètres; cette dimension peut être considérée comme la limite inférieure.

D'autre part, la diminution du diamètre de l'arbre peut donner lieu à une torsion exagérée lors de la mise en marche, et cette circonstance peut avoir des résultats très nuisibles dans certaines industries. Cette déformation passagère conduit ordinairement à adopter, pour certaines machines, des transmissions intermédiaires, pourvues de poulies fixe et folle, ou d'embrayages, à friction ou autres, dont la manœuvre permet de ne charger le manège principal que graduellement.

*Écartement des paliers.* — Cet écartement devrait naturellement varier suivant les différents cas qui se présentent; mais on considère, généralement, comme la plupart du temps acceptables, les proportions suivantes :

DIAMÈTRE DE L'ARBRE	ÉCARTEMENT DES PALIERS
—	—
	Mètres.
40 millimètres . . . . .	2,000 à 2,500
50 — . . . . .	2,500 à 2,750
60 — . . . . .	2,750 à 3,000
70 — . . . . .	3,000 à 3,300
80 — . . . . .	3,300 à 3,500
90 à 100 — . . . . .	3,500 à 4,000

Ces portées n'ont rien d'absolu; on pourra les augmenter d'une certaine quantité, 10 à 15 pour cent, si l'arbre est peu chargé; on devra au contraire les diminuer si l'arbre est fortement chargé ou si celui-ci tourne à une vitesse considérable.

Dans aucun cas, si l'on veut obtenir un bon rendement, il ne faut pas donner à la portée une longueur supérieure à 4 mètres.



*Point d'attaque du manège.* — Le point d'attaque d'une transmission peut être imposé par l'emplacement du moteur qui l'active. Mais quand la chose est possible, il est préférable de disposer la poulie principale, recevant directement son mouvement du moteur, vers le milieu de la longueur de l'arbre. On régularise ainsi l'effort de torsion qui s'exerce sur les deux parties de ce dernier, et la transmission du mouvement se fait d'une manière beaucoup plus uniforme.

*Écartement des arbres.* — L'écartement de deux arbres, dont le mouvement est rendu solidaire par poulies et courroie, peut être imposé par les circonstances locales.

Toutefois, lorsqu'on a toute latitude pour disposer l'installation, il faut éviter de réduire cet écartement dans des proportions exagérées ; on s'exposerait au glissement de la courroie sur les poulies, d'où résulterait inévitablement une perte de rendement assez sensible.

On peut admettre qu'une distance d'axe de 2,500 m. à 3 mètres est le minimum d'écartement acceptable. Cette distance est d'ailleurs, en quelque sorte, fonction de la puissance à transmettre, du diamètre des poulies correspondantes et de la vitesse linéaire de la courroie.

Dans les conditions courantes, on pourra admettre comme acceptables, les écartements suivants :

PUISSANCE A TRANSMETTRE	ÉCARTEMENT MINIMUM D'AXE EN AXE
—	— Mètres.
Jusque 20 à 25 chevaux . . . . .	3,000
De 25 à 100 chevaux . . . . .	4,500 à 5,000
Au-dessus de 100 chevaux . . . . .	5,000 à 6,000

Pour les écartements supérieurs à 10 mètres, on remplacera les courroies par des câbles, en chanvre ou en cuir ; et, pour des distances d'axe en axe, au-dessus de 30 mètres, on donnera la préférence aux câbles métalliques.

*Butées.* — Pour éviter le déplacement axial de l'arbre, il faut nécessairement munir, certains de ses tourillons, de rebords ou butées. Celles-ci sont généralement obtenues par l'emploi de

bagues rapportées, ou bien, l'une d'elles est constituée par une bague de ce genre et l'autre par la douille d'un accouplement.

L'emplacement de ces rebords n'est pas indifférent, car ici il y a souvent lieu de tenir compte de l'échauffement de la transmission, d'où résulte parfois une augmentation sensible de la longueur de l'arbre.

Si les deux bagues sont placées à chacune des extrémités de la transmission, et à l'intérieur des deux paliers extrêmes, la dilatation peut avoir pour effet de déplacer ces supports, d'agir sur leurs attaches d'une façon anormale, et de compromettre la stabilité de celles-ci. Toutefois, dans le cas où ces dernières seraient suffisamment robustes, l'arbre devrait nécessairement fléchir à un endroit quelconque de sa longueur, ce qui donnerait du bridage dans les paliers intermédiaires et provoquerait des échauffements, dangereux pour la sécurité de l'installation.

Si les bagues sont placées toutes deux à l'extérieur des paliers extrêmes, la dilatation, qui se produit pendant la marche, rend absolument nulle l'utilité de ces butées qui, ne venant plus en contact avec le palier correspondant, laissent absolument toute liberté à l'arbre pour se déplacer suivant son axe.

Dans tous les cas, les butées doivent être mises aux deux côtés d'un même support, et de préférence aux deux côtés du palier du milieu, si la chose est possible. En général, on les placera le plus près possible de la poulie principale, celle qui est directement activée par le moteur.

Lorsque la transmission est commandée par pignons coniques, ce sera naturellement des deux côtés du coussinet du palier le plus rapproché du pignon, que se mettront les bagues, afin que la dilatation n'ait pas d'influence sur la position convenable que doivent occuper entre eux, les axes des deux engrenages.

En prenant les précautions que nous avons indiquées précédemment, la libre dilatation de l'arbre pourra se faire sans troubles pratiquement sensibles dans la transmission du mouvement, et on n'aura pas à craindre les efforts transversaux accidentels sur les supports.

*Vitesse de rotation des transmissions.* — Le nombre de tours



d'un manège peut être imposé par certaines circonstances locales.

Il est évident que la transmission principale d'un atelier, pourvu de machines à travailler le bois ou de machines à meuler, devra nécessairement tourner à une vitesse plus considérable que celle d'un atelier ne contenant que des machines courantes pour le façonnage des métaux.

Il faut, en général, qu'une transmission intermédiaire d'une machine, tourne plus vite que le manège principal, c'est-à-dire que la poulie de commande, placée sur celui-ci, ait un diamètre supérieur à celui de la poulie qu'elle doit activer.

Si l'augmentation de vitesse à réaliser est trop considérable, on aura alors, sur le manège principal, des poulies de dimensions exagérées, très lourdes par conséquent, qui surchargeront la transmission et conduiront infailliblement à donner à l'arbre un fort diamètre.

Dans ces conditions, le prix de premier établissement pourra être augmenté dans de notables proportions, et il en sera de même du travail absorbé par l'installation.

D'un autre côté, si on réduit le diamètre des poulies, on doit alors avoir recours à l'emploi de transmissions intermédiaires multiplicatrices, qui sont toujours coûteuses et encombrant les ateliers.

A égalité de puissance transmise, si le manège tourne vite, les dimensions des poulies seront réduites (il en sera naturellement de même de leur poids), les efforts de flexion développés par la tension des courroies seront diminués, et on pourra également réduire, dans des proportions correspondantes, le diamètre de l'arbre.

Les vitesses les plus généralement admises pour les transmissions courantes, et qui donnent pratiquement les meilleurs résultats, sont les suivantes.

Pour transmissions d'ateliers contenant des machines à façonner les métaux : 120 à 130 tours par minute.

Pour transmissions d'ateliers, destinées à activer des machines à façonner le bois : 240 à 260 tours par minute.

Pour transmissions de filatures : 300 à 400 tours par minute.



Afin d'obtenir la vitesse voulue aux machines activées, on emploiera éventuellement des transmissions intermédiaires.

La puissance que pourra transmettre un manège déterminé, sera naturellement proportionnelle au nombre de tours qu'il fera.

*Paliers.* — Les arbres sont supportés dans des paliers reliés au sol, aux murs, au plafond ou aux montants, métalliques ou en maçonnerie, sur lesquels s'appuie ordinairement la charpente. Les paliers constituent l'une des parties les plus importantes des transmissions, et de leur choix judicieux résultent l'économie d'entretien et la sécurité de l'installation.

Pour ce qui concerne les différents modes de construction de ces organes, nous renvoyons aux traités de construction des machines ; toutefois, nous croyons devoir attirer ici l'attention sur les différentes conditions qu'ils doivent réaliser.

Leur exécution doit toujours être irréprochable ; ils doivent être établis suffisamment robustes, tout en cherchant à en diminuer le poids, le plus possible ; ils doivent être choisis de manière à assurer le graissage parfait des surfaces frottantes avec le moins de surveillance possible, et, sous ce rapport, les paliers à réservoir d'huile sont tout à fait recommandables ; leurs coussinets doivent toujours être largement proportionnés, dans le but d'éviter l'échauffement et les conséquences qui en résultent.

Lorsque leurs supports se fixent à la maçonnerie, la surface d'assise de ces intermédiaires doit toujours être très développée, et les ancrages doivent être faits avec le plus grand soin.

Nous avons dit plus haut, que le mode de construction des paliers pouvait être quelconque ; cependant, la disposition qui présente le plus de facilités pour l'installation et le réglage des transmissions, est le palier avec coussinet à rotules, qui permet toujours d'amener l'arbre exactement dans la position qu'il doit occuper. D'un autre côté, sous le rapport de la longueur de portée des tourillons, ce genre de paliers se prête facilement au développement de ces derniers.

De plus, dans bien des cas, ils sont de nature à présenter de sérieux avantages, car lorsqu'il existe de légères erreurs de montage dans les manèges, le coussinet se règle souvent de lui-même



suivant l'axe de l'arbre et on évite ainsi la fatigue anormale et les bridages résultant des déformations passagères de la transmission.

Lorsque l'emploi des paliers ordinaires est imposé (paliers à semelle) ceux-ci ne se fixent, qu'exceptionnellement, directement sur le sol ou sur la charpente.

Quand le point d'attache des supports de manège doit être pris aux murs; aux colonnes ou au plafond, il est indispensable de relier ces paliers à des supports spéciaux, consoles, suspensions, etc., et ce sont ces derniers qu'on fixe au bâtiment ou à la charpente.

A cette disposition, on en préfère parfois d'autres dans lesquelles le support, attaché aux murs ou au plafond, constitue le corps proprement dit du palier; ces accessoires portent alors plus spécialement le nom de chaises. Quel que soit le mode de construction de ces dernières, les dispositions fermées présentent, à poids égal, plus de rigidité, et à résistance équivalente, elles sont plus légères que les chaises ouvertes. Cependant, eu égard aux facilités de montage, ces dernières sont d'un emploi préférable dans bien des cas.

Lorsque les paliers sont destinés à des transmissions intermédiaires, portant des poulies sur lesquelles doivent se déplacer des courroies ou pourvues d'embrayages, leurs supports doivent toujours être pourvus des douilles et prolongements nécessaires pour y fixer les tringles de manœuvre.

*Accouplements.* — Laissant de côté les accouplements mobiles, à friction ou autres, dont l'emplacement est souvent imposé et pour la mise en place desquels les constructeurs fournissent ordinairement toutes les indications nécessaires, nous ne nous occuperons que du montage de ceux plus spécialement destinés à réunir deux tronçons voisins, d'une façon rigide.

Quelle que soit la disposition de ce genre d'organes, ceux-ci doivent toujours être étudiés en vue de réaliser, autant que possible, les conditions suivantes :

1° Maintenir les axes des arbres accouplés, rigoureusement dans le prolongement l'un de l'autre.

2° Ensermer également les deux arbres à réunir.



3° Être disposés de façon à ce que l'assemblage ne soit pas altéré en cas d'effort anormal à transmettre accidentellement.

4° Être d'un montage et d'un démontage faciles, afin de pouvoir se retirer et être remis en place, avec le moins de dérangement possible tant à la transmission qu'à ses paliers.

5° Être aussi légers que faire se peut; tourner bien rond; être équilibrés; présenter le minimum de saillies afin d'éviter les accidents de personnes et d'entraîner les courroies, en les tournant autour de l'arbre, dans le cas où celles-ci viendraient à tomber dessus.

Il ne faut jamais que les deux bouts des arbres à assembler, viennent buter l'un contre l'autre, et il est bon de tourner ces bouts légèrement bombés. On laissera, entre eux, un certain jeu, qui pourra être utilisé pour régler, au montage, le manège à longueur convenable.

Si les accouplements employés sont en deux pièces, la division étant pratiquée suivant un plan diamétral passant par l'axe de l'arbre, réunies entre elles au moyen de frettes légèrement coniques placées à froid, le jeu à laisser entre les deux tronçons voisins n'est pas indifférent. Il devra toujours être suffisant pour pouvoir introduire et retirer les frettes, sans avoir besoin de déplacer, longitudinalement, l'un ou l'autre tronçon.

Lorsque les arbres à assembler ont un diamètre différent, on peut régler l'alésage de l'accouplement en conséquence, des deux côtés.

Toutefois, il arrive parfois qu'on amincit le bout de l'arbre le plus fort, pour l'amener au diamètre de l'arbre le plus faible, et conserver ainsi un alésage constant à l'accouplement. Quand on a recours à ce moyen, il faut nécessairement disposer l'accouplement, par rapport au palier le plus rapproché, du côté de l'arbre de petit diamètre. Sans cela, la résistance du tronçon de grand diamètre serait diminuée à l'endroit de la réduction de section, et ramenée à celle du tronçon de diamètre inférieur.

Les accouplements se placent, généralement, le plus près possible des paliers, afin de faciliter leur démontage éventuel; une distance de 4 à 5 centimètres entre les douilles des manchons et les faces correspondantes des coussinets est ordinairement suffi-



sante. Il ne faut pas cependant que la rainure de cale, vienne jamais à l'intérieur du coussinet.

Sur le tronçon qui est commandé directement par le moteur, les accouplements se placeront toujours à l'extérieur des paliers extrêmes qui supportent cette partie du manège, et aussi près que possible de ces derniers.

En ce qui concerne les différents modes de construction de ces accessoires, nous renvoyons aux ouvrages traitant spécialement de la construction des machines.

§ 2. **Poulies.** — Les poulies se font ordinairement en fonte, en fer ou en bois ; elles peuvent être en une pièce ou bien en plusieurs pièces. Parfois, dans celles dont la jante est en tôle de fer ou d'acier, celle-ci est rapportée, par rivets ou boulons, sur des bras qui sont d'une pièce avec le moyeu.

On donne plus spécialement le nom de poulies en deux pièces, à celles qui sont divisées par un plan diamétral contenant l'axe de rotation. Lorsqu'elles sont en fonte, les deux parties en sont souvent coulées séparément, et alors les surfaces qui doivent venir au contact dans la suite sont ajustées, pour obtenir un joint convenable.

Lorsque les poulies se coulent en une pièce, et que la séparation se fait après coup, par cassure, on laisse ordinairement celle-ci brute, afin de faciliter le réassemblage ultérieur.

La cassure doit se faire préalablement à tout parachèvement.

Les poulies en deux pièces sont d'une mise en place beaucoup plus facile que les autres, et c'est pour cela, qu'actuellement, on leur donne généralement la préférence dans la plupart des cas.

Par suite des tensions développées dans les différentes parties de l'organe, lors du refroidissement du métal coulé, les poulies en fonte, de diamètre supérieur à 1,500 m. à 2 mètres, se coulent toujours en deux pièces.

C'est également pour atténuer les effets nuisibles des inégalités du retrait que, la plupart du temps, les poulies sont pourvues de bras courbes ; ceux-ci font, en quelque sorte, ressort, et la rupture accidentelle de l'organe, pendant la marche, est beaucoup moins à redouter.



Le même résultat peut s'obtenir par une répartition judicieuse de la matière, dans les bras, la jante et le moyeu, et en prenant certaines précautions de fonderie. Il est évident que les poulies à bras droits sont toujours plus légères que celles à bras paraboliques; elles sont aussi plus faciles à mettre en place, et fatiguent beaucoup moins les transmissions.

*Dimensions des poulies.* — Théoriquement, une poulie sur laquelle passe une courroie double, devrait être plus robuste qu'une poulie destinée à recevoir une courroie simple. Cependant, dans la plupart des cas courants, les tensions développées dans les différents éléments de l'organe, jante, bras ou moyeu, sont si réduites, qu'il n'y a pas lieu de faire de distinction, et que les poulies courantes peuvent, indifféremment, recevoir des courroies simples ou des courroies doubles.

*Vitesse de rotation des poulies.* — Les poulies sont d'autant plus sujettes à se rompre, qu'elles tournent plus vite, et cela par suite des efforts développés par la force centrifuge.

Cependant, la vitesse de rotation des poulies employées sur les transmissions est généralement assez réduite pour qu'on n'ait pas à se préoccuper des tensions résultant de la force centrifuge.

*Rapport entre les diamètres de deux poulies correspondantes.* — Les diamètres à donner à deux poulies, dont le mouvement est rendu solidaire par courroie, peuvent être imposés par les circonstances locales. Cependant, il est bon de ne jamais adopter, entre ces diamètres, un rapport supérieur à 6.

L'arc d'embrassement devient alors généralement trop réduit sur le plus petit des deux organes, et les glissements, et la diminution de rendement qui en résulte, sont toujours à craindre. Si la vitesse à obtenir à l'arbre mené imposait un rapport des diamètres supérieur à celui que nous venons d'indiquer, il y aurait lieu d'intercaler, entre les arbres, une transmission intermédiaire.

*Calage des poulies sur leurs arbres.* — Les poulies peuvent être fixées sur leurs arbres de différentes manières. On peut avoir recours à l'emploi d'une ou plusieurs cales, ou bien à des vis de pression, s'engageant dans des trous taraudés dans le moyeu, avec bout de pénétration dans une potelle ménagée dans l'arbre.



L'un de ces moyens est toujours appliqué, lorsque les poulies sont d'une seule pièce, le dernier étant plus spécialement réservé aux organes de ce genre destinés à transmettre des efforts peu considérables.

Le calage des poulies, en deux pièces ou à moyeu fendu, résulte souvent du seul serrage du moyeu sur l'arbre, serrage exercé par la mise en place des organes d'assemblage. Ce moyen peut convenir pour des poulies jusqu'à 1 mètre à 1,500 m. de diamètre et de 150 à 100 millimètres de largeur de jante.

Quand on a recours aux cales pour fixer les poulies, il faut que celles-ci, après montage, tournent rigoureusement rond et perpendiculairement à l'axe.

Si ce n'est pas le cas, c'est un indice que l'alésage du moyeu est trop fort ou est conique, ou qu'il y a un défaut dans l'ajustage de la clavette. On pourra, à ce sujet, se reporter à ce que nous avons dit précédemment, concernant le calage des manivelles.

*Poulies folles.* — Les poulies folles doivent toujours être pourvues de moyeux assez longs et être munies des dispositifs nécessaires pour assurer le graissage parfait de ces derniers.

A défaut de ces précautions, on s'expose à des mises en marche inopinées des transmissions momentanément au repos, et à des accidents dont les conséquences sont souvent très coûteuses. On peut, dans ce but, avoir recours à l'emploi de graisseurs spéciaux, à graisse solide, fonctionnant par l'effet de la force centrifuge, placés sur le moyeu ; on peut aussi ménager, dans le moyeu de ces organes, des réservoirs de lubrifiant solide, de capacité voulue et convenablement étudiés. On trouvera dans les ouvrages traitant de la construction des machines, la description de différentes de ces dispositions.

*Jante des poulies.* — La jante des poulies peut être plate ou bombée. Cette dernière disposition maintient beaucoup mieux la courroie sur son tambour, et évite le déplacement fortuit de celle-ci, en cas d'erreur de montage ou de voile accidentel de la poulie, résultant de défauts de calage de l'organe. On peut reprocher, à cette disposition, de développer une tension plus forte dans le milieu de la courroie que sur les bords ; mais la

matière dont est composée la courroie, présentant toujours une grande élasticité, cette considération n'a pas d'influence pratiquement appréciable. D'ailleurs, même dans une courroie passant sur une jante plate, il n'est pas difficile de constater que la tension est toujours plus forte vers le milieu de la largeur. De plus, le bombage est toujours relativement réduit, et dépasse rarement le  $\frac{1}{20}$  de la largeur de la jante.

Pour diminuer la tension de la courroie lorsqu'elle se trouve sur la poulie folle, on donne souvent à celle-ci un diamètre inférieur à celui de la poulie fixe. Si la jante de cette dernière est bombée, le diamètre de la poulie folle se prend égal au diamètre de la poulie bombée, mesuré sur les deux faces latérales de celle-ci. Dans ce cas, lorsque la courroie passe de la poulie folle sur la poulie fixe, la tension est inégale aux différents endroits de la largeur de la courroie, mais cela est sans importance pratique appréciable au point de vue de la conservation de l'intermédiaire élastique.

La jante des poulies doit toujours être arasée parfaitement nette, suivant un plan rigoureusement perpendiculaire à son axe de rotation. Cette précaution est indispensable, pour pouvoir éventuellement appliquer, en cet endroit, une règle ou un cordon, quand on les mettra en place, comme nous le verrons plus loin, de façon à ce qu'elles occupent la position convenable par rapport aux poulies correspondantes.

La largeur de la jante, se prend ordinairement 10 pour cent environ, plus grande que la largeur de la courroie à laquelle elle est destinée.

Les poulies doivent tourner parfaitement rond, de manière à ce que la tension de la courroie reste aussi constante que possible, pour la transmission d'un effort déterminé.

Plus la jante sera lisse, et meilleur sera le rendement du mécanisme.

*Garniture des poulies.* — On peut augmenter l'adhérence de la courroie sur une poulie, en recouvrant la jante de celle-ci d'une bande en cuir ou en caoutchouc ; toutefois, il faut que l'épaisseur de cette bande soit rigoureusement uniforme. Le coefficient de



frottement est alors beaucoup plus élevé et ce procédé est capable d'augmenter le rendement de la poulie de 20 à 30 pour cent.

Ces revêtements peuvent être rivés, mais on peut également les clouer; quel que soit le mode d'attache auquel on donne la préférence, il est indispensable de recouvrir préalablement, la jante de la poulie, de certains enduits.

On peut obtenir un enduit donnant toute satisfaction, en procédant de la manière suivante. On découpe, en lames minces, 30 grammes de caoutchouc pur, puis on fait dissoudre ces copeaux dans un récipient, en tôle ou en fer-blanc, contenant 180 à 200 grammes de sulfure de carbone; on porte alors le tout, au bain-marie, à une température de 30 degrés environ. Pour éviter l'épaississement de cette dissolution, on y verse ensuite une seconde solution, obtenue en faisant fondre 30 grammes de caoutchouc dans de la térébenthine, à une douce chaleur, mélange auquel on a ajouté 10 grammes de résine, puis on verse dans la solution finale ainsi obtenue, et par petites quantités, 50 grammes de térébenthine. On conserve le produit final de l'opération, dans des récipients bouchés hermétiquement.

Pour l'appliquer, on commence par nettoyer parfaitement les surfaces à enduire, avec de la benzine; on passe deux couches d'enduit l'une après l'autre, en ayant soin de laisser sécher la première avant d'appliquer la seconde. On met ensuite une troisième couche, qu'on laisse sécher jusqu'à ce qu'elle soit tout à fait dure, puis on met la bande en place, en la pressant convenablement contre la surface à laquelle elle doit rester adhérente.

*Montage des poulies sur les arbres.* — L'emplacement des poulies sur un manège est souvent imposé par les circonstances locales; toutefois, il faut toujours éviter de les placer trop près des accouplements. Les poulies les plus lourdes, ou transmettant les puissances les plus considérables, se mettront, de préférence, le plus près possible des paliers.

Le montage des poulies, sur les transmissions, demande certaines précautions.

Remarquons d'abord, qu'il est difficile de tourner les arbres mathématiquement cylindriques et rigoureusement au même dia-



mètre sur toute leur longueur. En second lieu, l'alésage de la poulie doit être fait, de manière à ce qu'elle puisse se déplacer facilement, à la main, sur l'arbre, pour être amenée à l'endroit voulu. De là résulte que, par la pression des vis de calage sur l'arbre, ou par le serrage de la cale entre ce dernier et le moyeu, le plan de la poulie peut être faussé et ne plus être rigoureusement perpendiculaire à l'axe de l'arbre.

Cet inconvénient pourra s'éviter, en tournant la poulie sur un mandrin à dimensions exactes de l'alésage du trou, et en pinçant pour cela l'axe provisoire entre les pointes du tour. La poulie devra nécessairement être calée sur le mandrin par l'intermédiaire des deux vis de pression, et non pas par forçage des deux pièces l'une sur l'autre.

Dans ce cas, les vis de pression se trouvant sur le moyeu seront nécessairement au nombre de deux, et disposées aux deux extrémités de celui-ci. Une poulie tournée de la sorte se mettra exactement sur son axe, pour autant que le diamètre du mandrin employé soit rigoureusement le même que celui de l'arbre.

Un autre moyen de faciliter la manœuvre, consiste à ménager, sur l'arbre, des portées destinées à recevoir les poulies.

On diminue alors le diamètre du corps de l'arbre dans les intervalles séparant les portées; mais cette solution n'est acceptable que pour autant que l'emplacement des poulies soit parfaitement déterminé : on ne pourra y avoir recours, lorsque le manège doit pouvoir éventuellement recevoir des poulies à un endroit quelconque de sa longueur.

On a construit différents genres de moyeux de poulies, pour éviter les inconvénients résultant du calage; on pourra trouver la description de ces différentes dispositions dans les ouvrages de construction.

Les poulies en deux pièces, doivent être alésées de manière à s'appliquer parfaitement sur l'arbre, lors de leur mise en place, et à serrer celui-ci convenablement. Pour obtenir ce résultat, on peut procéder à leur alésage, de deux manières différentes.

Après assemblage provisoire des deux moitiés, on peut aléser le trou du moyeu à un diamètre légèrement inférieur à celui de la portée de calage. Quand on mettra ensuite la poulie en place



sur son axe, les demi-moyeux feront légèrement ressort et provoqueront l'adhérence de la poulie sur l'arbre.

L'alésage peut également se faire, après avoir préalablement assemblé les deux demi-poulies, avec interposition d'épaisseurs en papier, en nombre suffisant, entre les faces correspondantes des moyeux, et en donnant au trou, le diamètre exact de la portée de calage. Pour le montage, on retire les épaisseurs de papier, et on serre à fond les boulons d'assemblage qui appliquent fortement les deux moitiés du moyeu sur l'arbre.

Le serrage obtenu par ce dernier moyen n'est pas si efficace que celui qui donne le premier procédé.

Les poulies d'une pièce, de diamètre inférieur à 1 mètre, sont souvent calées au moyen de vis de pression; quand le diamètre de ces organes devient plus considérable, il faut nécessairement avoir recours à l'emploi des cales.

Les poulies en deux pièces, calées à friction, peuvent parfois, en cas de résistance anormale, glisser sur l'arbre et y tourner folles. L'accident se produit plus fréquemment avec les poulies en bois qu'avec les poulies en fer, les premières étant, en effet, plus sensibles aux variations de l'état de l'atmosphère. L'inconvénient que nous venons de signaler peut s'éviter de la manière suivante. A l'endroit de la portée, on enduit l'arbre d'acide chlorhydrique, on l'entoure ensuite d'une épaisseur de toile émerisée, l'émeri tourné du côté de l'arbre, puis on met la poulie en bois en place. L'oxydation de l'arbre, ne tarde pas à se produire, et, le coefficient de frottement étant augmenté dans de notables proportions, l'adhérence entre les organes est alors suffisante pour la marche normale.

*Épaisseurs et buselures.* — Quand l'alésage du moyeu a été fait à un diamètre suffisamment supérieur à celui de la portée, pour ne pas donner l'adhérence suffisante entre la poulie et l'arbre, on peut toujours remédier à ce défaut de la manière suivante.

Lorsque la différence entre les deux diamètres est peu considérable, on se contente souvent de tourner une feuille de papier, ou un morceau de tôle de faible épaisseur, tout autour de l'arbre, entre celui-ci et le trou du moyeu.



Si la différence est trop considérable pour pouvoir être compensée par ce moyen, on enchâsse une buselure, préalablement tournée à diamètre convenable, dans le moyeu de la poulie, puis on fait le réalésage. Ce moyen est le plus sûr, et il est surtout applicable aux poulies en une seule pièce.

Lorsque la poulie est en deux pièces, on fait également la buselure en deux ou plusieurs pièces. Si son épaisseur est réduite, on la constitue par deux ou plusieurs morceaux de tôle, convenablement cintrés au marteau, qu'on introduit de manière à combler le jeu existant entre les deux organes.

Si, au contraire, l'épaisseur à donner à la buselure est relativement forte, supérieure à 5 ou 6 millimètres par exemple, il vaut mieux alors la faire en une pièce, l'aléser et la tourner, puis produire les traits de séparation pour pouvoir la mettre en place.

Quel que soit le moyen auquel on croit devoir donner la préférence, il faut toujours que l'épaisseur entoure complètement la portée ; cette précaution est indispensable, pour éviter les porte à faux exagérés entre l'arbre et le moyeu, et les décentremens de la poulie qui pourraient résulter d'une mise en place défectueuse de la fourrure.

*Équilibrage des poulies.* — Les poulies dont la vitesse linéaire est voisine de 15 mètres, peuvent se mettre en œuvre comme elles sortent du tour et sans autre vérification. Cependant, il est toujours désirable qu'une poulie, principalement lorsqu'elle doit faire un nombre de tours considérable, soit parfaitement équilibrée pendant la marche, c'est-à-dire quand elle tourne à sa vitesse normale prévue.

On conçoit aisément que, si ce n'était pas le cas, la force centrifuge développée par le balourd pourrait, à un moment donné, provoquer la flexion de l'arbre et le frottement exagéré de celui-ci dans ses paliers ; de plus, ce défaut donnerait naissance, dans la transmission et les bâtiments, à des vibrations toujours désagréables et souvent dangereuses. Pour qu'une poulie soit équilibrée, en marche, il faut, qu'à un instant quelconque, la force centrifuge soit la même en tous les points d'une section, pratiquée perpendiculairement à l'axe de rotation.



Les poulies peuvent s'équilibrer au repos ou en mouvement, et, dans ce dernier cas, pour opérer avec précision, faut-il que la poulie tourne, autant que possible, à sa vitesse normale, car il ne s'en suit pas naturellement qu'une poulie, donnant un système en équilibre pour une vitesse déterminée, réalisera les mêmes conditions pour une vitesse supérieure.

Pour équilibrer une poulie au repos, il suffit d'introduire, dans son moyeu, un axe à diamètre convenable, sur lequel elle sera fixée de la même manière que sur l'arbre auquel elle est destinée, et de soutenir celui-ci en deux points.

L'axe devra être placé bien horizontalement sur deux appuis, et ne devra pas exercer sur ceux-ci un frottement d'intensité telle que, le déplacement du système ne se faisant pas avec la mobilité suffisante, les indications de l'expérience soient entachées d'erreur.

Si la poulie est parfaitement équilibrée, elle doit rester absolument immobile, quelle que soit la position dans laquelle on l'amène.

On peut par exemple, après l'avoir montée sur son axe, pincer

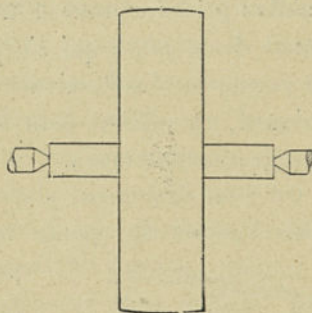


Fig. 215.

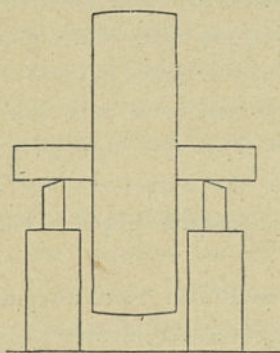


Fig. 216.

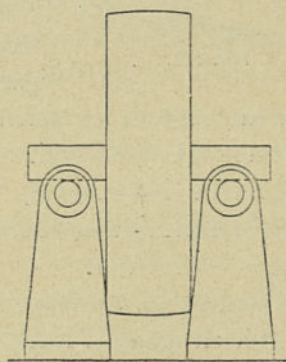


Fig. 217.

tout le système entre les pointes d'un tour, comme le montre la figure 215. Il faudra naturellement que les trous de centres de

l'axe, s'adaptent parfaitement aux pointes du tour, et, afin de ne pas provoquer la flexion accidentelle de l'arbre et de laisser au système la mobilité voulue, on ne devra rapprocher les pointes, que de la quantité strictement suffisante pour empêcher le système de quitter ses supports. Le tout, ainsi disposé, doit rester parfaitement immobile, quelle que soit la position qu'on lui donne.

Une autre méthode consiste à faire tourner la poulie, placée comme nous venons de le dire, plusieurs fois de suite sur les pointes prises comme tourillons. Si c'est constamment la même partie de la jante qui s'arrête vers le bas, c'est un indice qu'en ce point, ou plutôt suivant le rayon passant par ce point, il y a un balourd, et celui-ci peut être, parfois, le résultat de plusieurs charges excentriques.

On peut également placer le système complet, disposé comme nous l'avons dit (poulie montée sur mandrin) sur deux règles

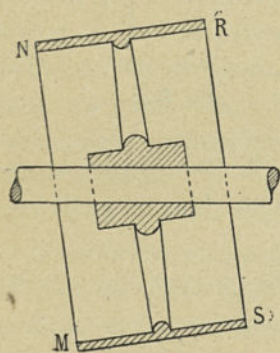


Fig. 218.

parfaitement de niveau, la surface supérieure de celles-ci étant biseautée, de manière à diminuer, autant que possible, les surfaces de contact de l'arbre et des règles; les arêtes supérieures de celles-ci devront être rigoureusement dans le même plan horizontal. C'est la disposition que représente la figure 216, et dans laquelle les deux règles peuvent d'ailleurs être remplacées par deux bouts d'arbres parfaitement cylindriques, figure 217, mis

de niveau, et dont les génératrices supérieures se trouvent dans un même plan horizontal. Si la poulie n'est pas équilibrée, elle se déplacera d'elle-même, le mandrin sur lequel elle est calée provisoirement roulant sur les supports, jusqu'à ce que le balourd se trouve vers le bas.

Une poulie, en équilibre au repos, peut fort bien ne pas être équilibrée en marche. Ainsi une poulie, tournée et alésée comme le représente la figure 218, pourra fort bien être équilibrée au repos, parce que les charges sont identiques des deux côtés de l'arbre. Mais dès qu'on fera tourner cette poulie, la force centrifuge étant plus grande en M qu'en N et en R qu'en S, l'équilibre



n'existera plus. Il se développera alors un couple de flexion qui agira sur l'arbre pour le déformer.

Si, au lieu d'une seule poulie, nous supposons plusieurs organes de ce genre, calés sur le même arbre de manière à ce que le balourd de chacune d'elles se trouve, pour toutes, dans le même plan passant par l'axe de l'arbre, on peut immédiatement se rendre compte de la grandeur des efforts accessoires qui peuvent, à un moment donné, agir sur l'arbre pendant la marche. Lorsque le balourd passera par le point inférieur, il se développera un effort de flexion qui viendra s'ajouter à celui résultant du poids propre de l'arbre, et il se produira dans celui-ci des vibrations plus ou moins accentuées. Ces vibrations, résultant du défaut d'équilibrage, nuiront à la résistance de l'arbre et à la stabilité de ses supports dont les attaches pourront parfois être relâchées.

Un système de poulies équilibré pour ne pas produire de déformations passagères à une vitesse de marche donnée, pourra fort bien ne pas être équilibré pour une vitesse plus grande, parce que la somme des efforts partiels sera différente. A vitesse réduite, le manège peut conserver sa rectitude, tandis qu'à une vitesse supérieure, la force centrifuge peut atteindre une grandeur telle qu'elle provoque la flexion de l'arbre.

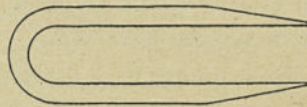


Fig. 219.

Lorsqu'il s'agit de constater le balourd d'une poulie en marche, on peut avoir recours à l'emploi d'appareils étudiés spécialement dans ce but. Cependant, dans les cas courants, on pourra se contenter de monter l'organe à vérifier, sur un mandrin judicieusement choisi, et en tenant compte de ce que nous avons dit précédemment.

On fixera la poulie, sur ce mandrin auxiliaire, identiquement de la même manière qu'elle doit être fixée définitivement sur son arbre, puis, tout le système étant pincé entre les pointes d'un tour, et après avoir fixé un doguin à l'une de ses extrémités de l'axe, on lui imprimera la vitesse de rotation voulue. Pour déterminer exactement l'endroit où se trouve le balourd on approchera, de la jante de la poulie, un morceau de craie, qui viendra toucher celle-ci au point où le rayon de giration est le plus grand, c'est-à-dire



du côté où la force centrifuge agit pour dévier l'organe. C'est, somme toute, le même procédé que pour la vérification de centrage sur le tour.

Le rattrapage du balourd se fera facilement en procédant de la manière suivante.

Après avoir déterminé le côté le plus lourd, on fixera des poids, en quantité convenable, du côté opposé, et pour cela on pourra employer des clames à ressort, dans le genre de celle que représente la figure 219.

On aura un certain nombre de clames, de poids différents, et quand le poids de la clame à ajouter sera supérieur à 500 grammes, il faudra nécessairement maintenir celle-ci en place, par des boulons de pression.

Le balourd pourra être ensuite compensé, soit par enlèvement de la matière en excès du côté où elle se trouve, soit par addition de matière du côté diamétralement opposé.

Lorsque l'intérieur de la jante porte un cordon, de section semi-circulaire, reliant les bras, l'équilibrage peut s'obtenir en enlevant partiellement ce cordon.

Pour ajouter le contrepoids nécessaire, évalué d'après le poids des clames, on forera des trous dans la jante et on rivera les contrepoids, ou bien on les attachera au moyen de vis ou de boulons, dont la tête qui s'appliquera sur la jante sera noyée dans l'épaisseur de celle-ci. Les contrepoids peuvent se faire complètement en fer, en fonte avec queue en fer, ou de préférence en plomb (par suite de la facilité de mise en place) quand ils sont rivés à la jante.

Les poulies dont la jante est tournée intérieurement sont toujours beaucoup mieux équilibrées que celles dont la jante reste brute à cet endroit. Cependant ce dernier mode de construction est de beaucoup le plus fréquent, par suite de la difficulté de parachèvement de la jante en cet endroit, résultant de la présence des bras, et à cause du prix de revient supérieur. C'est pour cela, quand on fixe des poulies sur le tour, pour les parachever (tournage de la jante et alésage du moyeu) qu'il faut toujours les centrer le plus exactement possible d'après l'intérieur de la jante.

Dans les machines tournant à grande vitesse, telles que machines



à meuler, à rectifier ou à travailler le bois, l'équilibrage doit être fait pour le système complètement monté, c'est-à-dire, comprenant l'arbre et la poulie qui y est fixée. On équilibre d'abord cette dernière, puis on équilibre de nouveau le tout, parce que la masse de la cale de fixation peut être suffisante pour détruire l'équilibrage primitif, quand le système tourne à sa vitesse normale.

§ 3. *Courroies*. — *Courroies en cuir*. — Les courroies en cuir étant encore de beaucoup les plus employées, nous nous arrêterons

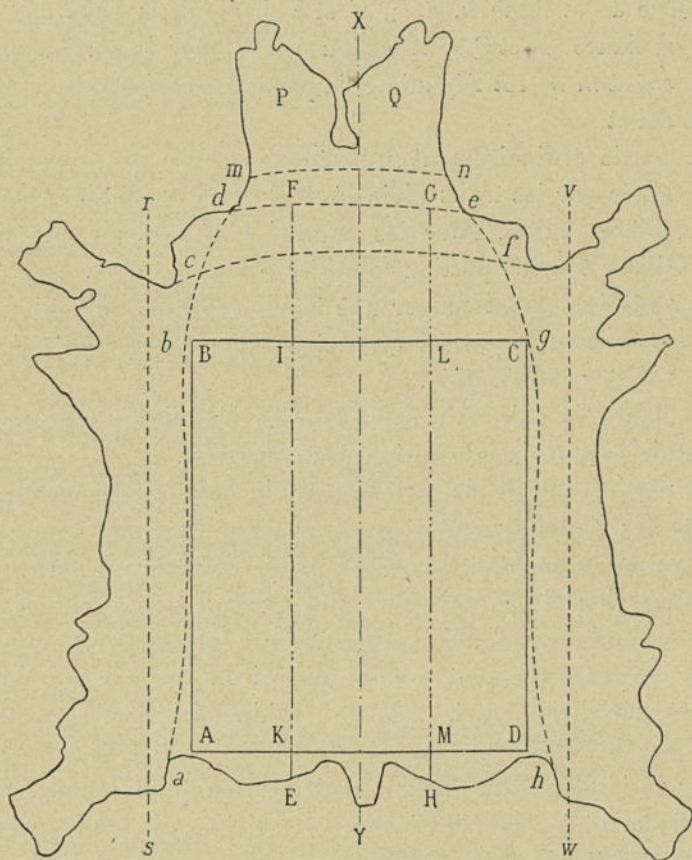


Fig. 220.

un peu plus longuement à leur étude, tant au point de vue de la matière dont elles sont constituées qu'à celui de l'utilisation de cette dernière. Ce que nous dirons de ces courroies au sujet des

jonctions, attaches, mise en place, etc., s'applique à tous les genres de ces intermédiaires.

Les courroies en cuir se tirent de peaux tannées. Dans la figure 220, qui représente le développement d'un cuir, on peut distinguer différentes parties. La portion comprise entre les traits *a, b, c, d, e, f, g, h*, les lignes *a, b, c, d*, et *e, f, g, h*, marquant la naissance du ventre, est le croupon.

On peut le découper suivant les traits pointillés, pour le diviser ensuite en deux bandes suivant l'axe XY. Les parties se trouvant à gauche de la ligne *a, b, c, d* et à droite de la ligne *e, f, g, h*, sont les flancs. P et Q sont les joues et la tête; la partie comprise entre *c f* et *m n*, est l'épaule et la partie comprise entre *c f* et *d e* est le collet.

La partie ordinairement utilisée pour faire les courroies est représentée par les traits pleins A B C D; on en fait les courroies de première qualité. Pour les courroies de seconde qualité; on peut utiliser toute la portion comprise entre *r s* et *v w*.

On peut également couper une bande centrale, suivant EFGH, mais la partie du collet, qui est toujours plissée, est souvent apparente sur la courroie finie.

Les flancs, la culée et la tête, sont les dépouilles; elles ne sont pas utilisées dans la fabrication des courroies.

La partie centrale de la longueur du cuir est beaucoup plus résistante; l'allongement y est pour ainsi dire uniforme, tandis qu'il va en augmentant à mesure qu'on s'éloigne du milieu pour se rapprocher de la naissance des flancs. La résistance de la matière diminue également à mesure que son élasticité augmente. On se rendra facilement compte que, si on découpe une peau en bandes, parallèlement à l'axe de l'échine, les parties également éloignées de celle-ci présenteront les mêmes qualités, offriront la même résistance et la même élasticité; seule, une bande, coupée parallèlement à l'axe de l'échine et de largeur symétrique par rapport à cette dernière, aura une résistance égale des deux côtés de son axe. Toutes les autres bandes, découpées à gauche ou à droite de l'échine, auront une résistance et une élasticité différentes de chaque côté; il en résulte que, si on les soumet à un effort de traction, l'un des côtés s'allongeant plus que l'autre,



elles devront infailliblement se courber dans le sens de leur longueur. Bien plus, si même on avait coupé la bande dans le milieu du dos, suivant EFGH, et que, dans la suite, on diviserait cette bande en deux suivant XY, on verrait également la déformation se produire.

Même découpée convenablement et formée de tronçons judicieusement assemblées, une courroie conservée en magasin pendant quelque temps, si elle n'a pas été préalablement bien étendue, se cintrera ; ce sera le résultat du défaut d'homogénéité de la matière, le cuir étant d'autant plus poreux qu'il est éloigné de l'échine. Si la courbure se produit dans le même sens sur deux tronçons consécutifs, la chose peut être parfois pratiquement de faible importance et la courroie peut rouler convenablement ; mais si la courbure se produit en sens contraire sur deux tronçons voisins, on verra la courroie se déplacer latéralement sur la poulie, alternativement dans un sens et dans l'autre.

Le premier cas se produira quand on aura assemblé, bout à bout, les deux bandes A B I K et M L C D de façon à ce que A et D et par suite, M et K se correspondent, figure 221 ; la seconde déformation se réalisera si l'assemblage se fait de manière à ce que A et L, et, par suite, C et K se correspondent, figure 222.

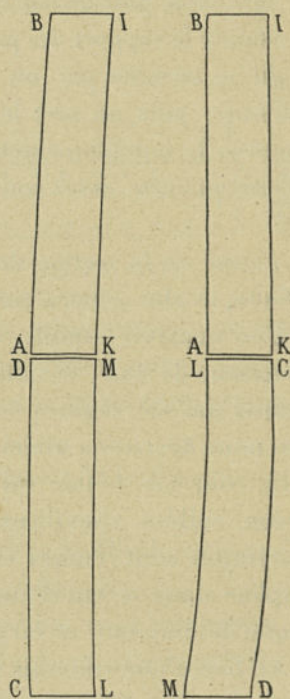


Fig. 221 et 222.

*Extension préalable des courroies.* — Les déformations que nous venons de signaler, peuvent être diminuées dans de notables proportions, si on a soin d'étendre la courroie préalablement à sa mise en œuvre.

A cet effet, on dispose deux tambours cylindriques, de manière à ce que leurs axes de rotation soient bien parallèles ; les touril-

lons de leur arbre peuvent tourner dans les paliers qui les supportent. L'arbre de l'un des tambours porte une poulie, calée sur son prolongement, qui peut être activée par le manège ; ses paliers sont fixés à demeure sur le sol.

Les paliers de l'axe du second tambour sont montés sur un support, mobile sur rails, de manière à ce que les deux poulies restent constamment parallèles. On fait passer la courroie sur ces dernières, puis on fait la jonction, à la manière ordinaire. On relie ensuite le support des paliers du second tambour à un câble, dévié, qui se termine par un contrepoids, variable avec la tension à donner, puis on met le mécanisme en marche. Après quelques heures de fonctionnement, on retire la courroie qui s'est allongée d'une quantité assez considérable.

*Forme de la section des courroies.* — La section des courroies affecte, le plus généralement, la forme rectangulaire.

Une courroie simple, est celle qui ne comporte qu'une seule épaisseur de cuir, et dont les extrémités des bandes qui la composent ont été réunies ensemble par l'un ou l'autre des moyens que nous décrirons ultérieurement.

La courroie double est composée de deux épaisseurs de cuir, lacées, collées, chevillées, rivées ou vissées ensemble, et dont les extrémités sont réunies comme nous le verrons plus loin. On les emploie dans le but d'augmenter la puissance transmise par une poulie de diamètre et largeur déterminés.

Au lieu d'une courroie double, on préfère parfois employer deux courroies simples séparées et superposées librement l'une sur l'autre ; cette disposition peut donner de bons résultats. Elle est surtout recommandable lorsque les poulies sur lesquelles doit passer la courroie sont de diamètre réduit, parce que la fatigue d'incurvation est considérablement diminuée, chacun des organes séparés se prêtant beaucoup mieux à prendre la courbure nécessaire.

Dans des cas semblables, une courroie double, par suite de sa raideur, ne s'appliquerait pas bien sur la poulie et donnerait une perte sensible, occasionnée par le glissement.

Les courroies peuvent également comporter trois épaisseurs de



cuir superposées et reliées entre elles par l'un ou l'autre des moyens donnés plus haut pour les courroies doubles.

Les raccordements des différentes bandes qui les composent doivent naturellement être disposés en retrait l'un sur l'autre.

Les courroies, simples et doubles, de grande largeur, sont parfois bordées, comme le montrent les figures 223 et 224. Cette disposition a principalement pour but d'éviter l'allongement exagéré des parties latérales de la courroie, qui sont formées par du cuir se rapprochant du ventre, et qui, par conséquent, sont moins résistantes que le centre de l'organe.

En ce qui concerne les avantages et les inconvénients des moyens employés pour assembler

entre elles les différentes épaisseurs, nous aurons l'occasion de revenir plus longuement sur ce sujet quand nous parlerons de la jonction des courroies et indiquerons la manière de pratiquer l'opération.

La section des courroies peut aussi affecter la forme circulaire, pleine ou creuse.

Dans le premier cas, elles sont étirées à la filière et leur diamètre ne peut jamais dépasser l'épaisseur du cuir.

Les courroies de section circulaire creuse, sont composées de bandes plates de faible épaisseur, tordues en tire-bouchon, de manière à ce que le côté poil se trouve à l'intérieur du trou.

Les courroies de section circulaire doivent porter sur les deux faces de la gorge de la poulie sur laquelle elles s'enroulent, et non sur le fond de la rainure. Cette disposition, en augmentant l'adhérence entre les deux organes, augmente également la puissance que peut transmettre la courroie. Si on donnait, au fond de la gorge, un rayon égal à celui de la courroie neuve, celle-ci, en s'allongeant subit naturellement une diminution de diamètre, et elle finirait par ne plus porter uniquement que sur le fond de la rainure.

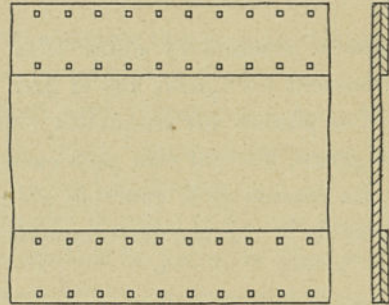


Fig. 223 et 224.

Dans certains cas, on donne, à la section de la courroie, la forme de V, et on la compose de différentes épaisseurs de cuir super-

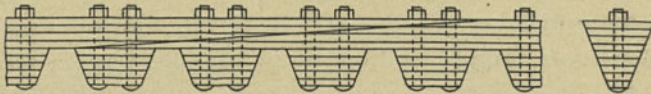


Fig. 225.

Fig. 226.

posées, assemblées entre elles par rivets ou boulons, comme le montrent les figures 225 et 226.

Les poulies sur lesquelles viennent s'enrouler des courroies de ce genre, doivent être pourvues d'une gorge en forme de V.

La tension de la courroie oblige celle-ci à s'appliquer contre les faces de la rainure dans laquelle elle forme coin. L'arête du V doit

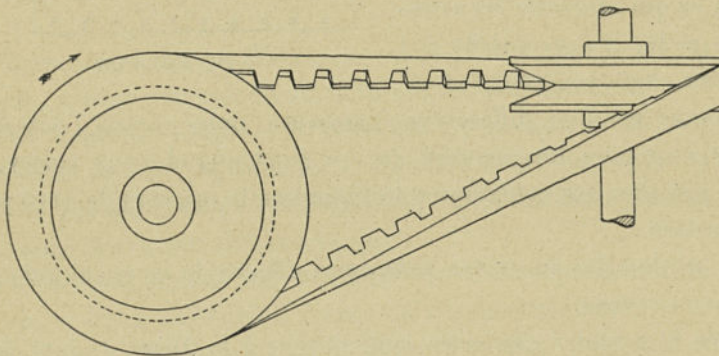


Fig. 227.

nécessairement être tronquée de façon à ce que la courroie ne vienne jamais en contact avec le fond du creux, ce qui diminuerait considérablement le rendement de la transmission.

Ce genre de courroies est surtout employé lorsque les axes des deux poulies à commander sont très rapprochés, parce que l'adhérence qu'on obtient avec elles est beaucoup meilleure que celle que donnent les courroies plates. On l'emploie souvent aussi, lorsque les axes des poulies à rendre solidaires, ne sont pas parallèles entre eux, figure 227.

Lorsqu'on fait les jonctions de courroies de ce genre, il faut prendre garde à ce que les têtes, des rivets ou des boulons d'assem-



blage, ne viennent jamais toucher le fond de la rainure, cela afin de maintenir constamment le contact suivant les faces inclinées et d'éviter les glissements accidentels.

Nous ne mentionnerons, que pour mémoire, les courroies à mailons articulés, dont l'emploi est plus spécialement réservé à certaines transmissions spéciales tournant à grande vitesse.

*Côté poils et côté chair.* — Si on examine une section faite suivant l'épaisseur du cuir, on trouve, en partant de l'extérieur, c'est-à-dire du côté des poils et en allant vers l'intérieur, c'est-à-dire du côté de la chair, une couche de faible épaisseur moins serrée que celle du restant de la section : c'est l'épiderme.

Cette partie n'a aucun nerf et est très fragile. Au fur et à mesure qu'on se rapproche du côté chair, qui est la partie la plus résistante, la matière présente une compacité beaucoup plus grande.

Bien plus, si la coupe dans l'épaisseur est faite suivant un biseau assez prononcé, on aperçoit nettement les petits trous dans lesquels les poils étaient logés, ce qui montre encore que le côté poil est beaucoup plus fragile que l'autre.

Le côté poil, toujours bien lisse, est d'ailleurs entaillé immédiatement quand on fait passer dessus l'arête d'une feuille métallique de faible épaisseur.

Il se fendille facilement et les craquelures apparaissent immédiatement à sa surface, en *e*, quand on replie un morceau de cuir comme le montre la figure 228, le côté lisse étant tourné vers l'extérieur.

Il en résulte que, si on met ce côté à l'extérieur des poulies, il est beaucoup plus sujet à être endommagé, à se fendiller, et cela d'autant plus rapidement que le diamètre de la poulie sur laquelle s'enroule la courroie est plus réduit par rapport à l'épaisseur de cette dernière. Si, au contraire, le côté poil est placé contre la jante de la poulie, il est alors soumis à compression et il se détériore beaucoup moins vite. Quant à la perte par glissement, on peut dire qu'elle n'existe pas ; ce sera même le contraire qui se présentera si la jante de la poulie est bien polie, ce qui permettra aux deux organes de s'appliquer parfaitement l'un contre l'autre.

Parfois même, dans les courroies doubles, on enlève partiellement le côté poil, et on accole les deux épaisseurs par les faces ainsi modifiées.



Fig. 228.

Quand on tourne le côté poil vers l'extérieur, et que la courroie commence à se fendiller, sa résistance et sa durée sont diminuées dans de notables proportions. Dès que la détérioration a commencé, elle s'accroît toujours davantage, jusqu'à ce que la rupture se produise en cet endroit, où la résistance de l'organe est naturel-

lement réduite par suite de la diminution de section. On peut, dans une certaine mesure, assouplir le côté poil, et diminuer ainsi les chances d'altération, en l'enduisant d'huile de castor. Parfois on préfère passer sur ce côté, quand la courroie est à peu près sèche, un mélange d'huile de poisson et de suif; celui-ci s'introduit dans les pores du cuir que l'eau a évacué en s'évaporant.

*Jonctions des courroies.* — La jonction d'une courroie a pour but de réunir entre elles les différentes bandes qui la composent, de manière à donner, à l'ensemble, une section sensiblement constante.

Elle peut se faire à franc-bord, ou à biseau, par recouvrement.

L'assemblage à franc-bord est plus spécialement réservé pour réunir les deux extrémités de la courroie mise en place, pour faire le joint proprement dit; nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur les différentes dispositions les plus utilisées dans ce cas.

L'assemblage par recouvrement s'obtient, en coupant préalablement les deux extrémités à réunir, en biseau, sur une longueur suffisante, et en rapportant les deux parties, l'une contre l'autre, comme le montre la figure 231, de manière à ce que l'épaisseur, dans toute l'étendue de la jonction, soit sensiblement la même que dans le restant de la courroie. Ce genre de joint peut être employé, aussi bien pour réunir les deux extrémités de la courroie, que pour assembler entre eux les différents tronçons dont elle est composée.

C'est d'ailleurs le seul admissible, lorsque la courroie passe sur



plusieurs poulies et qu'elle peut toucher certaines de celles-ci indifféremment par l'une ou l'autre de ses faces, comme le cas se présente dans certains renvois où la courroie est tordue.

Dans le corps de la courroie, le joint à biseau est ordinairement collé, ensuite cousu, boulonné, rivé ou chevillé; tandis que l'assemblage des deux bouts qui sert à fermer la courroie (sauf dans les courroies sans fin) à sa mise en place, n'est pas collé, et est plus souvent obtenu par l'un ou l'autre mode de laçage que nous indiquerons plus loin.



Fig. 229.

Lorsqu'on a recours aux rivets pour consolider la jonction, ils sont ordinairement à tête plate, avec rondelle, comme le montre la figure 229; leur principal avantage est la facilité de mise en place. Ils présentent cependant de nombreux inconvénients. Ils n'établissent le contact qu'entre des surfaces relativement réduites, c'est-à-dire, la surface entre le dessous de la tête et le dessous de la rondelle. C'est pour cela que, quand on a recours à ces intermédiaires, il faut également coller le joint.

Un autre inconvénient est que le rivetage a souvent pour effet de détériorer le cuir sous sa tête, lors de la mise en place; la chaleur, dégagée par le façonnage de la seconde tête, est souvent suffisante pour brûler le cuir. Celui-ci se détériore toujours sous la tête fixe, celle qui est venue de forge, et non pas en dessous de la tête rebattue en place; la raison en est que, cette dernière n'étant pas d'une pièce avec le corps du rivet, il reste toujours un certain jeu entre celui-ci et la rondelle; la chaleur, développée pendant l'opération, se transmettra donc plus facilement à la tête fixe, le long du corps, qu'à la rondelle.

Les figures 230 et 231 représentent un joint rivé. Les rivets se placent ordinairement comme le montre la figure 230. Les rangées A et C se mettent à 12 ou 15 millimètres des bords correspondants, B et D de la courroie; la ligne F se trouve à 10 ou 12 millimètres du bout et la ligne E est écartée, de la précédente, de 15 à 20 millimètres.

Les trous pratiqués dans le cuir ne doivent pas être trop grands, et le corps du rivet doit s'y engager avec un léger frottement. La

longueur des rivets se prendra de façon à ce qu'ils ne dépassent la rondelle que de la quantité strictement suffisante pour former

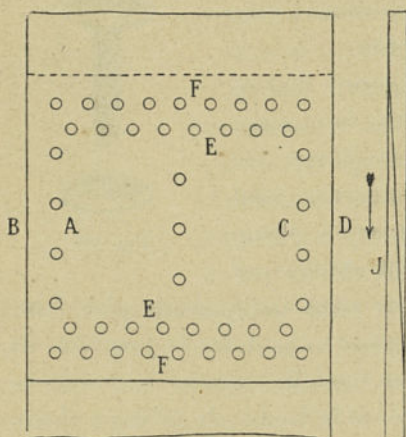


Fig. 230 et 231.

la tête, et que, après rivetage, la rondelle arrive au niveau de la courroie. Les têtes venues de forge se mettent vers l'intérieur, du côté de la jante de la poulie, en J.

La direction à donner au déplacement de la courroie est indiquée par la flèche.

L'assemblage des différents tronçons peut aussi s'obtenir en clouant les bandes au moyen de chevilles en bois, dans le genre de celles qu'emploient

les cordonniers. Le joint est d'abord collé, puis on enfonce, à travers les différentes épaisseurs, les chevilles, en nombre suffisant, qu'on arase après coup. Les trous, dans lesquels s'engagent ces dernières, se font au moyen d'une alène, de sorte qu'il n'y a pas d'enlèvement de matière.

Les chevilles sont disposées comme le montre la figure 232; les rangées A et B se mettent, environ, à 15 ou 18 millimètres des bords correspondants de la courroie. La première ligne se met à 6 ou 8 millimètres du bout, et la seconde à 18 ou 20 millimètres de la première. Les chevilles sont écartées, l'une de l'autre de 10 à 12 millimètres.

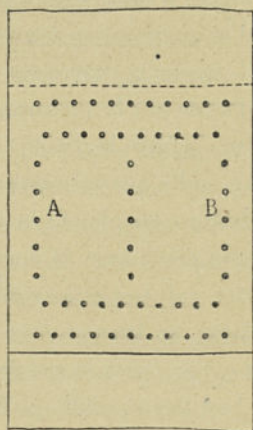


Fig. 232.

Les joints collés et chevillés sont les plus résistants; ils donnent, dans la courroie, une tension beaucoup plus uniforme que celle obtenue par tous les autres modes de jonction. De plus, comme les trous sont percés au moyen d'une alène, et non pas poinçonnés, il n'y a aucune diminution de section de la courroie, et celle-ci conserve toute sa résistance.



En ce qui concerne la longueur à donner au recouvrement, on la proportionne ordinairement de la manière suivante.

Lorsque les courroies sont formées de bandes de cuir contenant une partie de l'épaule, le recouvrement est ordinairement de 180 à 200 millimètres, quelle que soit la largeur de la courroie.

Si les bandes ne comprennent aucune partie de l'épaule, on donne généralement au recouvrement, les valeurs suivantes :

COURROIES SIMPLES		LONGUEUR DU RECOUVREMENT	
Largeur 25 à 110 millimètres . . . . .		110 à 115 millimètres.	
— 130 — . . . . .		130 —	
— 150 à 200 — . . . . .		150 —	
— 230 — . . . . .		165 —	
— 250 à 350 — . . . . .		180 —	
— 330 à 600 — . . . . .		205 —	

Dans les courroies doubles, le recouvrement a ordinairement une longueur uniforme de 150 millimètres.

Une autre manière d'assembler les différents tronçons d'une courroie, est de les coudre entre eux, au moyen de lanières en cuir, comme le montrent les figures 233 et 234. La lanière utilisée a ordinairement 6 à 7 millimètres de largeur ; les trous sont percés de manière à ce que le lacet se place diagonalement dans ceux-ci, comme le montrent les figures 233 et 234. Parfois le joint est encore consolidé par quatre rivets, figure 234.

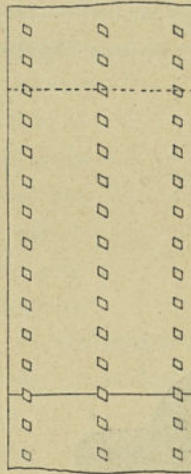


Fig. 233.

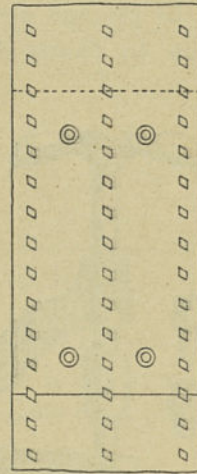


Fig. 234.

On peut aussi employer simultanément les lanières et les chevilles, ou bien les chevilles et les rivets. Ce mode de jonction est d'un usage courant dans la fabrication des courroies comportant plus d'une épaisseur de cuir.

*Différents modes d'attache des courroies.* — L'assemblage des deux bouts d'une courroie, à la mise en place, peut se faire à franc-bord, ou par recouvrement en biseau.

Dans les joints à franc-bord, on perce des trous à proximité des

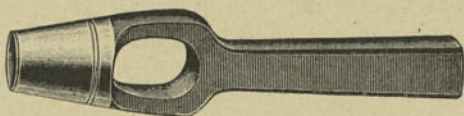


Fig. 235.

deux extrémités et on rapproche celles-ci, au moyen d'un lacet, ordinairement une lanière en cuir, qu'on fait passer dans les trous.

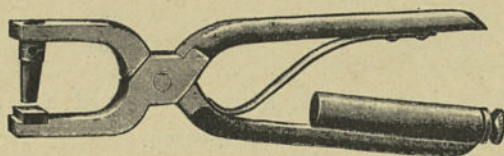


Fig. 236.

Le perçage des trous se fait au moyen d'un emporte-pièce, de l'un ou l'autre des systèmes représentés figures 235 à 237, ce

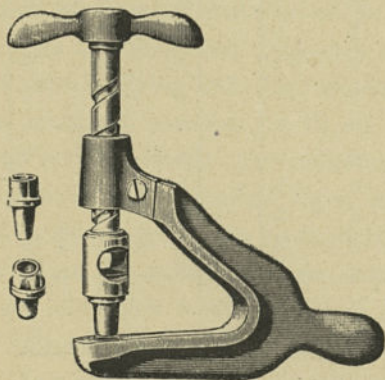


Fig. 237.

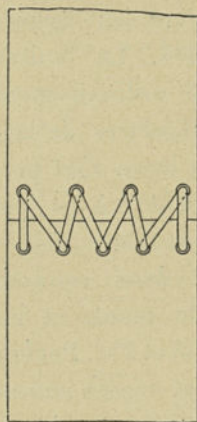


Fig. 238.

dernier étant plus spécialement réservé pour le poinçonnage des courroies de forte épaisseur.

Si les courroies sont destinées à ne transmettre que des efforts de faible intensité, une simple rangée de trous, de chaque côté,



peut suffire ; c'est le dispositif représenté par la figure 338 qui montre le joint fini. Sur l'un des bouts il y a 5 trous, tandis que sur l'autre il n'y en a que 4 ; du côté où le nombre de trous est impair, l'un de ceux-ci est nécessairement pratiqué dans l'axe de la courroie. La lanière est d'abord enfilée dans le trou du milieu, dans lequel on la déplace de manière à avoir deux bouts saillants, sensiblement de même longueur, puis on engage chacun de ceux-ci successivement dans chacun des trous, de chaque côté en allant vers les bords ; on repasse ensuite de nouveau dans les trous, pour revenir vers le milieu.

Les bouts sont coupés vers l'extérieur, de manière à ne pas venir en contact avec la jante de la poulie. La lanière passe ainsi deux fois dans chaque trou, et si elle se laisse aller, si le nœud vient à se défaire, le relâchement de l'attache commencera d'abord dans la partie centrale de la courroie, pour se diriger graduellement vers les bords de celle-ci. Si on terminait le laçage à l'une des extrémités, et que le nœud viendrait à céder, toute la tension se reporterait d'abord sur l'un des côtés de la courroie, allongerait celle-ci inégalement, et, dans la suite, elle ne se mettrait plus convenablement sur les poulies. En opérant comme nous l'avons dit, le laçage n'est recroisé que sur l'une des faces de la courroie, et c'est ce qu'il faut rechercher, car la couture croisée n'est pas si résistante que la couture droite.

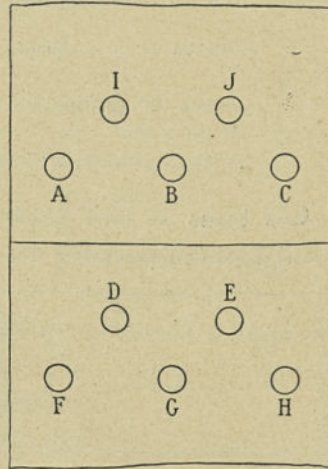


Fig. 239.

Si l'effort à transmettre par la courroie est tel qu'il soit indispensable de donner au joint une résistance sensiblement égale à celle de la courroie à l'endroit où la section est déformée, ce qui ne peut s'obtenir avec un laçage simple et une seule rangée de trous, on fera une couture double, dans le genre de celle que représente la figure 239. Lorsque la largeur de la courroie est supérieure à 70 ou 80 millimètres, on dispose les trous de la manière suivante.



On espace les trous ABC et DE de 25 à 30 millimètres, et on les pratique à 15 ou 20 millimètres, à partir du bord du joint ; les trous FGH et IJ se font en retrait de 12 à 15 millimètres sur les précédents.

Pour les courroies de faible épaisseur, il y a naturellement lieu de rapprocher les trous l'un de l'autre et le plus près possible des bouts ; pour les courroies de largeur réduite, il faut toujours au moins deux trous de chaque côté.

Les dimensions à donner à ces trous sont également très importantes, car, plus leur diamètre est considérable et plus ils déforment la courroie. On peut admettre, comme pratiquement convenables, les dimensions suivantes :

LONGUEUR DE LA COURROIE	DIAMÈTRE DES TROUS
Jusque 100 millimètres . . . . .	6 millimètres.
De 100 à 200 — . . . . .	8 —
De 200 millimètres et au-dessus . . . . .	10 —

Les trous se font généralement de section circulaire ; mais, étant donnée l'élasticité des lanières qui s'adaptent toujours parfaite-

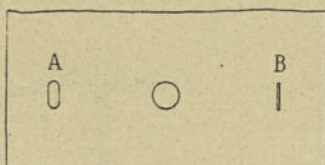


Fig. 240.

ment à la forme de leur logement, on préfère parfois faire ce dernier de section elliptique, comme il est représenté en A figure 240 ; cette disposition conserve plus de résistance à la courroie. Parfois même on se contente de pratiquer une

simple fente, comme il est représenté en B figure 240, qui, ne diminuant pas la section de la courroie, lui conserve ainsi partout une résistance uniforme.

Pour faire ces fentes, on se sert d'un outil spécial, dans le genre de celui que représente la figure 241.

Les bouts à assembler doivent être coupés rigoureusement d'équerre avec les côtés de la courroie, de façon à ce que, quand on les rejoindra, ils se touchent parfaitement suivant toute leur longueur, sans laisser aucun vide entre eux et sans gauchir la courroie, ce qui arriverait infailliblement s'ils étaient coupés obliques. Si les bouts étaient mal tranchés, c'est-à-dire si l'un d'eux



n'était pas perpendiculaire aux deux côtés de la courroie, comme

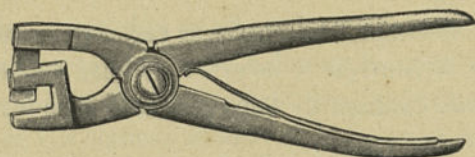


Fig. 241.

le montre la figure 242, celle-ci, après jonction, ne serait pas



Fig. 242.

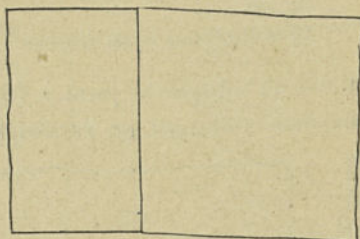


Fig. 243.

rigoureusement droite; l'assemblage la déformerait comme le représente la figure 243.

Les trous doivent toujours être pratiqués exactement à l'endroit convenable; s'il n'en était pas ainsi, après le laçage, la courroie pourrait être déviée comme le montre la figure 244. Si quelques-uns des trous seulement ne sont pas bien placés, principalement ceux par lesquels on commence le laçage, le joint aura une tendance à être dévié de sa position correcte. L'erreur de perçage ne se rattrapera que très difficilement par le passage de la lanière dans les trous bien placés; elle restera d'autant plus grande que le nombre de trous ne se correspondant pas, sera plus considérable.

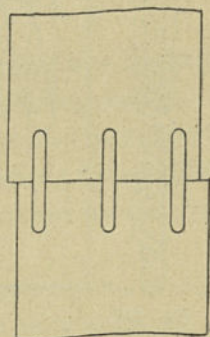


Fig. 244.

Le laçage doit être assez ferme pour rapprocher complètement, l'un contre l'autre, les deux bouts de la courroie, et il doit se faire partout avec une tension uniforme.

Quand la courroie doit supporter une fatigue relativement

grande, il faut assurer la sécurité des nœuds à la partie supérieure.

La largeur des lanières à employer variera nécessairement avec la largeur de la courroie à lacer; toutefois, on pourra toujours adopter, comme donnant de bons résultats dans les cas courants, les dimensions suivantes :

LARGEUR DE LA COURROIE	LARGEUR DES LANIÈRES
600 millimètres et au-dessus. . . . .	13 millimètres.
De 600 à 150 millimètres . . . . .	9 —
De 100 à 50 — . . . . .	8 —
50 millimètres et en dessous. . . . .	6 —

Quand on adopte le joint à franc-bord, le raccourcissement de la courroie s'obtient en recoupant ses extrémités de la quantité



Fig. 217.

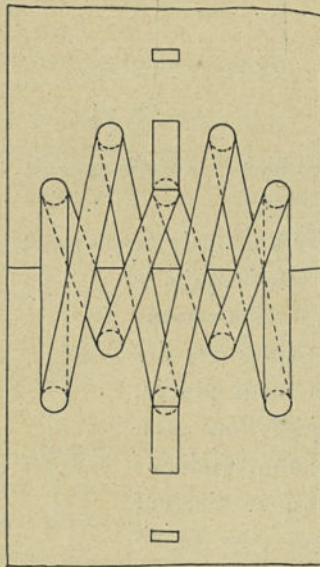


Fig. 246.

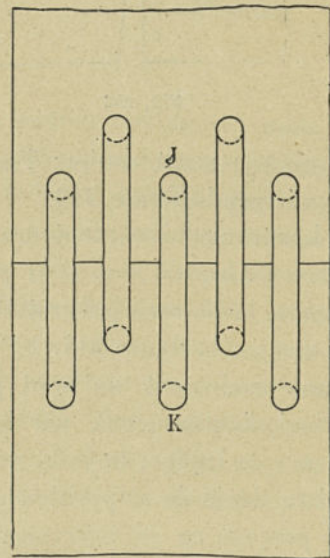


Fig. 245.

convenable; on recoupe alors, de préférence, du côté où les trous sont le plus endommagés.

A ce point de vue, ce mode de jonction présente, sur le joint à recouvrement, un avantage incontestable. Dans ce dernier, en effet, la longueur de courroie sur laquelle sont pratiqués les trous est toujours supérieure à la longueur dont la courroie doit être



recoupée pour compenser l'allongement. Il en résulte que le joint ne peut jamais être renouvelé complètement, et que l'une de ses parties est toujours plus ou moins altérée.

Le point de laçage des courroies peut se faire de différentes manières ; nous nous bornerons à donner les plus employées.

Les figures 245 et 246 représentent deux aspects d'un joint lacé ; la première de ces figures montrant la jonction vers l'intérieur, c'est-à-dire à la partie qui vient en contact avec la jante de la poulie, et la seconde montrant le laçage sur la face extérieure. Pour le réaliser, on passe d'abord la lanière dans les trous J et K, en conservant égale la longueur des deux brins saillants de cette dernière, qui doivent sortir vers l'extérieur de la courroie ; on fait ensuite le laçage en conduisant les brins vers les bords. On continue ensuite l'opération en revenant vers le milieu, où on laisse sortir les brins vers l'extérieur, pour faire le nœud.

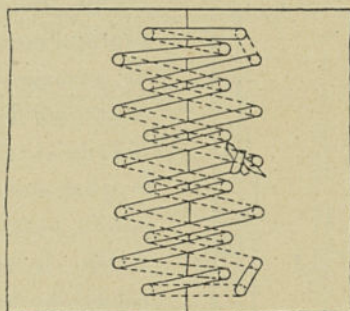


Fig. 248.

Au lieu d'avoir recours à ce moyen, on préfère parfois maintenir les deux brins à demeure en

les faisant passer séparément dans des trous spéciaux, comme le montre la figure 247.

Ces trous dans lesquels on fait passer en dernier lieu les brins de la lanière, ne sont pas poinçonnés, mais simplement fendus, et la lanière y est maintenue à demeure par le frottement qu'exercent contre elles, les parois de son logement. Ce mode de fixation est de toute sécurité, à moins que la tension de la courroie ne soit trop considérable.

Comme on a pu le voir dans l'exemple que nous venons de donner, les points croisés sont tous sur l'extérieur de la courroie, et cela est un avantage, parce que le glissement de cette dernière, sur la jante de la poulie, donne un frottement relativement considérable qui use rapidement la lanière, principalement lorsque la courroie est croisée.

La figure 248 représente un autre mode de laçage, dans lequel

le croisement des points est complètement évité ; le nœud se fait à l'extérieur. De ce dernier côté le pas du laçage est indiqué en traits pleins ; il est représenté, en pointillé, vers l'intérieur, c'est-à-dire du côté qui s'applique contre la jante de la poulie.

On reproche au laçage par lanières, l'inconvénient de soulever momentanément la courroie, de la détacher de la jante de la poulie au moment du passage du joint ; de plus, la lanière supporte tout l'effort, elle est exposée à se rompre. D'un autre côté, la section utile de la courroie est réduite à l'endroit du joint ; ce mode de jonction diminue, par suite, le rendement de l'organe, et l'effort transmis au passage de la couture sur la poulie, est également



Fig. 249 et 250.

réduit. En réalité, ce dernier inconvénient est pratiquement insignifiant, par suite de la rapidité de passage de la jonction. Cependant, pour les courroies de grande largeur, marchant à vitesse réduite et transmettant des efforts considérables, le glissement de la couture sur la jante de la poulie peut parfois avoir une influence appréciable. Il se produit, de plus, un déplacement relatif de la lanière et de la courroie, dont on peut avoir à tenir compte, principalement lorsque le diamètre de la poulie est assez réduit par rapport à l'épaisseur de la courroie. Si, à ces circonstances, on ajoute le frottement de la lanière sur la poulie (frottement résultant du glissement) on voit que la résistance de la couture peut être diminuée dans de notables proportions.

C'est pour cela que, dans des cas semblables, on place parfois sur la couture, du côté J de la jante, un revêtement, rivé ou collé, en vue de protéger la lanière et d'augmenter la durée de la jonction ; cette disposition est représentée figure 249.

Le joint à franc-bord est parfois réalisé d'une manière analogue, figure 250, seulement, alors, le recouvrement est appliqué vers l'extérieur.

Pour les courroies de faible épaisseur, on peut parfois faire la jonction en procédant de la manière suivante.

On place les deux bouts, comme le représente la figure 251, et,



au moyen d'une alène, on pratique une série de trous, qui se correspondent, simultanément dans les deux épaisseurs. On coud ensuite les deux bouts ensemble, au moyen d'un fil solide, d'un ligneul ou d'une lanière.

On peut faire la couture simple, c'est-à-dire passer seulement une fois à travers les trous et former les nœuds aux deux extrémités, ou bien, lorsqu'on est arrivé, avec le brin du fil, à l'un des

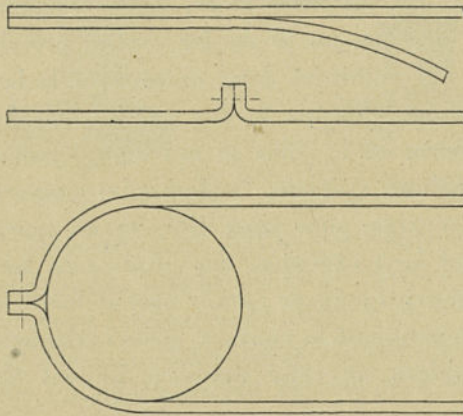


Fig. 251, 252 et 253.

bords, revenir vers le point de départ et faire la couture double, de façon à ce que le nœud, entre les deux brins du fil, se trouve d'un côté de la courroie.

La figure 252 représente l'aspect du joint, quand il se trouve dans le brin menant de la courroie et la figure 253 montre la jonction au moment de son passage sur la jante de la poulie. On voit que, dans cette disposition, il n'y a pas de contact entre la lanière et la jante de la poulie ; c'est la raison de la supériorité de ce joint sur ceux que nous avons donnés précédemment, dans lesquels il se produit toujours un certain frottement, entre la poulie et le lacet, qui accélère l'usure de ce dernier. De plus, avec le système que nous venons de décrire, le glissement, résultant du passage de la jonction sur le tambour, est beaucoup moins à craindre.

Dans l'exécution des joints à franc-bord à une seule rangée de trous, comme celui que représente la figure 258, on remplace parfois les lanières en cuir par du fil de fer étamé.

Celui-ci est préalablement tourné en spirales de diamètre et de pas variables, et ensuite introduit dans des trous pratiqués, au moyen d'alènes spéciales, sur les deux extrémités de la courroie.

Dans l'une de celles-ci, on fait passer un morceau de fil de fer tordu en hélice avec pas à droite, puis, dans l'autre, un morceau tourné en hélice avec pas à gauche. On écrase ensuite ces deux bouts de tire-bouchon, puis on introduit les saillies de l'un dans les creux de l'autre ; on passe alors, transversalement, dans les anneaux, ainsi obtenus, un fil de fer, ou un certain nombre de brins de ficelle, qui réunit les deux extrémités de la courroie.

Les fils de fer sont fournis tordus par les marchands d'accessoires de ce genre, et le joint se fait complètement au moyen d'une petite machine spéciale, facilement transportable et d'un maniement qui n'exige, pour ainsi dire, aucun apprentissage.

Lorsqu'ils sont bien exécutés, ces joints sont très résistants ; cependant il faut avoir soin de cacher parfaitement les extrémités des fils de fer constituant la couture, principalement lorsque les courroies assemblées de cette manière doivent être déplacées à la main.

*Attaches métalliques.* — Un autre mode de jonction des courroies, consiste dans l'emploi des attaches métalliques. La variété de ces accessoires est très grande, mais tous sont étudiés principalement en vue de faire la jonction avec rapidité. Toutefois, il faut se garder de les employer pour les courroies qui doivent se déplacer à la main pendant la marche des poulies, comme le cas se présente pour les courroies de cônes des machines-outils ; même avec les plus perfectionnées de ces attaches, il y a toujours danger d'accident pour l'ouvrier qui les manœuvre.

Nous passerons rapidement en revue les plus répandus de ces accessoires, qui peuvent être étudiés en vue de faire le joint, soit par recouvrement, soit à franc-bord, soit de la manière que nous avons indiquée en dernier lieu, figures 231 à 233.

Nous avons eu précédemment l'occasion d'attirer l'attention sur certains inconvénients de la rivure, employée comme mode de jonction des courroies. Pour éviter l'altération du cuir par la chaleur développée pendant le rivetage, on remplace souvent les rivets



par des vis, de forme spéciale, dont les figures 254 et 255 représentent les deux types les plus répandus.

Ces attaches, figure 254, se composent essentiellement de deux vis, l'une avec pas à gauche, et l'autre avec pas à droite.

La première est en cuivre, et pourvue d'un trou taraudé dans lequel s'engage le bout de la seconde vis. La douille de la pre-



Fig. 254.

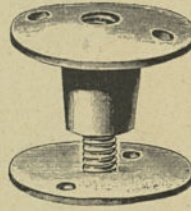


Fig. 255.

mière porte, extérieurement, un filet assez prononcé ; cette douille est d'ailleurs conique. L'autre vis est en acier, avec raccordement tronconique, assez prononcé, du corps à la tête. Les têtes des deux vis sont légèrement arrondies extérieurement et sont pourvues, du côté où elles viennent en contact avec le cuir, de rai-

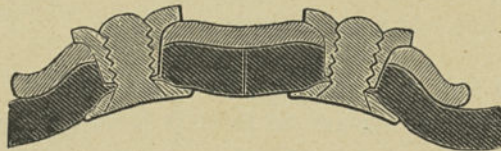


Fig. 256.

nures et saillies circulaires, dans le but d'augmenter leur adhérence. On commence par placer la vis à douille conique dans la courroie, puis on met la vis inférieure en place, la tête de cette dernière venant contre la jante de la poulie.

Parfois, figure 255, on supprime le filet sur la surface extérieure de la douille conique.

Le serrage des vis peut se faire au moyen d'un tournevis ordinaire, figure 254, ou au moyen d'une clef spéciale à tétons, figure 255.

Pour les courroies étroites, on ne met que deux rangées de vis ; pour les courroies de grande largeur, on place plusieurs rangs d'attache de ce genre, comme dans la rivure ordinaire.

La figure 257 représente un joint fait au moyen de l'attache figure 256; le dispositif est sensiblement le même que le précédent,

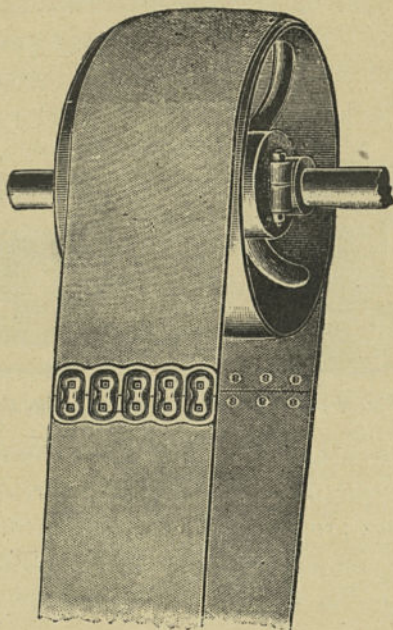


Fig. 257.

à l'exception que la jonction s'obtient à franc-bord. Ce système donne une certaine raideur au joint et il ne faut l'employer, de

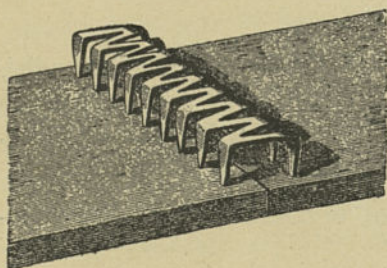


Fig. 258.

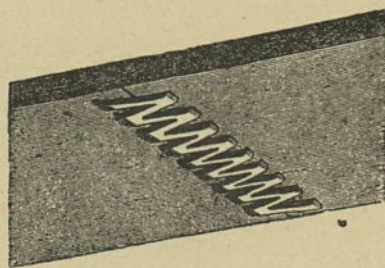


Fig. 259.

préférence, que lorsque les diamètres des deux poulies sont peu différents.

Les figures 258 et 259 représentent un autre type d'attache pour la jonction à franc-bord. L'assemblage se fait au moyen d'agrafes



de longueur appropriée, placées sur les deux faces de la courroie ; un simple coup de marteau suffit pour enfoncer les pointes de

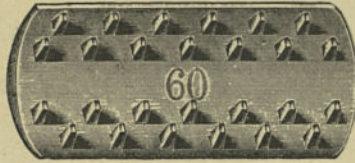


Fig. 260.

l'agrafe dans la courroie. Ce système a l'avantage de ne pas occasionner de diminution de section par sa mise en place.

L'attache, représentée par la figure 260, est aussi destinée à faire les jonctions à franc-bord. Comme la précédente, elle s'enfonce dans la courroie, d'un coup de marteau, et comme elle, n'occasionne pas de diminution de section.

Les attaches, destinées à obtenir la jonction exécutée comme le représentent les figures 251 à 253, sont assez nombreuses,

parce qu'on peut toujours les employer, quel que soit le diamètre des poulies, sans que le passage du joint sur celles-ci se fasse sentir.

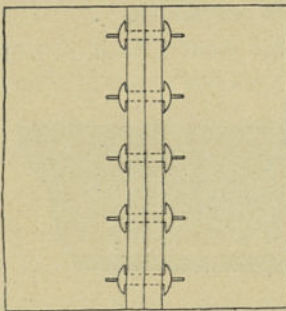


Fig. 261.

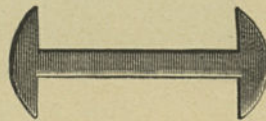


Fig. 262.

La figure 261 montre une jonction réalisée au moyen d'agrafes en laiton semblables à celles que représente la figure 262. Pour mettre celles-ci en place, on commence par pratiquer, dans la courroie, un certain nombre de fentes, au moyen de l'outil que nous avons décrit précédemment, figure 241. Après introduction des agrafes, on leur fait faire un quart de tour, pour amener leur tête perpendiculairement à la fente et les maintenir ainsi en place. Cette jonction a l'avantage de ne pas diminuer la section de la courroie, à l'endroit de l'assemblage.

La jonction, représentée figure 263, est obtenue au moyen d'agrafes en laiton; la figure 264 montre les deux agrafes sépa-

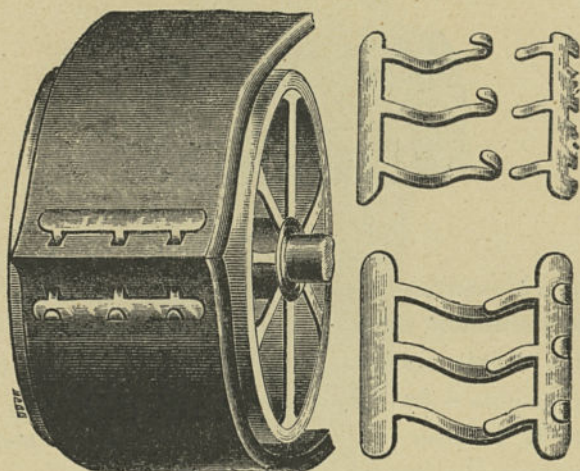


Fig. 263, 264 et 265.

rées qui s'introduisent chacune dans l'un des bouts de la courroie, et la figure 265 montre les deux agrafes assemblées.

La jonction se fait ici, pour ainsi dire bout à bout, et présente

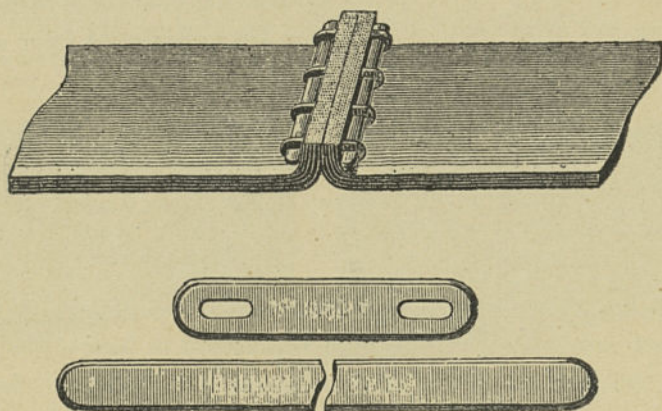


Fig. 266, 267 et 268.

une saillie réduite sur la surface extérieure de la courroie; les agrafes se mettent en place et se retirent avec la plus grande facilité.

Le joint que représente la figure 266, s'obtient au moyen des



agrafes, figure 267, pourvues d'un trou allongé, à chacune de leurs extrémités, dans lequel on fait passer, après la mise en place, une barrette, figure 268, de chaque côté, pour réunir le tout.

La figure 269, représente une jonction obtenue au moyen d'une

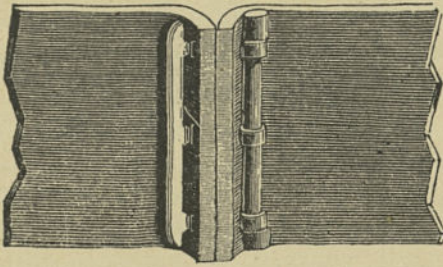


Fig. 269.

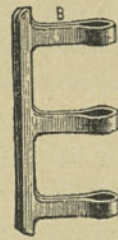


Fig. 270.



Fig. 271.

agrafe, en tôle de laiton, figure 270. Dans les trous des parties saillantes de cette dernière, résultant du repliage de la tôle, on



Fig. 272.

introduit, après la mise en place, une barrette, figure 271 de section circulaire, et pourvue de deux têtes destinées à l'empêcher de sortir latéralement de son logement, après le montage.

Les quatre derniers systèmes d'attache que nous venons de signaler, présentent l'inconvénient d'exiger le poinçonnage des trous dans lesquels on fait passer les agrafes, ce qui diminue la résistance de la courroie. Toutefois, leur mise en place et leur démontage, faciles et rapides, ont beaucoup contribué à en répandre l'emploi.

Pour réunir les deux extrémités des courroies de section circulaire, pleine ou creuse, on emploie des agrafes et des œillets métalliques, dans le genre de ceux représentés figure 272, portant un trou taraudé dans lequel on visse le bout correspondant de la courroie. L'opération se fait naturellement pour les courroies de

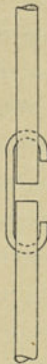


Fig. 273.

section pleine; mais, pour les courroies tordues, il faut préalablement introduire dans le trou, aux deux extrémités de ces dernières, un petit morceau de bois assez tendre.

Les bouts doivent être vissés à fond dans les deux parties du joint.

Lorsque les poulies, sur lesquelles passent ces courroies, sont de diamètre relativement réduit, les attaches se brisent rapidement et, de plus, elles présentent certains inconvénients, par suite de leur raideur. On supprime alors parfois une partie de l'attache, ordinairement l'œillet, qu'on remplace simplement par un trou percé dans le cuir.

Dans certains cas, la jonction s'obtient simplement au moyen d'un crochet double (fig. 273), en fil d'acier, qu'on fait passer dans des trous préalablement pratiqués dans les deux extrémités de la courroie.

*Mise à longueur des courroies.* — Pour couper les courroies à longueur, quand on ne connaît pas la tension à laquelle elles ont été préalablement soumises après leur fabrication, c'est-à-dire

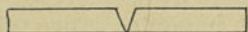


Fig. 274.

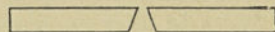


Fig. 275.

l'allongement primitif qu'on leur a donné en opérant comme nous l'avons dit précédemment, on peut enrouler une corde sur les deux poulies à relier, et couper ensuite la courroie d'après la dimension relevée de cette manière; on peut également calculer préalablement la longueur d'une façon suffisamment exacte.

Lorsque les courroies doivent s'assembler à franc-bord, on constate souvent, à la mise en place, après les avoir coupées exactement à longueur en tenant naturellement compte de la tension initiale à leur donner, que les deux bouts ne se joignent qu'à la partie inférieure, c'est-à-dire du côté de la jante de la poulie, comme le montre la figure 274. Sur le dessus, il reste un vide, proportionnel à l'épaisseur de la courroie. Cela résulte de la différence des rayons de courbure des deux faces de la courroie, à l'endroit des poulies, différence égale à l'épaisseur du cuir. Pour éviter cet



inconvenient, il faut couper les bouts légèrement en biseau, suivant l'épaisseur, comme le montre la figure 275.

La quantité, dont les courroies doivent être coupées trop courtes, est essentiellement variable, et c'est bien souvent l'expérience seule qui l'indique. Pour les courroies de faible largeur, il arrive même qu'on leur donne une longueur primitive inférieure de 2 pour cent à la longueur relevée par l'un des moyens donnés précédemment; on leur donne la tension initiale à la main, en les mettant en place.

*Raccourcissement des courroies.* — Lorsque les courroies ont été étendues préalablement à leur mise en œuvre, elles peuvent marcher des semaines, et même des mois, sans qu'on ait besoin d'y retoucher. Mais il arrive parfois que, quand une courroie a fonctionné pendant un certain temps, elle s'allonge d'une façon démesurée; souvent même elle ballote après quelques heures de marche; c'est un indice qu'elle n'a pas été suffisamment allongée après sa fabrication. Toutefois, quels que soient les soins apportés dans cette dernière et dans la mise en place de l'organe, celui-ci subit toujours, après un certain temps, un allongement normal; celui-ci se fait graduellement, de sorte qu'il arrive un moment où la courroie finit par flotter, par devenir trop lâche pour transmettre l'effort voulu. Il faut alors la tendre à nouveau, et en retrancher la longueur nécessaire pour la raccourcir de la quantité convenable.

Sous ce rapport, l'assemblage à franc-bord présente plusieurs avantages. La longueur de cuir à enlever est moins considérable que lorsque le joint est fait par recouvrement; l'opération se fait beaucoup plus rapidement et les trous nouveaux, pratiqués du côté recoupé pour y faire passer l'attache, sont toujours faits en matière saine.

La mise à longueur des courroies tordues ne présente aucune difficulté; pour les raccourcir il suffit d'augmenter leur torsion, et on diminue au contraire celle-ci, s'il s'agit de les allonger.

*Mise en place des courroies.* — *Tendeurs.* — Comme nous l'avons dit, la longueur d'une courroie peut être préalablement déterminée,

d'une façon approximative par le calcul, ou bien relevée directement au moyen d'une corde. Les courroies, de largeur réduite, jusqu'à 70 millimètres environ, se mettent, sur les poulies, à la main. On coupe les extrémités bien parallèlement à la génératrice des poulies, et on règle leur longueur de manière à obtenir la tension de pose nécessaire.

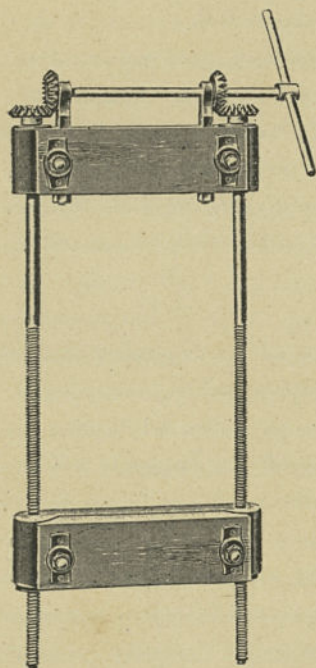


Fig. 276.

Lorsque la courroie est de largeur plus considérable, il faut alors avoir recours à l'emploi de tendeurs, pour la mettre en place. La disposition de ces appareils varie très peu et se ramène presque toujours à l'une des deux suivantes.

La figure 276 représente un tendeur avec mâchoires en bois; deux des mors de celles-ci sont pourvus de douilles forées à travers lesquelles passent les vis. Ces dernières sont fixées à l'un des mors principaux, et se terminent par deux pignons coniques qui engrènent avec deux roues identiques, calées sur un axe traversant lui-même des supports rapportés sur ce mors.

Dans les douilles du second mors principal, et rendus solidaires de ces derniers, sont logés des écrous que traversent les vis. En agissant sur le levier de manœuvre de l'axe auxiliaire, on rapproche ou on écarte les deux mâchoires l'une de l'autre. La courroie est d'ailleurs rendue solidaire de celles-ci par un second mors

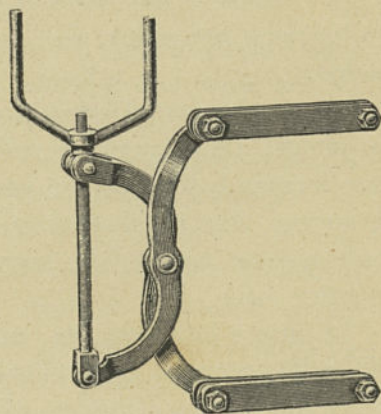


Fig. 277.



mobile, relié au premier par boulons. Si les vis sont bien faites, le mécanisme assure un rapprochement parallèle des mâchoires.

La figure 277 représente un autre type de tendeur, à articulation de ciseaux et mâchoires folles. Dans celui-ci, la commande se donne par une seule vis, ce qui permet d'éviter certains inconvénients qui pourraient résulter de l'emploi du premier, lorsque le filet n'est pas rigoureusement le même dans les deux barres, ou qu'il y a un certain jeu entre celles-ci et leur écrou ou bien entre les pignons de renvoi. Quand la courroie est bien pincée entre les mors, c'est-à-dire que ceux-ci sont rigoureusement parallèles entre eux et perpendiculaires au côté de la courroie, la tension de pose est uniforme sur toute la largeur de celle-ci. Cet appareil est un peu plus léger et moins encombrant que le premier.

*Déplacement accidentel des courroies pendant la marche.* — A moins qu'elle ne soit guidée par un dispositif spécial, lorsque

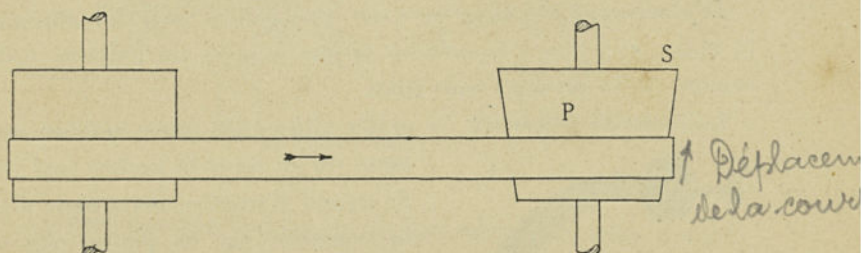


Fig. 278.

les axes des deux poulies solidaires sont parallèles, une courroie

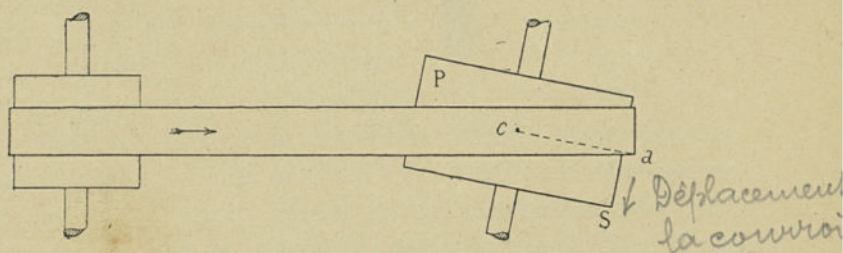


Fig. 279.

a toujours une tendance à se déplacer, latéralement, vers le côté de la poulie dont le diamètre est le plus fort. Ainsi, dans le cas représenté par la figure 278, où l'une des poulies n'est pas rigou-

reusement cylindrique, la courroie se dirige naturellement du côté S de la poulie P.

Si les poulies solidaires, rigoureusement cylindriques, n'ont pas leurs axes de rotation exactement parallèles, la courroie se dirige d'elle-même, du côté où les axes sont les plus rapprochés. Ainsi, dans la figure 279, la courroie, sur la poulie P, se déplacera d'elle-même vers la face S de cette dernière. Le contact ne s'établit entre les deux organes, suivant toute la largeur de la courroie, qu'en *c* : il en résulte que, quand un point *a* de cette dernière vient à toucher la poulie en cet endroit, son plan de rotation s'établit en réalité suivant la direction *ac*. Mais pour rester dans ce plan de rotation, la courroie doit se cintrer transversalement ; et comme l'effort exercé dans une section quelconque a une tendance à se répartir uniformément sur toute la largeur de la courroie, celle-ci sera naturellement entraînée vers le côté S.

*Déplacement des courroies sur les poulies.* — Pour déplacer, à la main, une courroie sur une poulie étagée, on procède ordinairement de la manière suivante.

La courroie étant sur la petite vitesse du cône moteur, supposons qu'on veut la mettre sur l'étagé de grand diamètre. On amène d'abord la courroie sur la petite vitesse du cône conduit, puis on place la paume de la main droite à l'intérieur de la courroie et sur le brin qui entre sur le cône commandé. On exerce alors une traction suffisante, pour que la tension de la courroie provoque la rotation du

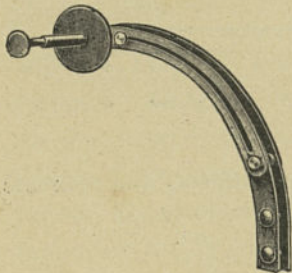


Fig. 280.

cône inférieur. Quand celui-ci est en marche, on place alors la paume de la main gauche à l'intérieur de l'autre brin de la courroie, en continuant à tirer de la main droite. En cessant subitement d'agir avec celle-ci et en forçant, au même moment, latéralement de la main gauche du côté de la grande vitesse du cône, la courroie monte naturellement sur ce gradin. Nous avons supposé les étages des deux poulies disposés, par rapport à l'ouvrier, comme c'est le cas dans les tours.



Si la différence entre les diamètres des étages successifs est trop considérable, ou si les courroies sont trop longues, il faudra alors avoir recours à une perche en bois et commencer par amener la courroie sur la poulie supérieure voulue; on l'amène alors sur la poulie inférieure, en agissant sur le brin qui entre sur cette dernière.

On facilite considérablement la manœuvre, en surmontant la perche en bois, d'un appareil dans le genre de celui que représente la figure 280. On peut également se servir de l'instrument lorsque les poulies sont toutes deux à une certaine hauteur; on commence alors par placer la courroie sur la poulie menée, pour l'amener ensuite sur la poulie menante.

*Remontage des courroies sur leur poulie. — Chute des courroies. —* Lorsque la largeur des courroies est considérable, et qu'elles s'enroulent sur des poulies isolées, les moyens que nous venons d'in-

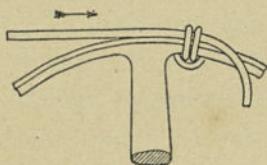


Fig. 281.

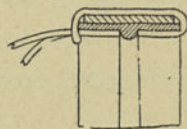


Fig. 282.

diquer ne sont pas applicables, et il faut nécessairement arrêter momentanément le mouvement des arbres. La courroie embrassant la poulie motrice, on la met ensuite sur la poulie menée, à l'endroit où elle entre sur celle-ci, et on la force sur cette poulie le plus possible. On attache alors la courroie, sur la jante de celle-ci, ordinairement près d'un bas, comme le montre la figure 281, au moyen d'une corde, ou d'une lanière, qui vient buter contre le bras; la ligature se fait par un nœud coulante, la corde étant repliée en deux, double par conséquent, comme le montre la figure 282. On maintient le serrage, à la main, en tirant sur les deux bouts qui dépassent, puis on fait tourner tout doucement la poulie motrice. Quand on constate que la courroie est montée sur la poulie menée (celle-ci a fait alors un tiers de tour environ) on lâche la corde, le nœud se défait de lui-même à l'endroit où la courroie quitte la poulie menée, et la lanière tombe naturellement.

Pour faire tomber une courroie, on peut y arriver facilement en exerçant une pression latérale contre le brin qui entre sur la

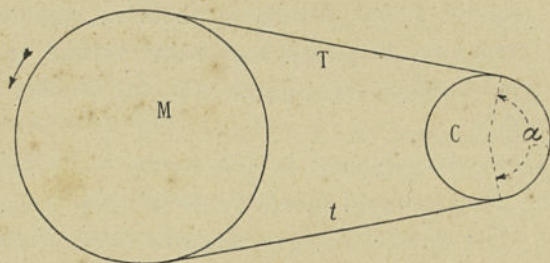


Fig. 283.

poulie dont on veut la faire descendre, et aussi près que possible de celle-ci. On peut arriver au même résultat, en rapprochant les deux côtés de la courroie l'un contre l'autre ; cette manœuvre doit être pratiquée le plus près possible de la poulie sur laquelle la courroie doit rester.

*Détermination de la section des courroies.* — Considérons, figure 283, une courroie s'enroulant sur deux poulies, M et C, la première étant la poulie menante et tournant dans le sens indiqué par la flèche.

Si nous supposons que :

Q = effort tangentiel à vaincre à la jante des poulies,

T = la tension dans le brin menant de la courroie,

t = la tension dans le brin mené de la courroie,

il faudra nécessairement que :

$$(1) \quad T - t = Q.$$

Si maintenant nous désignons par :

S = la section de la courroie

R = le coefficient de résistance, pratiquement admissible pour le calcul, de la matière dont est composée la courroie,

La section à donner à cette dernière, sera obtenue par la résolution de l'équation :

$$(2) \quad S = \frac{T}{R}.$$

On démontre facilement que :

$$(3) \quad T = Q \frac{ef^\alpha}{ef^\alpha - 1} \quad (4) \quad t = Q \frac{1}{ef^\alpha - 1}$$



formules dans lesquelles :

$e = 2,718$ , base des logarithmes népériens,

$\alpha =$  angle correspondant à l'arc embrassé par la courroie sur la plus petite des deux poulies, et exprimé en fonction de  $\pi$ ,

$f =$  coefficient de frottement de la courroie sur la jante de la poulie, variable avec la nature des matières en contact.

Toutefois, si la courroie est animée d'une vitesse considérable, il y a aussi lieu de tenir compte des effets de cette dernière dans la fatigue de l'organe, et si on calcule la valeur de la force centrifuge, on la trouve égale à :

$$(5) \quad \frac{S\delta v^2}{g}$$

formule dans laquelle :

$S =$  section de la courroie,

$v =$  vitesse linéaire de la courroie, en mètres par seconde,

$\delta =$  densité de la matière dont est composée la courroie,

$g = 9,81$ , accélération due à la pesanteur.

Il suit de là que, dans des cas semblables, la tension dans chacun des brins de la courroie, donnée précédemment par les équations (3) et (4) deviendra alors :

$$(3') \quad T' = T + \frac{S\delta v^2}{g} = Q \frac{ef^\alpha}{ef^\alpha - 1} + \frac{S\delta v^2}{g}$$

$$(4') \quad t' = t + \frac{S\delta v^2}{g} = Q \frac{1}{ef^\alpha - 1} + \frac{S\delta v^2}{g}$$

et que la section de la courroie devra se calculer de manière à ce que :

$$(2') \quad S = \frac{T'}{R} = \frac{1}{R} \left( Q \frac{ef^\alpha}{ef^\alpha - 1} + \frac{S\delta v^2}{g} \right)$$

Voyons maintenant, les conclusions qu'on peut tirer de ce qui précède.

La puissance transmise par une courroie pouvant s'exprimer par :

$$Q \times v$$

il en résulte que le travail fourni sera d'autant plus grand que la vitesse de la courroie sera plus considérable. Toutefois, dans le

cas où cette vitesse deviendrait trop grande, il y aurait lieu de tenir compte des tensions développées par la force centrifuge.

Si, de l'équation (3), nous tirons la valeur de Q :

$$Q = T \frac{ef^\alpha - 1}{ef^\alpha}$$

il est facile de voir que, pour un effort tangentiel donné, Q, à transmettre, la tension T, à développer dans le brin menant de la courroie, et par conséquent la section de celle-ci, peuvent être influencées par différentes circonstances. La tension T sera d'autant plus petite que  $f$  et  $\alpha$  seront plus grands.

Par conséquent :

1° Il y aura lieu de prendre le rapport le plus grand possible, entre le diamètre de la poulie et l'épaisseur de la courroie ; on diminuera ainsi la fatigue d'incurvation de cette dernière et on augmentera son adhérence sur la poulie ;

2° On pourra augmenter la puissance transmise par une courroie, en augmentant l'arc qu'elle embrasse sur la plus petite des deux poulies ;

3° On pourra également augmenter l'adhérence entre la courroie et la poulie, en tournant la première de façon à ce que le côté poils vienne en contact avec la jante ;

4° L'adhérence augmentera également, si on recouvre la poulie d'un revêtement en cuir ou en caoutchouc, et elle dépassera même alors la valeur qu'elle aurait pu atteindre sur une jante métallique parfaitement polie ;

5° A partir d'une certaine limite de vitesse, la force centrifuge a pour effet de détacher la courroie de la poulie, et de diminuer par conséquent l'adhérence entre les deux organes.

L'arc d'embrasement admis pour calculer la section d'une courroie, doit être plus petit que celui qui existe réellement sur la poulie où il est le plus réduit ; parce que, quand la courroie glisse, elle cesse de transmettre toute la puissance qu'elle reçoit, la différence étant absorbée par le frottement de glissement.

La vitesse d'une courroie est uniquement limitée par les effets de la force centrifuge, qui augmente la fatigue de l'organe et tend à l'éloigner de la poulie sur laquelle elle s'enroule. Sous ce rapport, il ne faut pas dépasser une vitesse linéaire de 30 mètres



par seconde. De plus, il y a encore lieu de tenir compte de ce que la fatigue de la courroie dépend aussi, dans ce cas, du diamètre des poulies sur lesquelles elle s'enroule. Plus le diamètre d'une poulie est considérable, et plus réduite est la fatigue de la courroie pour une vitesse déterminée, car la courbure de la circonférence d'enroulement diminue pour se rapprocher de la ligne droite.

Les résultats d'expériences faites sur les courroies, en vue de déterminer certains facteurs qui interviennent dans le calcul de leur section, sont parfois peu concordants. Cela tient souvent à la différence de régularité et de fini de la jante des poulies.

Certaines expériences, exécutées dans des conditions apparemment identiques, semblent démontrer que le rendement d'une courroie relativement ancienne, est supérieur à celui d'une courroie neuve, par suite du contact plus parfait qui s'établit entre la première et la poulie.

La résistance d'une courroie, ayant un certain temps de service, est pratiquement la même que celle d'une courroie neuve. Les joints lacés ont une durée plus considérable que les jonctions à trous poinçonnés.

Dans certains cas, pour poulies en fonte et avec un arc d'enroulement correspondant à un angle  $\alpha = 180^\circ$ , on a constaté que la tension, dans le brin menant, était environ 6,5 fois celle du brin mené, ce qui équivaldrait à un coefficient de frottement voisin de 0,6.

En comptant même sur une tension au brin menant de :

$$T = 0,6 \times 6,5 t = 3,9 t,$$

cette réduction ayant pour but de tenir compte des circonstances fortuites, telles que relâchement de la jonction, interposition de l'air entre la courroie et la jante de la poulie, on arriverait encore ainsi à un coefficient de frottement de 0,442, beaucoup plus élevé que celui qu'on adopte ordinairement dans les calculs effectués en vue de déterminer la section de la courroie.

Dans les courroies pourvues de tendeurs, et dont la jonction peut être collée et rivée en place, la résistance du joint, proportionnellement à la courroie, est beaucoup plus grande.

Il ne faut cependant pas faire supporter aux courroies, des tensions exagérées. On s'expose alors au glissement sur les poulies et par suite aux irrégularités de transmission du mouvement. De plus, on réduit, dans de notables proportions, la durée de la courroie.

Lorsqu'on détermine la section d'une courroie, il est bon de ne pas compter, dans les calculs, sur une tension supérieure à 30 kilogrammes par centimètre carré.

Si nous désignons par :

D = le diamètre d'une poulie, exprimé en centimètres,

L = la largeur de la courroie, exprimée en centimètres,

N = le nombre de tours de la poulie, par minute,

la puissance, transmise par la courroie, sera proportionnelle à :

$$D \times L \times N.$$

Dans la plupart des tours, on constate souvent des glissements de la courroie, quand celle-ci se trouve sur la petite vitesse du cône de la transmission intermédiaire. En réalité, tous les tours, grands et petits, absorbent sensiblement la même puissance quand ils travaillent, à plein, le fer, la fonte, le bronze ou l'acier ; la rapidité de coupe dans les petits tours, et la faible passe qu'enlève leur outil, sont compensés, dans les grands, par les diamètres plus considérables des pièces à parachever et par les passes plus fortes. Pour déterminer les dimensions de la courroie, dans les machines de ce genre, de 125 à 600 millimètres de hauteur de pointes, on pourra se servir de la formule :

$$D \times L \times N = 12\ 000 \text{ à } 13\ 000.$$

Pour les grands tours, en admettant naturellement que, dans tous les cas, il n'y ait qu'un seul outil qui travaille, on pourra prendre :

$$D \times L \times N = 15\ 000 \text{ à } 16\ 000.$$

Ce dernier chiffre conviendra également pour les limeuses, raboteuses, foreuses et alésoirs de dimensions moyennes.

Pour les machines à tarauder, et les fortes machines-outils, où il y a lieu de tenir compte simultanément du travail absorbé par le mouvement communiqué à la pièce et à l'outil, comme le cas



se présente dans les grands tours et les fortes raboteuses, il faudra prendre :

$$D \times L \times N = 48\ 000 \text{ a } 23\ 000.$$

Remarquons, en passant, qu'il est indispensable que la vitesse soit assez réduite pour ne pas avoir à tenir compte du glissement qui pourrait résulter de l'interposition de l'air entre la courroie et les poulies, et que l'arc embrassé, sur la plus petite de ces deux dernières, ne doit pas être inférieur à 160 ou 170 degrés.

Une courroie double peut transmettre environ 1,5 fois la puissance d'une courroie simple, de même largeur, et marchant à la même vitesse sur les mêmes poulies. Les courroies doubles sont d'un meilleur rendement sur les poulies de grand diamètre que sur celles de diamètre réduit. Il faut, autant que possible, ne pas employer de courroies doubles sur les poulies dont le diamètre est inférieur à trois fois la largeur de la courroie, pour autant toutefois que cette dernière dimension ne dépasse pas 100 millimètres. La diminution du travail transmis, dans des cas semblables, provient de la grande résistance de l'organe à l'incurvation et du glissement qui en résulte.

A dimensions égales, une courroie croisée peut transmettre une puissance notablement supérieure à celle que transmettrait une courroie droite de même section, parce que les arcs d'embranchement sont plus grands. Cette disposition est particulièrement avantageuse, lorsque la différence entre les diamètres des poulies est considérable et que leurs axes sont rapprochés. L'inconvénient qu'on reproche à cette disposition, est l'usure plus rapide des courroies, par suite du frottement qui se produit au croisement des deux brins ; de plus, les joints, cousus par lanières, s'altèrent beaucoup plus rapidement.

*Tension de pose des courroies.* — En général, on donne presque toujours aux courroies, une tension de pose trop élevée, qui a pour effet de déformer les arbres, d'augmenter l'usure des tourillons et des coussinets des paliers, et qui nuit souvent à la résistance des poulies. Il est bon de ne pas laisser la tension de pose à l'appréciation de l'ouvrier, mais de la régler convenablement, même en

se servant d'un dynamomètre, si c'est nécessaire, de façon à ce qu'elle ne dépasse la tension calculée que de 10 à 15 pour cent.

*Influence de la position relative de deux poulies, sur les tensions développées dans les brins de la courroie.* — Lorsqu'une courroie est au repos, son adhérence sur les deux poulies qu'elle entoure, supposées de même diamètre, dépend de la position relative de celles-ci.

Si les poulies sont au-dessus l'une de l'autre, l'adhérence sur la poulie supérieure sera égale à la tension initiale, augmentée du

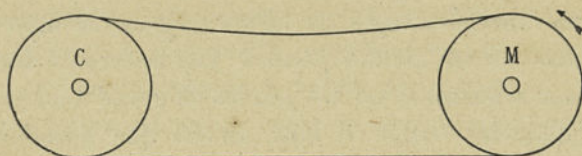


Fig. 284.

pois de la courroie, tandis que sur la poulie inférieure, cette adhérence sera égale à la tension initiale de la courroie, diminuée du poids de cette dernière. Dans ce cas, on peut aussi croiser la courroie. Une partie du poids de celle-ci se reportera alors sur la poulie inférieure pour augmenter l'adhérence en cet endroit.

Si les deux poulies sont au même niveau, l'adhérence de la courroie sera la même sur chacune d'elles.

On voit immédiatement, d'après ce qui précède, que, pour transmettre une puissance déterminée, la tension de pose doit toujours être sensiblement plus grande dans les courroies verticales, que dans les courroies horizontales, principalement lorsque celles-ci sont de dimensions considérables.

Quand une courroie transmet la puissance d'un arbre à un autre, la tension des deux brins, primitivement la même au repos, devient inégale dans chacun de ceux-ci. Si, quand la courroie est horizontale, le brin menant est celui qui se trouve vers le dessous, il restera sensiblement droit, tandis que le brin mené, qui est au-dessus, se courbera comme le montre la figure 284. Si, au contraire, c'est le brin menant qui est à la partie supérieure, le brin mené, qui sera en dessous, se courbera comme il est représenté sur la figure 285.



On voit, qu'au point de vue du rendement dynamique, il est recommandable de placer le brin menant en dessous, parce que l'arc embrassé sur les deux poulies est plus considérable et que l'adhérence entre les deux organes augmente naturellement.

Si, par suite de la direction imposée à donner au mouvement de rotation de l'arbre commandé, on doit mettre le brin menant au-dessus, on peut toujours augmenter l'arc embrassé sur les poulies, en disposant judicieusement un galet intermédiaire de renvoi, comme le montre la figure 286. Si les deux poulies ont le même diamètre, le tendeur se mettra à égale distance des deux

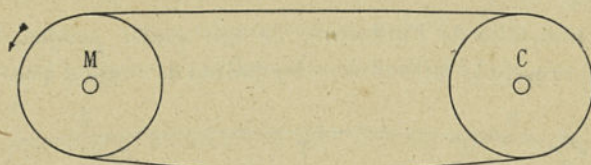


Fig. 285.

axes ; si, au contraire, les diamètres sont différents, il faudra tenir compte de cette circonstance pour déterminer l'emplacement convenable à donner au galet de déviation.

Le travail absorbé par la rotation de la poulie tendeuse, sera

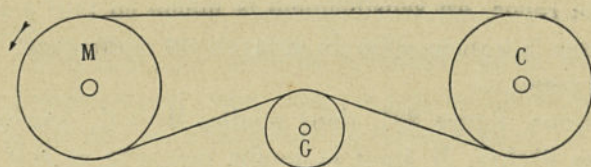


Fig. 286.

d'autant plus grand qu'elle sera plus rapprochée de la poulie de petit diamètre ; d'un autre côté, plus le galet auxiliaire sera rapproché de la plus petite des deux poulies, plus l'arc embrassé sur celle-ci sera grand, et plus considérable sera la puissance transmise, toutes autres conditions égales d'ailleurs. Plus le diamètre du galet tendeur sera considérable, et moindre sera le travail absorbé par le frottement des tourillons de son axe.

Les tendeurs s'emploient aussi parfois en remplacement des poulies folles ; il suffit de relâcher la pression qu'ils exercent

contre la courroie, pour arrêter le mouvement de l'arbre commandé.

*Glissement des courroies sur les poulies.* — Nous avons vu précédemment que les courroies peuvent se relâcher au point de glisser sur leurs poulies ; le remède à employer dans ce cas est des plus simples, et consiste à les raccourcir de la quantité voulue. Mais ce glissement n'est pas le seul ; il en est un autre qu'il est impossible d'éviter et qui se produit toujours certainement, quelle que soit la perfection de l'installation et les soins apportés dans le montage.

Abstraction faite de l'influence de son poids propre, qui augmente légèrement la fatigue vers les points de contact avec les deux

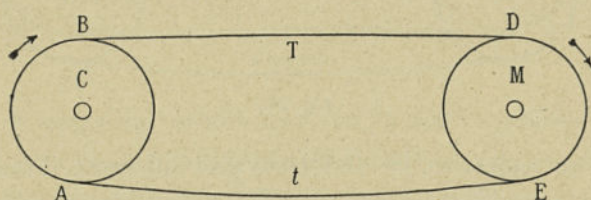


Fig. 287.

poulies ou vers la poulie supérieure seulement, la tension d'une courroie au repos, est sensiblement la même en tous ses points. Mais dès que la transmission du mouvement commence, cet équilibre est rompu.

Considérons, figure 287, deux poulies M et C, tournant dans le sens des flèches, M étant la poulie menante et BD le brin menant. La différence entre la tension T de ce brin et la tension  $t$  existant dans le brin conduit, est égale à l'effort tangentiel Q à appliquer à la périphérie des poulies, pour obtenir le travail imposé, et on aura toujours :

$$T - t = Q.$$

Si nous considérons le brin de la courroie arrivant sur la poulie menée C, nous voyons que la tension  $t$ , augmente graduellement à partir de son point d'entrée A, jusqu'à atteindre une valeur T en B, point de sortie. D'autre part, si nous considérons la courroie du côté de la poulie menante M, nous voyons qu'elle entre



sur celle-ci, au point D, avec une tension  $T$  et qu'elle en sort, en E, avec une tension  $t$ .

Sous l'influence de ces tensions différentes, les deux brins subissent naturellement des allongements inégaux, cet allongement étant nécessairement plus grand dans le brin menant que dans le brin mené. Pour autant que la matière dont est formée la courroie ne soit pas soumise à des efforts qui développent des tensions assez élevées pour lui faire dépasser sa limite d'élasticité, la déformation sera sensiblement proportionnelle à  $T - t$ . Il en résultera que la poulie motrice enroulera une longueur de courroie supérieure à celle qu'elle déroule, et que les vitesses respectives des deux arbres solidaires ne seront pas, d'une façon rigoureuse, inversement proportionnelles aux diamètres des poulies correspondantes.

Le glissement de la courroie, dû à l'élasticité de la matière, peut, dans les conditions normales, atteindre 2 pour cent. La différence de vitesse entre les deux poulies sera plus considérable à la mise en train qu'en marche courante, parce qu'il faut d'abord que la tension convenable s'établisse progressivement sur la poulie menée.

De ce qui précède, on conclura naturellement que les courroies ne doivent jamais être employées lorsque le rapport des vitesses à obtenir, entre les deux arbres accouplés, doit être rigoureusement déterminé.

D'un autre côté, par suite de l'élasticité de la matière dont ils sont ordinairement composés, ces intermédiaires possèdent la propriété de ne pas transmettre si brusquement les variations de résistance ou de puissance; ils forment, en quelque sorte, tampon entre les deux arbres, et cette qualité est d'autant plus développée que la longueur de la courroie est plus considérable. D'autre part, en cas de résistance anormale, la courroie glissera sur les poulies ou en sautera, en évitant ainsi une rupture certaine des organes de transmission.

Ajoutons enfin, en terminant, que les transmissions par courroies sont plus économiques que les transmissions par engrenages et autres intermédiaires rigides ou articulés, et que, de plus, les courroies ont le grand avantage de toujours se prêter à la



solution de tous les cas de renvoi de mouvement, qui se présentent ordinairement dans la pratique courante.

*Courroies en coton.* — Le coton remplace parfois le cuir dans la fabrication des courroies : on peut le laisser à son état naturel et alors la courroie est tissée d'une seule pièce directement à l'épaisseur voulue. D'autres fois, les courroies en coton sont composées de plusieurs plis, assemblés par collage, puis recouvertes de vernis, de gutta-percha ou de goudron de bois, ces enduits ayant pour effet de rendre le coton moins sensible aux variations de l'humidité de l'atmosphère. Disons toutefois, en passant, que le goudron a souvent pour effet de diminuer l'élasticité du coton. Employées comme courroies mobiles, les courroies en coton s'usent rapidement, par suite de leur frottement contre les bras des fourches de manœuvre, et leur usage est alors toujours coûteux. Il en est de même lorsqu'elles doivent être croisées.

Elles sont beaucoup plus sensibles aux variations de l'atmosphère que les courroies en cuir, et peuvent, à certains moments, exercer des tensions exagérées sur les arbres ou bien se relâcher d'une façon anormale et glisser sur les poulies.

Toutefois elles sont plus élastiques que les courroies en cuir, et le travail absorbé par leur incurvation sur les poulies est moins considérable.

*Courroies en caoutchouc.* — Les courroies en caoutchouc sont composées de tissus en coton, recouverts de gutta-percha; elles conviennent spécialement pour les atmosphères humides, où le cuir est rapidement détérioré. Leur adhérence sur les poulies est beaucoup plus forte que celle des courroies en cuir, et, à résistance égale, elles peuvent transmettre un travail plus considérable.

Il ne faut pas employer les courroies en caoutchouc dans les locaux où la température peut dépasser 35 à 40 degrés; il ne faut pas non plus y avoir recours lorsqu'on doit les manœuvrer sur les poulies, au moyen de fourches, car leurs bords se détériorent facilement. Elles sont aussi plus susceptibles d'être détériorées par le glissement sur les poulies, principalement lorsque la température du local où elles se trouvent est sujette à augmenter sensiblement. Elles se détériorent beaucoup plus vite que les courroies



en cuir quand elles viennent à tomber des poulies, parce que leur revêtement en caoutchouc est rapidement enlevé et laisse le tissu à nu.

La jonction des courroies en caoutchouc de faible largeur, se fait ordinairement à franc-bord, avec couvre-joint collé comme nous l'avons indiqué précédemment.

L'épaisseur des courroies en caoutchouc se désigne par le nombre de plis, c'est-à-dire par le nombre de bandes en tissus superposées pour obtenir l'épaisseur voulue ; on a ainsi les simple pli, double pli, triple pli, etc.

On recommande ordinairement de les enduire, à la brosse, d'une peinture composée de quantités égales de céruse et de litharge, mélangées avec de l'huile de lin, à laquelle on ajoute un peu de vernis pour accélérer la dessiccation. Leur surface est alors beaucoup plus régulière, elles s'appliquent beaucoup mieux aux poulies et y adhèrent plus fortement. En cas de détériorations, on pourra également appliquer la composition précédente aux endroits où le caoutchouc aurait été enlevé.

La jonction des courroies en caoutchouc est la partie la plus faible de l'organe ; il ne faudra pas employer ce genre de courroies lorsque celles-ci devront être croisées ou déplacées sur les poulies par un mécanisme à fourche quelconque.

On les proscriera également lorsqu'elles seront exposées à être atteintes par des projections d'huile, parce que celle-ci ramollit le caoutchouc.

On n'en fera pas non plus usage lorsque, par suite de variations accidentelles de la puissance transmise, la courroie est exposée à glisser sur la poulie, et cela pour les raisons données plus haut.

Le glissement des courroies en caoutchouc peut cependant s'éviter, dans une certaine mesure, en leur donnant une tension plus considérable qu'il n'est nécessaire, le caoutchouc étant beaucoup plus élastique que le cuir, et pouvant, par conséquent, supporter une tension relativement beaucoup plus forte, sans qu'il en résulte un allongement permanent.

*Graissage des courroies.* — Lorsqu'une courroie est sèche et



deuxième, on peut appliquer, sur sa surface, du suif ordinaire, préalablement amolli au feu. Le suif s'introduit alors parfaitement dans les pores du cuir, et lui rend de la souplesse; il donne aussi une surface extérieure d'un beau poli. Si la température du local dans lequel se trouve la courroie est relativement élevée, on pourra ajouter, au suif, une certaine quantité de résine. Les courroies devenues dures et sèches, seront enduites d'huile de pied ou de foie de bœuf, à laquelle on ajoutera un peu de résine.

Celle-ci ne doit pas être en quantité telle qu'on la voie se déposer apparemment sur la surface du cuir.

Lorsqu'il se produit des dépôts de matières graisseuses ou résineuses, sur la courroie ou sur la poulie, il faut les enlever, soit en grattant les surfaces encrassées soit en lavant celles-ci avec de l'eau chaude.

§ 4. **Montage des transmissions.** — Les différents cas qui peuvent se présenter dans la pratique courante sont très nombreux, et les passer tous en revue nous entraînerait à entrer dans des développements trop étendus pour le cadre que nous nous sommes tracé. Nous nous bornerons à examiner les plus fréquents, auxquels tous les autres peuvent d'ailleurs toujours être ramenés, et nous étudierons successivement :

1° Le montage d'un manège isolé, devant être placé bien de niveau et dans une position déterminée par rapport à un mur ou à des colonnes, de manière à ce que son axe soit rigoureusement rectiligne.

2° Le montage d'une transmission dont l'axe doit être parallèle à celui d'un manège existant.

3° Le montage d'une transmission, faisant, avec le manège qui la commande, un angle donné dans l'espace, c'est-à-dire ne se trouvant pas dans le plan du second.

Si les axes des arbres à commander coïncident ou se coupent, il est impossible d'employer une courroie se guidant directement d'elle-même; il en est de même dans les deux derniers cas, lorsque l'emplacement des poulies solidaires est imposé; on est alors obligé d'avoir recours à des galets de déviation, et on est généralement ramené au troisième cas.



Disons d'abord que : pour que la courroie puisse se guider d'elle-même, il faut que les deux poulies voisines, sur lesquelles elle passe, soient disposées, l'une par rapport à l'autre, de manière à ce que la ligne d'intersection de leur plan moyen (plan mené par le milieu de la largeur de la courroie, perpendiculairement à l'axe de rotation des poulies) soit tangente aux cercles contenus dans ces plans, précisément aux points où la courroie abandonne les poulies.

Cette règle sera d'un emploi général dans tous les cas, quel que soit le nombre des rouleaux de déviation, et devra s'appliquer de proche en proche.

*Montage d'une transmission de niveau.* — Dans le cas du montage d'un manège isolé, on procède généralement de la manière suivante.

On prépare un certain nombre de supports auxiliaires, en bois,

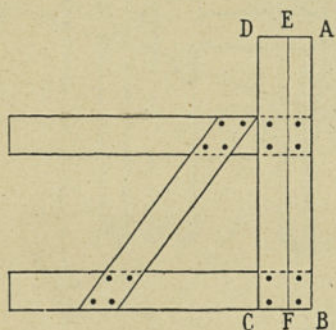


Fig. 288.

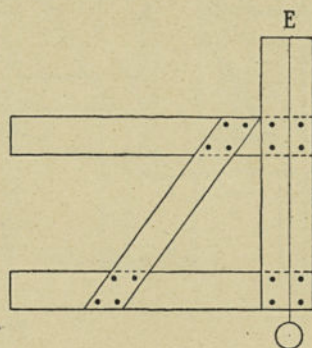


Fig. 289.

dans le genre de celui que représente la figure 288. Les pièces de bois qui le composent peuvent rester brutes, et on les assemble au moyen de clous. On dresse parfaitement le côté  $AB$ , du montant  $ABCD$ , puis, sur la face de celui-ci, et à 20 ou 25 millimètres de l'arête  $AB$ , on trace un trait  $EF$ , parallèle à  $AB$ .

On fixe alors un fil à plomb à la partie supérieure  $E$ , figure 289, de sorte que, si on place le support de façon à ce que le fil vienne coïncider avec la ligne  $EF$ , la face dressée  $AB$  sera alors verticale. Pour faciliter la mise en place du fil, on pratiquera, à la partie supérieure  $AD$  du montant, une entaille, en forme de  $V$ , dont les

deux branches se couperont exactement sur la ligne EF, et formeront l'un des points de repère; il suffira alors de vérifier la coïncidence du fil et de la ligne, à la partie inférieure de celle-ci.

Afin d'obtenir l'exactitude voulue dans les différentes opérations, il ne faut pas donner, au montant ABCD, une longueur inférieure à 25 ou 30 centimètres.

Les deux supports auxiliaires extrêmes seront munis de pitons, auxquels on attachera un fil, et on aura soin de tendre parfaitement ce dernier, de façon à ce qu'il touche tous les fils à plomb

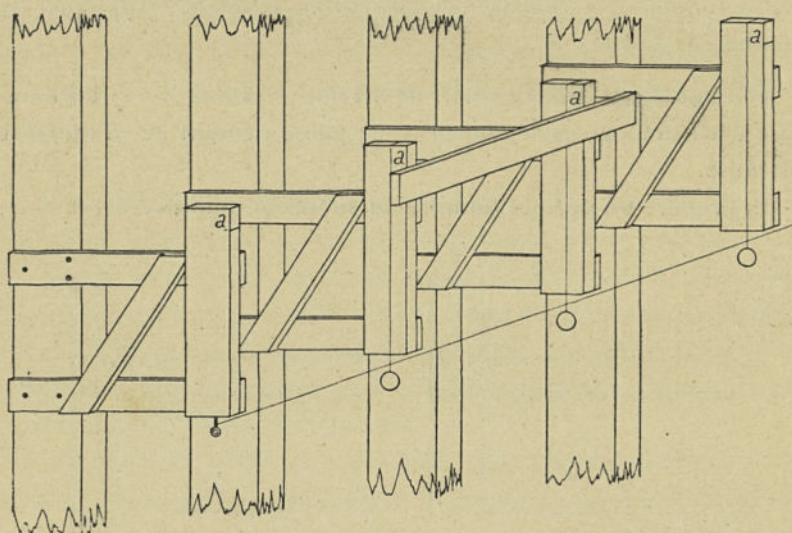


Fig. 290.

suspendus aux montants intermédiaires. Le cordon sera placé à 150 ou 200 millimètres de l'axe de l'arbre, en avant et en contrebas, et on le tendra, à l'œil, aussi horizontalement que possible. L'emplacement du fil, par rapport à l'axe de l'arbre, pourra d'ailleurs être déterminé par les dimensions des moyeux des poulies, placées sur l'arbre avant le montage des paliers, et à côté desquels il devra nécessairement pouvoir passer.

Le manège est amené rigoureusement horizontal, au moyen du niveau; pour cela on met exactement en place les supports provisoires intermédiaires, en opérant de la manière suivante.

L'arête dressée AB, figure 288, est réglée d'après le cordon tiré,



de façon à ce que le fil à plomb, fixé au montant, vienne toucher exactement le cordon ; on fixe alors les supports en bois à demeure, en les attachant, soit au mur, soit aux colonnes, soit au plafond.

Si on cloue ces supports sur des montants, en bois, provisoires, comme il est représenté figure 290, on commence par enfoncer, légèrement, deux des pointes du support, dans le montant, on règle, à petits coups de marteau, l'emplacement de la console à clouer, puis on enfonce complètement les pointes, en ayant soin de ne pas altérer la position exacte du support. Dans la figure 290, nous avons représenté les supports de réglage définitivement fixés à demeure, et ils nous serviront de guides pour la vérification de la distance de l'arbre à leur arête dressée.

Nous prenons ensuite une règle de longueur suffisante pour s'appuyer sur deux supports consécutifs, et assez rigide pour ne

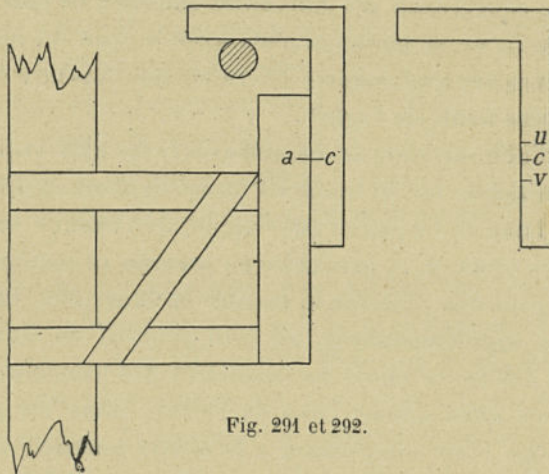


Fig. 291 et 292.

pas fléchir ; nous amenons cette règle parfaitement horizontale, au moyen d'un niveau quelconque, puis nous traçons deux traits *a*, suivant son arête, sur les faces dressées AB des montants. Ces traits peuvent d'ailleurs se reporter facilement sur les faces latérales, au moyen d'une équerre à chapeau. Nous opérons de la même manière sur tous les supports, de proche en proche, en partant du précédent comme guide. Les traits que nous aurons ainsi marqués se trouveront tous sur une même horizontale, parallèlement à laquelle devra être placé l'axe du manège.

En vue de réaliser cette dernière condition, on procédera alors de la manière suivante.

On commencera par mettre l'arbre de façon à ce que son axe, droit ou non, se trouve dans un plan horizontal. Pour cela, on appliquera une équerre contre la face dressée AB de l'un des supports provisoires, pris comme point de départ, de manière à ce que l'intérieur de l'une des branches s'applique suivant cette arête, et que l'intérieur de l'autre branche vienne toucher l'arbre à sa partie supérieure, comme le montre la figure 291, l'arbre étant à hauteur voulue en cet endroit.

Sur la lame de l'équerre, qui s'applique contre le montant de la console, on tracera alors un trait *c*, correspondant à la ligne *a* marquée précédemment sur la pièce de bois, au moyen de la règle, comme nous l'avons dit plus haut. En appliquant successivement cette équerre sur les différentes consoles en bois, de façon à ce que le trait de la lame coïncide avec le trait du montant, la branche supérieure de l'équerre devra chaque fois être tangente à la partie la plus haute de l'arbre.

S'il y avait une variation de diamètre entre les différents tronçons de la transmission, on en tiendrait naturellement compte en traçant, sur la lame de l'équerre qui s'appliquera ensuite sur le montant, d'autres traits, *u*, *v*, parallèles au premier et convenablement espacés de ce dernier, comme le montre la figure 292. La distance de ces traits supplémentaires, au trait primitif, serait égale à la moitié de la différence entre les diamètres des tronçons.

Nous avons ainsi amené l'axe de l'arbre, dans un plan horizontal; il nous reste maintenant à le mettre parallèle au cordon, ou, ce qui revient au même, aux faces dressées AB des consoles en bois.

Pour cela, en appliquant contre cette face une règle bien droite, la distance de la face intérieure de celle-ci à l'arbre, devra être constante pour tous les points d'un tronçon de diamètre donné. On pourra, à cet effet, établir un ou plusieurs calibres, dans le genre de celui que représente la figure 293, et appliqués comme le montre cette figure, en tenant nécessairement compte de la saillie à donner à la pièce D, suivant le diamètre de l'arbre, à l'endroit vérifié.



L'axe de la transmission, réglée comme nous venons de le dire, sera alors exactement parallèle au cordon, et rigoureusement horizontal.

Si, après avoir conduit l'opération comme nous venons de le dire, on trouve que les deux extrémités de l'arbre occupent la position voulue, il suffit alors de serrer, en place, les supports de ce dernier ; mais si ce n'est pas le cas, il y aura lieu de rechercher, d'abord, laquelle des deux extrémités doit être déplacée. On fixera alors celle d'entre elles qui se trouve à l'emplacement convenable, et on la prendra comme point de départ pour régler tout le reste de la transmission. On devra alors naturellement retracer, en conséquence, la ligne de repère sur la branche de l'équerre qui vient s'appliquer contre la face AB des consoles en bois, ou même retracer sur celle-ci de nouveaux traits, si l'erreur provient d'un défaut de nivellement.

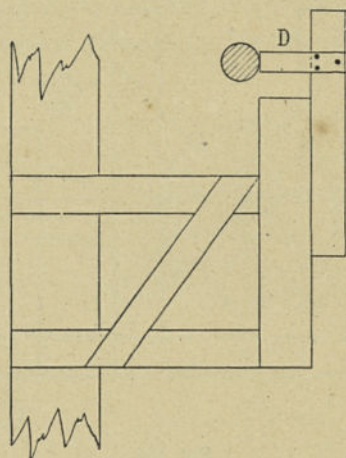


Fig. 293.

Le mode de montage que nous venons de décrire, possède l'avantage d'indiquer exactement la grandeur de l'erreur qu'il faut rattraper, et d'en marquer la direction avant toute mise en place des autres accessoires qui viendront ultérieurement sur le manège. De plus, le monteur ne commence pas la besogne d'un côté, sans savoir, au préalable, dans quel sens pourra se produire l'erreur, sans connaître la valeur de cette erreur, et sans se rendre compte des différents moyens qu'il devra éventuellement employer pendant son travail, pour opérer le rattrapage de la déviation.

La méthode est d'une application générale, quelle que soit la manière dont est composée la transmission ; il suffit de tenir compte, comme nous l'avons dit, des variations de diamètre entre les différents tronçons.

On pourrait également se servir du niveau, pendant la première

partie de l'opération, pour amener l'axe de la transmission dans un plan horizontal.

Si au lieu d'être attachés au mur ou aux colonnes, les paliers de la transmission sont fixés au plafond, le mode d'opération est le même ; il n'y a que la disposition d'attache des supports acces-

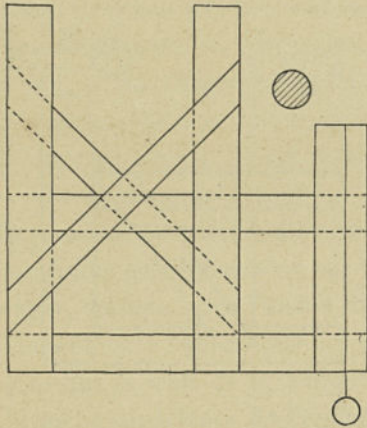


Fig. 294.

soires en bois qui soit à modifier. On pourra alors construire ceux-ci comme le représente la figure 294.

Si ceux-ci doivent être d'une certaine longueur, il y aura lieu de soigner spécialement le mode d'attache, afin que les courants d'air n'aient pas pour effet de déplacer ces accessoires, ou de leur imprimer des vibrations pendant la vérification. Lorsque le manège aura été complètement mis en place, en suivant le pro-

cédé que nous venons d'indiquer, il sera prudent de vérifier encore l'exactitude du montage, au moyen d'un niveau à vases communicants, dans le genre de ceux que nous avons décrits au commencement de cet ouvrage.

*Montage d'une transmission dont l'axe doit être parallèle à celui d'un manège existant.* — C'est le cas qui se présente le plus fréquemment dans la pratique courante. Le point de départ peut être le moteur, d'après lequel on doit régler le manège, ou bien ce dernier détermine l'orientation exacte de la machine qui doit l'activer ; c'est aussi le cas général des transmissions intermédiaires.

On se règle alors d'après l'une des poulies de la transmission existante. Cette poulie doit tourner parfaitement rond quand elle est calée sur son axe, et les deux bords de la jante doivent être bien dressés.

Les axes des arbres devant être parallèles, les plans de rotation des poulies, perpendiculaires à ces derniers, devront également être parallèles.



Supposons, figures 295 et 296, que A et M soient l'arbre moteur et la poulie correspondante, d'après lesquels il faut monter la transmission intermédiaire B sur laquelle se trouve la poulie conduite C. Nous tirerons un cordon, le plus près possible des deux arbres, de façon à ce qu'il représente la corde d'une partie de la circonférence de la face de la poulie M, qu'il devra toucher exactement en deux points *a* et *b*. Nous déplacerons ensuite l'arbre B, sur

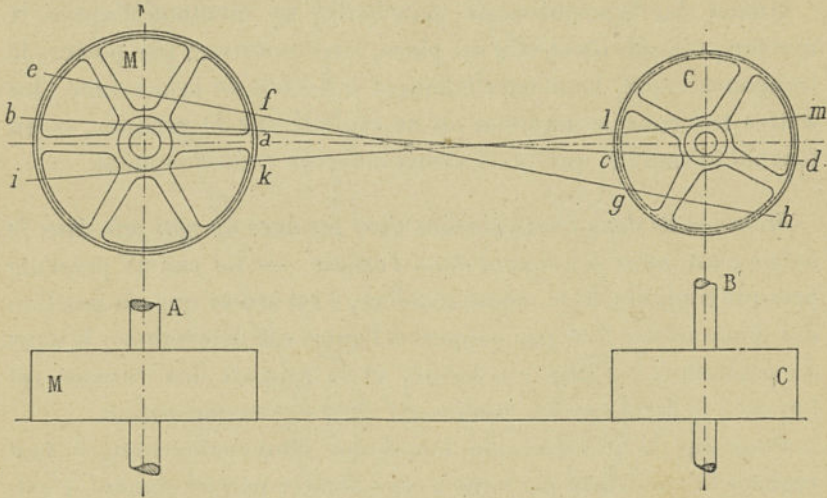


Fig. 295 et 296.

lequel est calée la poulie C, jusqu'à ce que la face de celle-ci vienne toucher exactement le cordeau, sans faire dévier celui-ci, en deux points *c* et *d*. Nous placerons ensuite le cordon dans deux positions différentes de la première, *e f g h* et *i k l m*, et il devra toujours toucher, en deux points, la face latérale correspondante de la jante de chacune des deux poulies.

Si les faces des deux poulies n'étaient pas parfaitement dressées, il suffirait de faire faire un tour à leur arbre respectif, supporté dans ses paliers, et de tracer, à la pointe, sur la surface extérieure de leur jante, une circonférence dont le plan serait naturellement perpendiculaire à l'axe de rotation de l'arbre. On tirerait le cordon parallèlement au plan déterminé par la circonférence tracée sur la poulie M, et on déplacerait l'arbre B, de façon à ce que le plan de la circonférence, tracée de la même manière sur la jante de la poulie C, soit parallèle au cordon. Si les deux arbres sont

horizontaux, on constatera facilement le parallélisme du cordon à la circonférence tracée sur la jante de la poulie, au moyen de deux fils à plomb, tangents à cette circonférence, et dont on relèvera l'écartement par rapport au cordon.

Lorsque l'écartement des axes des arbres est relativement réduit, on peut employer la règle, en remplacement du cordon ; le réglage se fait plus rapidement et est toujours plus exact.

Quand les transmissions principales se montent d'après le moteur préalablement mis en place, on commence par placer, le tronçon attaqué, bien parallèlement à l'arbre de la machine ; les autres tronçons se montent en se réglant sur le premier, et en suivant la marche que nous avons indiquée précédemment.

*Montage de deux transmissions dont les axes ne sont pas dans la même plan, mais se coupent dans l'espace.* — Le cas se présente presque toujours de la même manière, c'est-à-dire que, la position des deux arbres l'un par rapport à l'autre est déterminée, le sens de rotation à réaliser est donné, et le rapport des vitesses est imposé ; le diamètre des poulies est alors également connu.

Pour que la transmission fonctionne convenablement, il faut réaliser la condition que nous avons donnée précédemment, c'est-à-dire que le point où la courroie quitte l'une des poulies, doit se trouver dans le plan de rotation de l'autre poulie. De plus, pour que l'attaque puisse se faire directement, comme la courroie est plus ou moins tordue, la plus courte distance entre les axes des deux poulies doit être au moins égale au diamètre de la plus grande d'entre elles. Autant que possible, et cela afin d'éviter une usure trop rapide de la courroie, la distance entre les axes des deux arbres ne se prendra pas inférieure à :

$$10 \sqrt{l \times D}$$

formule dans laquelle :

$l$  = largeur de la courroie ;

$D$  = diamètre de la grande poulie.

Supposons les deux arbres disposés comme le représentent les figures 297 à 304, et leur rotation devant se faire dans le sens indiqué par les flèches.



Il suffira de déplacer judicieusement les deux poulies, en les faisant glisser sur leur arbre, jusqu'à ce que la tangente à la circonférence tracée sur la poulie M, dans le plan de rotation de

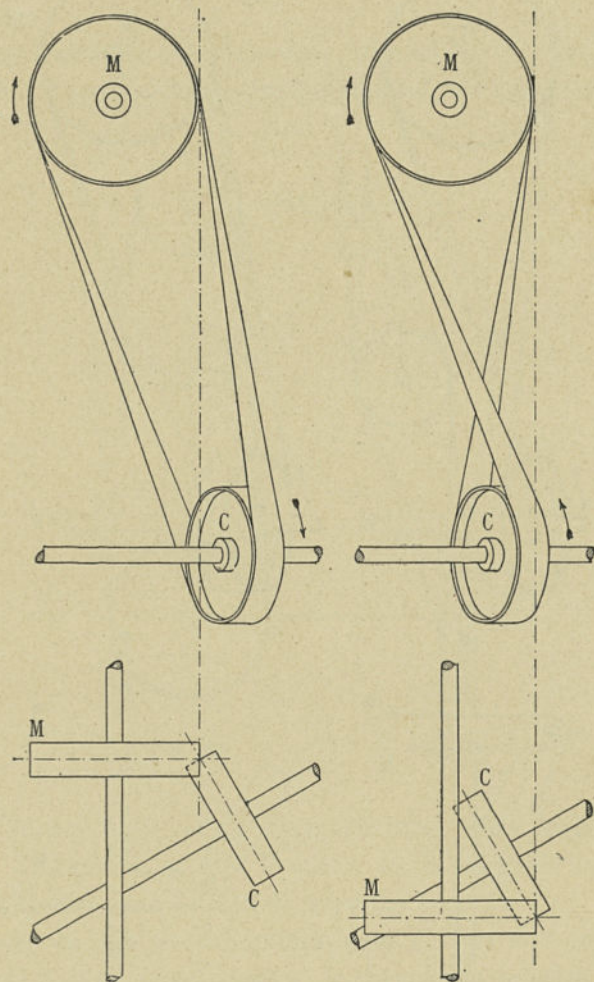


Fig. 297 et 298.

Fig. 299 et 300.

celle-ci, soit également tangente à la circonférence tracée, sur la poulie C, également dans le plan de rotation de cette dernière. La courroie entrera alors et sortira comme le montrent les figures.

Les figures 297 à 304, représentent les différents cas qui

peuvent se rencontrer ; les figures 297 à 300 montrent la manière de donner deux mouvements de rotation en sens contraire, à

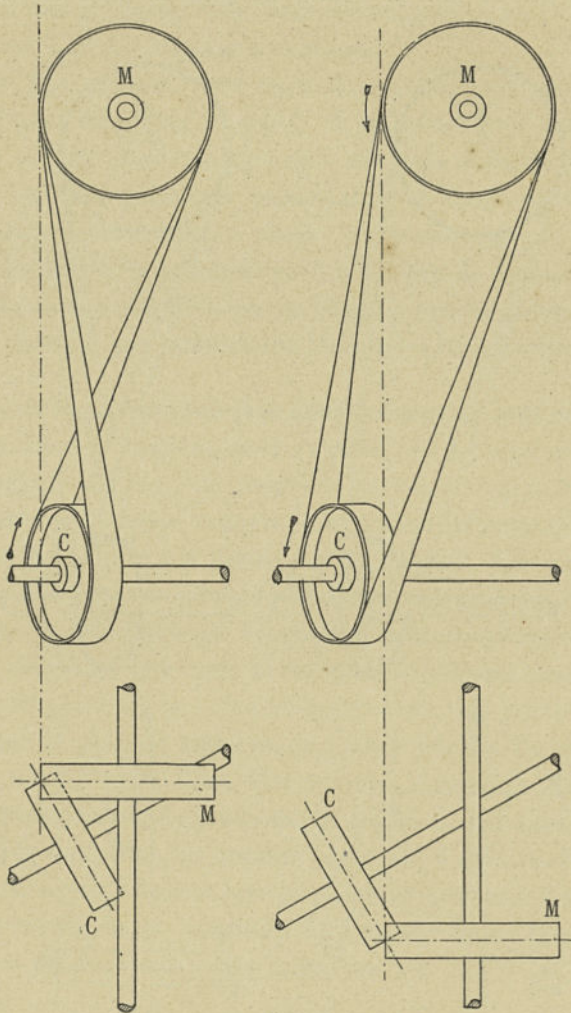


Fig. 301 et 302.

Fig. 303 et 304.

l'arbre [mené, quand la poulie motrice tourne à droite et les figures 301 à 304, représentent les dispositions à adopter lorsque l'arbre de commande tourne à gauche.

*Poulies-guides.* — Les différents cas qui peuvent se présenter



dans l'application des poulies-guides, sont suffisamment développés, dans les ouvrages de construction, pour que nous ne croyions pas devoir nous y arrêter ici ; à l'occasion on pourra toujours recourir à la source de renseignements que nous venons de signaler.

Nous ne traiterons qu'un exemple, pris au hasard, pour montrer la manière d'appliquer le principe général des courroies se con-

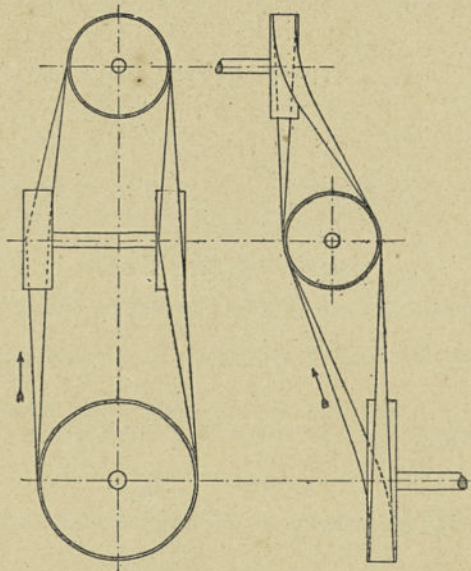


Fig. 305.

Fig. 306.

duisant elles-mêmes, et de disposer entre elles les différentes poulies, de façon à ce que le point où la courroie quitte une poulie se trouve dans le plan de la poulie suivante.

Le diamètre des poulies-guides peut parfois être indifférent ; cependant il peut aussi résulter de la position relative des deux poulies à rendre solidaires.

Les figures 305 et 306 représentent la disposition à adopter pour la commande de deux arbres parallèles, pourvus de poulies correspondantes dont les plans moyens sont à une certaine distance l'un de l'autre. Le diamètre de deux poulies de déviation sera le même, et égal à la distance des plans moyens. Leur axe de

rotation sera orienté perpendiculairement à la direction de la plus courte distance des axes des arbres à rendre solidaires. Les deux poulies de déviation, tournant dans le même sens et avec la même vitesse, pourront toutes deux se caler sur un axe commun.

---



# TABLE DES MATIÈRES

---

PRÉFACE . . . . .	1
INTRODUCTION . . . . .	1

## CHAPITRE PREMIER

### INSTRUMENTS DE MESURE EMPLOYÉS DANS LE MONTAGE

§ 1. <i>Fil à plomb</i> . — Contrepoids. — Vérification de l'exactitude de la position de la pointe. . . . .	3
§ 2. <i>Niveaux</i> . — Niveaux à bulle d'air. — Choix du niveau. — Vérification du niveau. — Niveau à contrepoids. — Niveaux à vases communiquants. . . . .	7

## CHAPITRE II

RAPPEL DE QUELQUES PRINCIPES DE GÉOMÉTRIE ÉLÉMENTAIRE . . . . .	21
---	----

## CHAPITRE III

### MONTAGE DE BÂTIS DES MACHINES FIXES

§ 1. <i>Fondations des machines</i> . — Différents genres de fondations. — Importance des fondations en maçonnerie. — Fondations en briques. — Fondations en pierres de taille. — Fondations en béton. — Isolement des fondations. . . . .	26
§ 2. <i>Attache des bâtis</i> . — Boulons plombés. — Boulons cimentés. — Boulons fixes avec plaque d'ancrage. — Avantages et inconvénients des boulons fixes. — Boulons mobiles avec plaque d'ancrage noyée dans la maçonnerie. — Boulons avec potelles d'accès à la partie inférieure . . . . .	30
§ 3. <i>Mise en place des bâtis, sur leur fondation</i> . — Aménagement du bâti. — Mise de niveau. — Serrage des écrous. . . . .	35

## CHAPITRE IV

### JOINTS

§ 1. <i>Différents genres de joints</i> . — Joint rodé ou broyé. — Joint gratté. — Joints par interposition d'accessoires entre les surfaces en regard, des pièces à assembler. — Joints par remplissage, après mise en place définitive des deux organes, de l'espace restant libre entre les surfaces en regard de ceux-ci. — Joints pour conduites en cuivre ou en fer étiré. . . . .	37
--	----

§ 2. <i>Exemples d'exécution de joints.</i> — Rodage d'un couvercle de cylindre. — Rebroyage d'un robinet. — Grattage d'un couvercle de cylindre. — Joint buriné. — Joint sec démontable. — Bourrages . . . . .	52
§ 3. <i>Montage des conduites.</i> — Exécution des joints. — Robinets et obturateurs. — Inclinaison de la conduite. — Courbes et raccords. — Démontage des conduites. — Prise en charge. — Pliage des tubes. — Appareils de dilatation. — Purgéurs. — Supports des conduites. . . . .	70
§ 4. <i>Outils et accessoires pour l'installation des tuyauteries.</i> — Perçage des murs. — Appareils à découper les disques. — Etaux. — Coupe-tubes. — Appareil à cintrer les tubes. — Fraises pour tubes. — Taraudage et filetage des tubes. — Serre-tubes. . . . .	84

## CHAPITRE V

## MONTAGE DES ORGANES DE MACHINES

§ 1. <i>Montage des coussinets dans leur support et sur leur tourillon.</i> — Remise en état des tourillons et des coussinets. — Portée en plomb. — Montage des coussinets en deux pièces. — Alésage et division des coussinets. — Graissage. — Qualités des lubrifiants. — Revêtement en métal blanc. . . . .	92
§ 2. <i>Catage des manivelles.</i> — Rainures de cales. — Traçage de la rainure sur la manivelle. — Traçage de la rainure de cale sur l'arbre. — Traçage de deux rainures de cales, pour manivelles à angle droit. — Traçage des rainures de cales, pour deux manivelles faisant entre elles un angle quelconque. — Montage des manivelles. — Montage, à la presse, des manivelles avec cales de section circulaire. — Montage de deux manivelles, faisant entre elles un angle quelconque. — Montage des manivelles à chaud. . . . .	120
§ 3. <i>Montage des cylindres.</i> — Montage de deux cylindres accouplés. — Taraudage, à la main, des trous de goujons dans les cylindres. — Réalésage des cylindres sur place . . . . .	431
§ 4. <i>Montage des glissières.</i> . . . .	440

## CHAPITRE VI

RECHERCHE, LOCALISATION ET CORRECTION DES DÉFAUTS DE MONTAGE  
DANS LES MACHINES

§ 1. <i>Différentes causes de troubles dans le fonctionnement des machines.</i> — Ajustage et montage. — Échauffements et chocs. . . . .	451
§ 2. <i>Vérification des axes de la machine, au moyen du cordeau</i> . . . . .	454
§ 3. <i>Vérification des axes de la machine, au moyen de la bielle et de la manivelle.</i> — Défaut de parallélisme de l'arbre et du pivot de crosse, les axes de ces deux organes se trouvant dans un même plan. — Le pivot de crosse occupe la position régulière, mais l'axe de l'arbre n'est pas de niveau. — Défaut de parallélisme, entre le bouton de la manivelle et le pivot de crosse . . . . .	160
§ 4. <i>Vérification des axes de la machine, au moyen du cordeau et de la manivelle.</i> . . . .	481

## CHAPITRE VII

## RÉGLAGE DU MÉCANISME DE DISTRIBUTION . . . . . 484

## CHAPITRE VIII

## TRANSMISSIONS

§ 1. <i>Arbres, supports, accouplements.</i> — Classification des transmissions. — Composition des transmissions principales. — Conditions qu'on doit chercher	
--	--



à réaliser dans l'établissement des transmissions. — Arbres. — Conditions de sollicitation des arbres de transmission. — Dimensions des arbres de transmission. — Écartement des paliers. — Point d'attaque du manège. — Écartement des arbres. — Butées. — Vitesse de rotation des transmissions. — Paliers. — Accouplements . . . . .	200
§ 2. <i>Poulies</i> . — Dimensions des poulies. — Vitesse de rotation des poulies. — Rapport entre les diamètres de deux poulies correspondantes. — Galage des poulies sur leurs arbres. — Poulies folles. — Jante des poulies. — Garniture des poulies. — Montage des poulies sur les arbres. — Épaisseurs et buses. — Équilibrage des poulies. . . . .	213
§ 3. <i>Courroies</i> . — Courroies en cuir. — Extension préalable des courroies. — Forme de la section des courroies. — Côté poils et côté chair. — Jonctions des courroies. — Différents modes d'attache des courroies. — Attaches métalliques. — Mise à longueur des courroies. — Raccourcissement des courroies. — Mise en place des courroies. — Tendeurs. — Déplacement accidentel des courroies pendant la marche. — Déplacement des courroies sur les poulies. — Remontage des courroies sur leur poulie. — Chute des courroies. — Détermination de la section des courroies. — Tension de pose des courroies. — Influence de la position relative des deux poulies, sur les tensions développées dans les brins de la courroie. — Glissement des courroies sur les poulies. — Courroies en coton. — Courroies en caoutchouc. — Graissage des courroies . . . . .	225
§ 4. <i>Montage des transmissions</i> . — Montage d'une transmission de niveau. — Montage d'une transmission, dont l'axe doit être parallèle à celui d'un manège existant. — Montage de deux transmissions dont les axes ne sont pas dans le même plan, mais se coupent dans l'espace. — Poulies guides. . . . .	268