

## LES SCIES 65

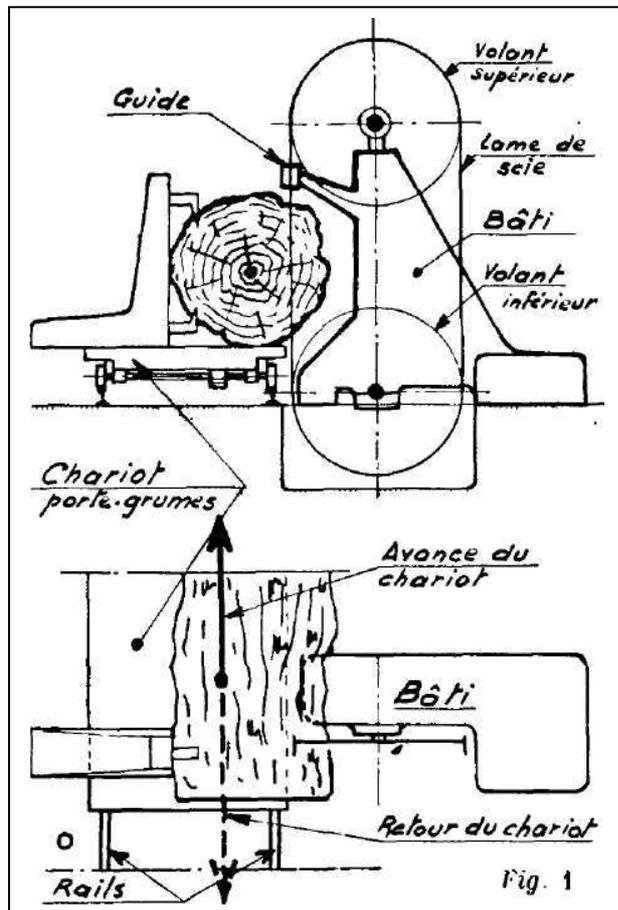
Nous allons aborder maintenant l'étude de l'outillage machine des ateliers de travail du bois. Dans cette partie du cours de technologie, nous traiterons tout particulièrement les types courants de machines de fabrication mais, quand cela sera possible, il vous sera donné quelques indications sur d'autres types conçus pour d'autres usages.

C'est ainsi que les scies, par lesquelles nous allons débiter notre étude, sont non seulement utilisées dans les ateliers de fabrication, mais sont aussi employées au débit des bois; il nous a donc semblé logique de commencer par elles, puisque aussi bien ce sont elles qui œuvrent en premier lieu.

On classe généralement les scies mécaniques en deux catégories : les *scies de premier débit* et les *scies d'atelier*.

### LES SCIES DE PREMIER DEBIT

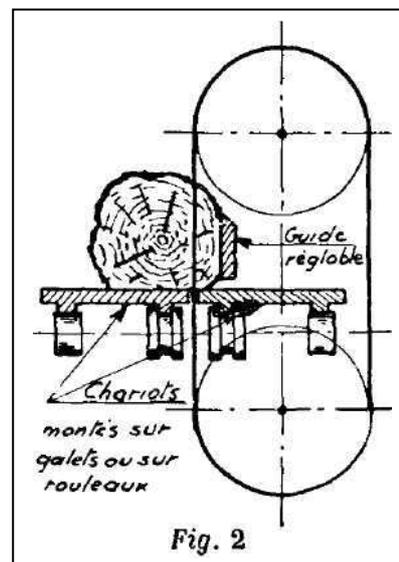
#### SCIES A RUBAN A GRUMES



La *figure 1* vous donne le principe de fonctionnement d'un type pouvant refendre une grume de 2 mètres de diamètre; toutes les commandes sont automatiques, y compris l'avance du chariot portant la grume.

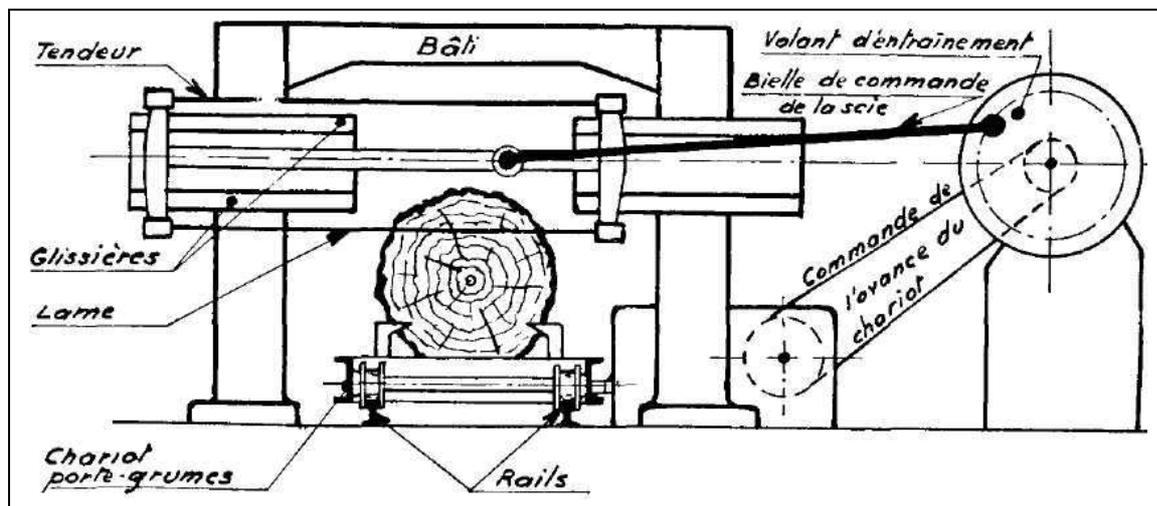
Ces scies existent avec lames verticales ou horizontales.

Sur la *figure 2* est représenté le schéma de principe d'un autre type dit à *chariot libre*, dans lequel l'avance du bois à débiter est obtenue à la main.



#### SCIES ALTERNATIVES

La *figure 3* vous donne le schéma de fonctionnement d'une scie horizontale à une lame, surtout utilisée pour le débit en plateaux épais.



Sachez qu'il existe aussi des scies dites *scies verticales à châssis*, fonctionnant sur le même principe mécanique, mais où le sciage se fait par plusieurs lames (12 et plus) fixées dans un châssis animé d'un mouvement alternatif vertical.

#### SCIES A RUBAN A DEDOUBLER (ou A CYLINDRES).

La figure 4 donne le schéma de telles machines souvent utilisées au débit du madrier de sapin

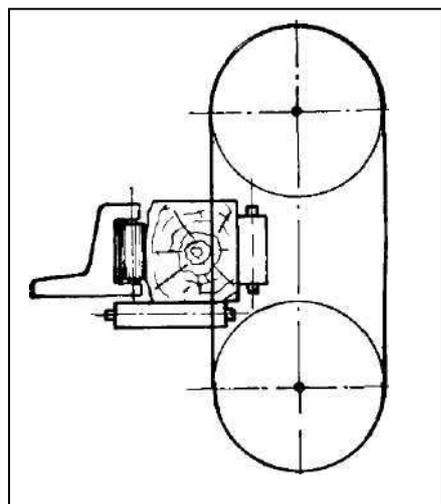


Fig. 4

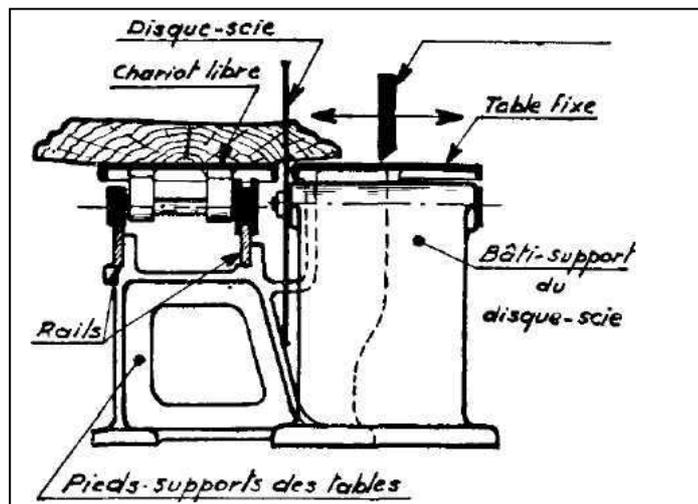


Fig. 5

#### SCIES CIRCULAIRES A CHARIOT

Peu à peu délaissées au bénéfice des scies à ruban, elles sont encore très utilisées dans *ravivage* et le *déplignage* des plateaux.

#### TRONÇONNEUSES

Utilisées pour le débit des grumes en longueur ou pour l'abattage, les tronçonneuses sont de deux types : à *lame* et à *chaîne*.

Les figures 6 et 7 vous donnent une idée de ce que sont ces machines.

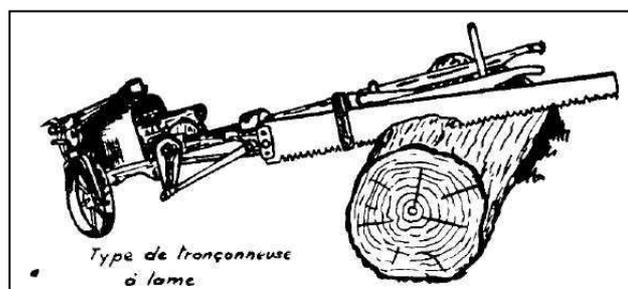


Fig. 6

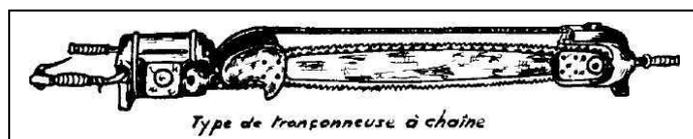


Fig. 7

## TRAVAIL MECANIQUE DES BOIS

### LES SCIES D'ATELIER 66

#### SCIES A RUBAN

Si elle n'est pas la plus simple des machines à travailler le bois, la scie à ruban est bien l'une des plus répandues et celle dont on se sert à tout moment dans un atelier non spécialisé dans une fabrication déterminée.

Sur la *figure 1*, qui vous donne une forme courante de la machine, sont indiqués les noms des différentes parties.

Un bâti à forme rectangulaire arrondie comme celui de la figure, ou en forme de col de cygne pour les machines plus légères, supporte une table généralement inclinable et deux volants de 0,50 à 0,90 m de diamètre.

Le volant inférieur non réglable est entraîné à l'aide d'un système poulie fixe - poulie folle avec levier d'embrayage ou à l'aide d'une commande par courroies trapézoïdales, ou encore, pour des scies de faible puissance, directement par un moteur fixé en bout d'arbre.

Le volant supérieur (*fig. 2*) possède deux réglages, l'un vertical de manière à assurer la tension du ruban, l'autre horizontal de manière à régler sa position sur la jante qui, comme celle du volant inférieur, est recouverte d'un bandage en caoutchouc ou d'une bande de liège.

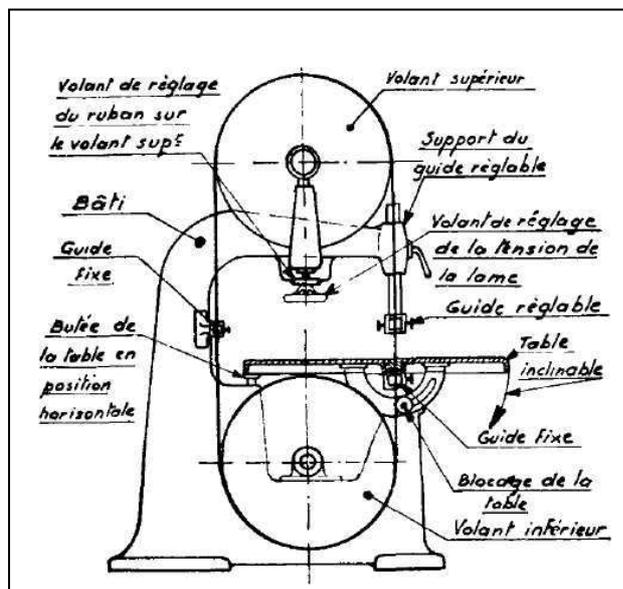


Fig. 1

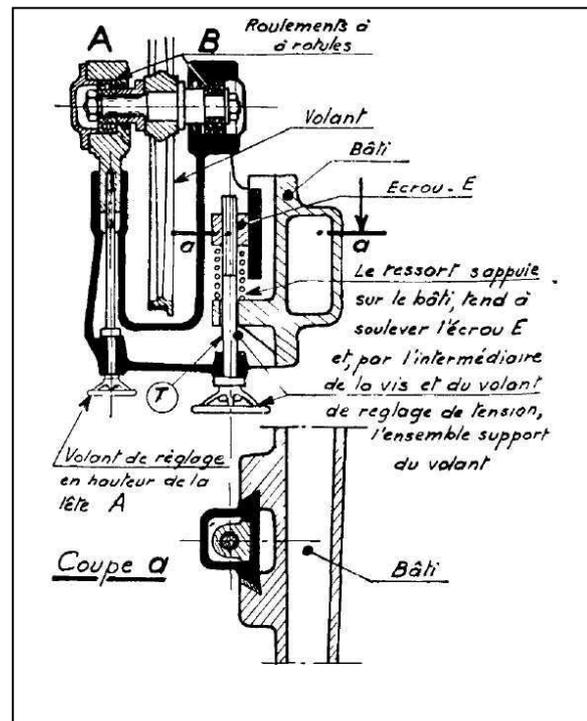


Fig. 2

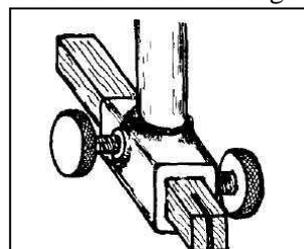
Les scies à ruban se font généralement avec le bâti à gauche, c'est-à-dire que l'opérateur devant sa machine voit le bras du bâti à sa gauche; mais il existe aussi des bâtis à droite et il est bon de connaître ce détail qui offre des facilités lors de l'étude de l'installation d'un atelier.

La vitesse de rotation d'une scie à ruban devrait, pour un diamètre de volant donné, varier avec l'essence du bois à scier; pratiquement, dans un atelier de moyenne importance, la scie sert à tout et la vitesse du ruban varie entre 10 et 25 mètres par seconde, ce qui donne environ 550 tours par minute pour un volant de 800 millimètres.

## Les guides

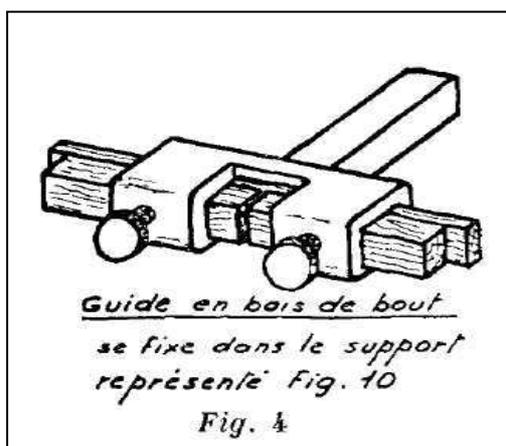
Sur les scies à ruban d'atelier, on distingue deux sortes de guides ceux destinés à guider la lame et ceux avec lesquels on guide le bois.

En ce qui concerne les premiers, nous avons vu (fig. 1) que le ruban passait dans trois guides différents, l'un à gauche (pour un bâti à gauche) empêchant le flottement entre les deux volants, un autre sous la table et, enfin, un troisième réglable en hauteur au-dessus de la table. De ces trois guides, le dernier est le plus important et l'on a cherché bien des solutions pour remplacer le simple morceau de bois représenté sur la figure 3, sans que l'on soit parvenu à un système parfait. La figure 4 représente le système de guidage dit en *bois de bout* qui est une amélioration du principe précédent et la figure 5 représente le guide dit à *rouleaux*



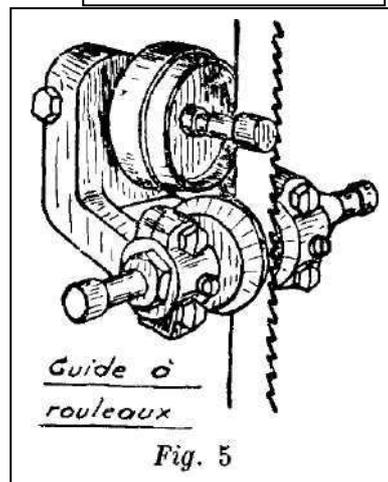
Guide ordinaire.  
Les vis de blocage,  
décalées l'une par rap-  
port à l'autre, permetten  
le réglage latéral de la  
fente.

Fig. 3



Guide en bois de bout  
se fixe dans le support  
représenté Fig. 10

Fig. 4



Guide à  
rouleaux

Fig. 5

Pour ce qui est des guides assurant la conduite du bois, les figures 6 et 7 donnent deux types réglables qui se fixent sur la table de la machine; mais vous devez déjà savoir qu'on se servira aussi d'une chute quelconque pour guider les pièces de bois dans les différents cas indiqués sur la figure 8.

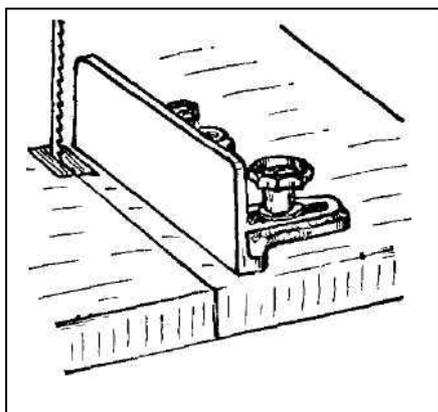


Fig. 6

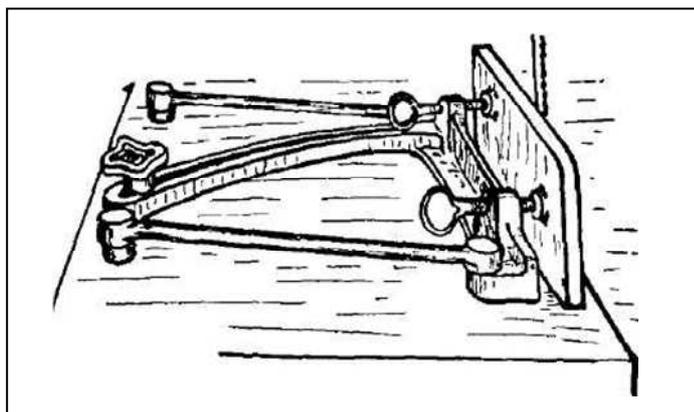


Fig. 7

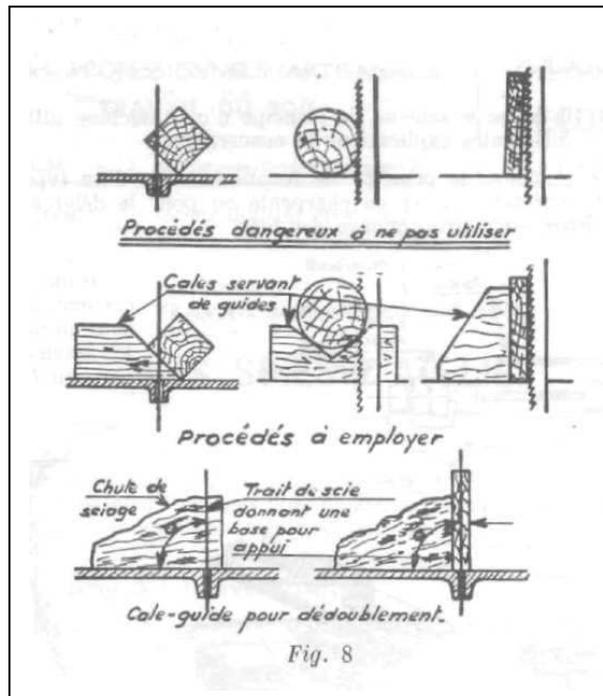


Fig. 8

### Les lames

Les lames employées pour les sciages courants d'atelier sont déterminées par leur largeur : on emploiera des lames de 5 à 15 millimètres pour chantourner et des lames plus larges pouvant aller jusqu'à 30 et 35 millimètres pour les débits d'atelier. La forme de la denture est celle représentée sur la figure 9.

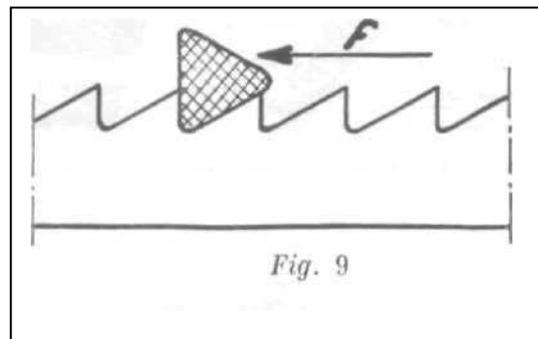


Fig. 9

L'affûtage se fait à la main ou à l'aide d'une petite machine alternative, mais toujours en progressant dans le sens  $f$ . La lame est obtenue à l'aide d'un ruban dont on brase en sifflet les deux extrémités.

Dans les agglomérations importantes, des spécialistes se chargent du brasage et de l'affûtage, mais l'artisan rural fait souvent toutes ces opérations lui-même; nous n'insisterons pas plus sur ces questions; reprenez toutefois qu'une bonne brasure de lame se fait à l'argent.

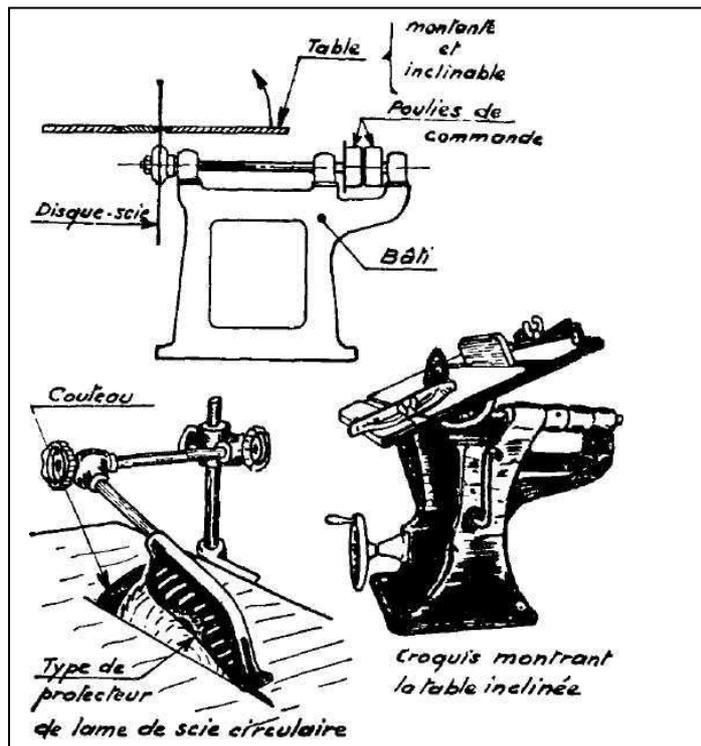
### Protection

Autrefois, l'artisan menuisier avait recours à des astuces savantes pour établir la protection de sa machine; la commande était enfermée dans un ensemble formant caisse, les volants recevaient un écran protecteur et la lame dans sa partie droite était elle-même cachée à l'aide de volets. La plupart des dispositifs de protection font maintenant, corps avec la machine; vous n'aurez peut-être jamais à construire un de ces montages d'antan; mais nous vous rappelons cependant qu'il ne faut pas négliger, s'il y a lieu, cette prévention contre les accidents.

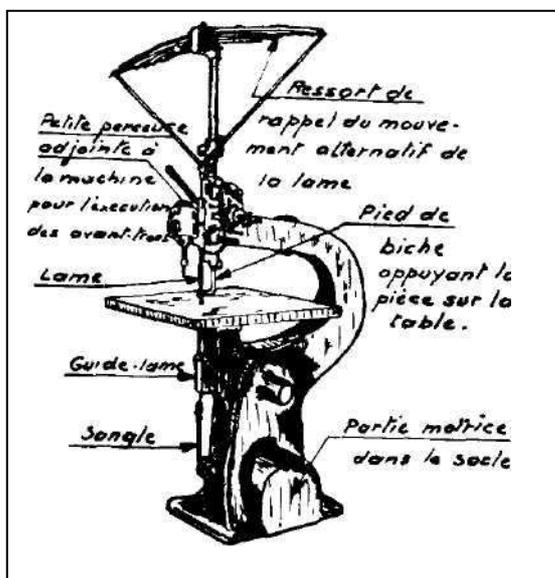
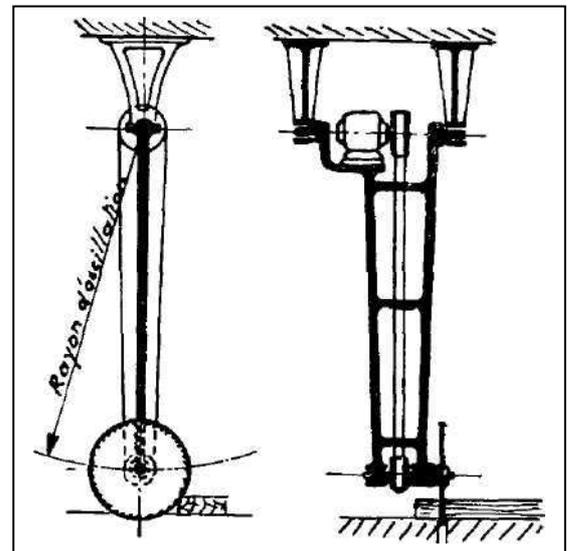
### SCIES CIRCULAIRES

La figure 10 donne le schéma de principe d'une machine utilisée couramment et les différentes explications la concernant.

La figure 11 donne le principe de fonctionnement d'un type de scie circulaire, dit oscillante, utilisé en charpente ou pour le débit et dont la fonction principale est le tronçonnage des bois.



D'une façon générale, disons que toutes ces machines sont dangereuses et notez que leur protection est obligatoire depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1949 (décret du 31 mars 1948 paru au J.O. du 3 avril 1948).



### SCIES ALTERNATIVES

Enfin, avant de terminer sur les scies, citons ces machines à découper, dites sauteuses {fig. 12} dont l'utilisation n'est pas particulièrement importante en menuiserie courante, mais dont on se sert pour les découpages intérieurs.

## TRAVAIL MECANIQUE DES BOIS

# LE CORROYAGE

## LES DEGAUCHISSEUSES

### PRINCIPE

La *figure 1* met en relief le principe de fonctionnement d'une dégauchisseuse : deux demi table, décalées en hauteur d'une différence de niveau, entre lesquelles tourne un porte-outil dont les lames viennent affleurer le dessus de la demi table supérieure ou de sortie.

Le bois à dresser, d'abord appuyé sur la demi table d'entrée, après avoir été dressé par des lames, prend appui sur la demi table de sortie. En fin de course, l'appui sur la table de sortie est total.

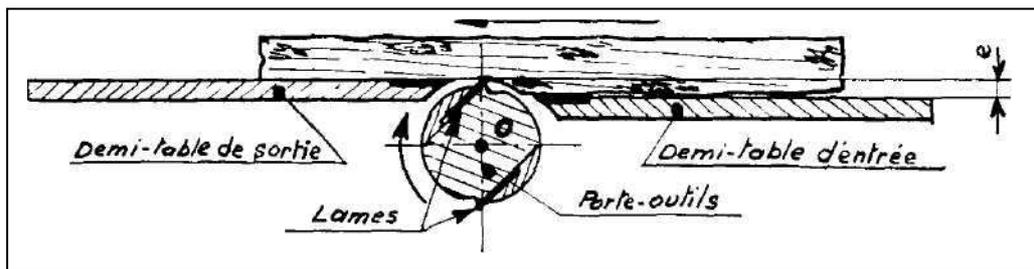


FIG. 1

### L'OUTIL

Comme le montre schématiquement la *figure 1*, l'outil, animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe 0, est formé de plusieurs lames maintenues "sur un porte-outil. Les lames en acier fondu trempé ou en aciers spéciaux, ont 2,5 ou 3,5 mm d'épaisseur sur 25, 30 ou 35 mm de largeur suivant le type de machines. Sur 1rs machines courantes, le porte-outil (dont un type très utilisé est représenté en section sur la *figure 2*) porte deux lames.

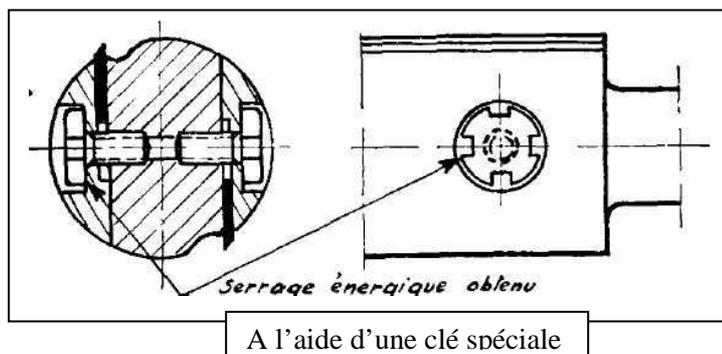


FIG.2

Autrefois, le porte-outil était à section carrée et l'on risquait la perte des doigts si, par un geste malheureux, la main glissait vers l'outil ; actuellement, avec les porte-outil à section circulaire, rendus obligatoires, vous concevez que les accidents, quand ils se produisent, soient moins graves.

Les lames demandent à être équilibrées pour ne pas créer du balourd sur la partie tournante ; aussi est-il recommandé de les utiliser par paires et de vérifier leur poids lors de l'affûtage qui s'opère sur machine spéciale à l'aide d'une meule émeri. L'angle d'affûtage doit être d'environ 30 à 35° ;

Il y aurait d'ailleurs intérêt à faire varier cet angle et aussi à faire varier l'angle d'inclinaison de la lame sur le porte-outil suivant la dureté des bois; notez à ce sujet que la maison PANHARD a réalisé, pour le corroyage des bois coloniaux, un porte-outil à angle d'attaque variable.

Le réglage des lames sur le porte-outil est une opération qui demande soin et attention II convient de laisser une saillie de la lame sur le contre-fer de 0,8 à 1,2 mm et de régler parfaitement l'arête tranchante par rapport à l'axe de rotation.

On peut opérer :

— soit par rapport aux tables.

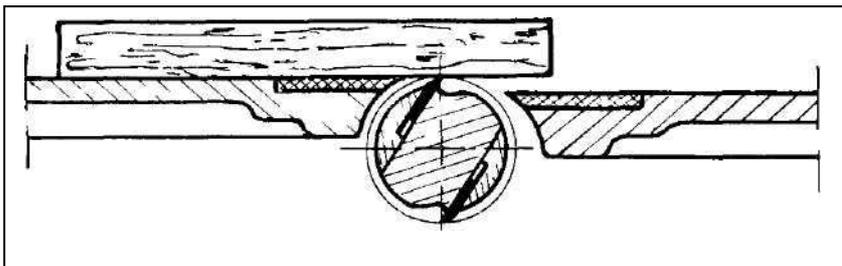


FIG. 3

La figure 3 montre le principe du procédé : les lames sont réglées par rapport à la table de sortie, par tâtonnement et à l'aide d'une règle. Il existe aussi un appareil de réglage qui permet la mise en place des lames par rapport à la table d'entrée.

soit par rapport au porte-outil

La lame est réglée à l'aide d'appareils dont l'un d'eux est représenté sur la figure 4 et qui s'appuient sur le corps du porte-outil.

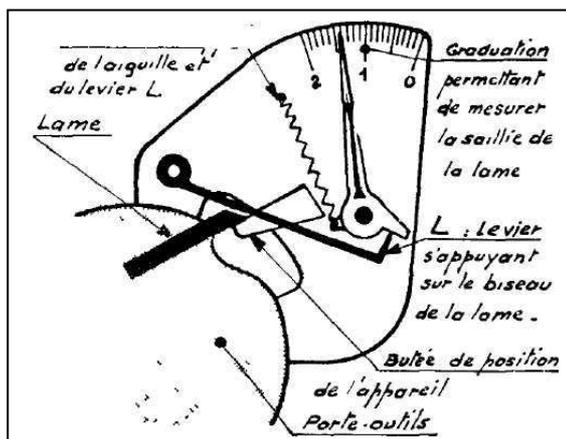
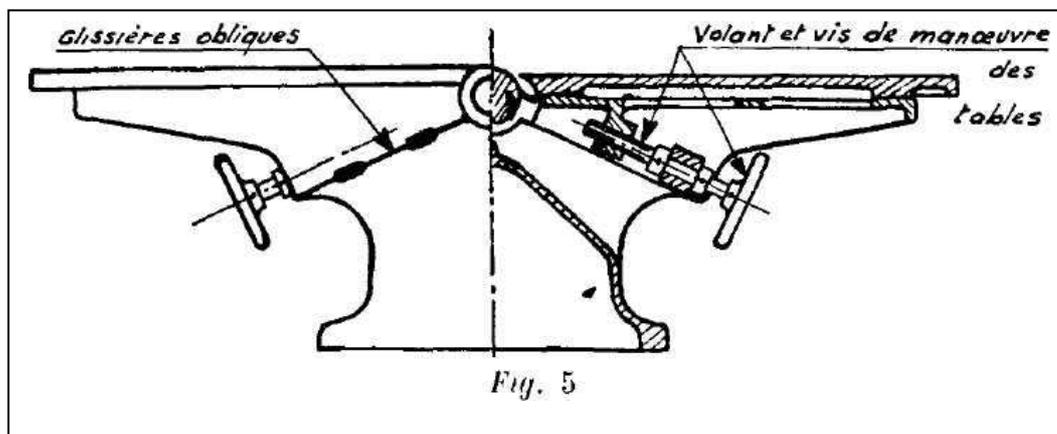


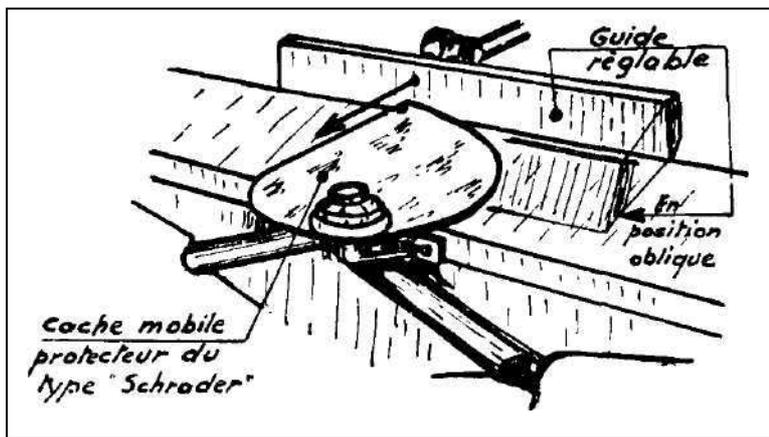
FIG 4

## LA MACHINE

La construction est très simple. Un bâti (fig. 5) qui assure la position du porte-outil possède deux glissières obliques.



Sur ces glissières se règlent les deux demi tables, à l'aide d'un système vis et écrou. Ajoutons à l'ensemble un guide réglable permettant le dressage d'équerre des champs ou la mise à une pente donnée et un système de cache mobile assurant la protection de l'outil (fig. 6) et nous avons là une dégauchisseuse d'atelier.



Notez maintenant que les constructeurs ont essayé divers systèmes d'entraînement automatique des bois sur la machine, mais il semble que, dans le cas particulier de la dégauchisseuse, la main de l'homme soit difficile à remplacer. Il est néanmoins nécessaire, dans certains cas, et notamment dans le travail des bois minces, d'interposer entre cette main et les bois à dégauchir un *poussoir* tel que celui représenté sur la *figure 7* pour faciliter le maintien de la pièce et éviter les accidents.

### CARACTERISTIQUES

Une dégauchisseuse se caractérise par le diamètre de son porte-outil (80 à 140 millimètres), sa vitesse (4 000 à 7 000 tours /minute), la largeur de bois que l'on peut dégauchir (250 à 600 millimètres), la longueur des tables (1,60 à 3 mètres) et la puissance exigée pouvant aller jusqu'à 5 chevaux-vapeur pour les machines très fortes.

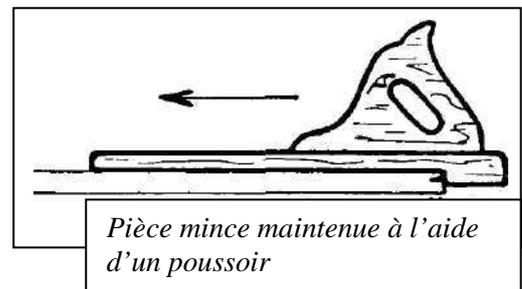


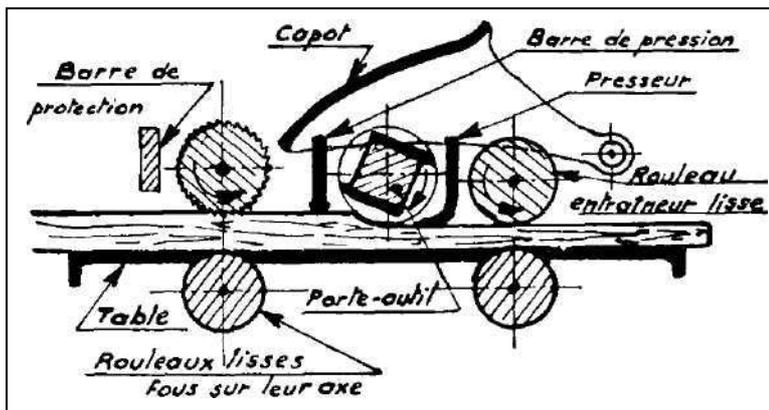
FIG. 7

La dégauchisseuse, comme la raboteuse et les scies, est considérée comme machine dangereuse dont la protection est obligatoire. La protection de l'outil est le plus souvent assurée sur les machines récentes par un dispositif automatique "à point", qui permet de travailler les bois en sécurité, aussi bien à plat qu'à champ.

## LE CORROYAGE (suite) LES RABOTEUSES

### PRINCIPE

La *figure 1* vous donne le principe de fonctionnement de ces machines. Comparez-la à la *figure i* de la leçon précédente sur les dégauchisseuses. Vous retrouverez un porte-outil très semblable à celui des dégauchisseuses, placé cette fois au-dessus d'une table, réglable elle aussi en hauteur, mais constituée par un seul plateau. Contrairement à ce qui est prévu sur la dégauchisseuse, l'aménage des bois se fait ici automatiquement à l'aide d'un rouleau cannelé.



### L'OUTIL

L'outil est toujours constitué par des lames mais, d'une façon générale, plus épaisses que celles des dégauchisseuses et fixées sur un arbre carré pour outil de coupe ; cette *mise* est soudée sur une plaque d'acier ordinaire qui forme le corps de la lame.

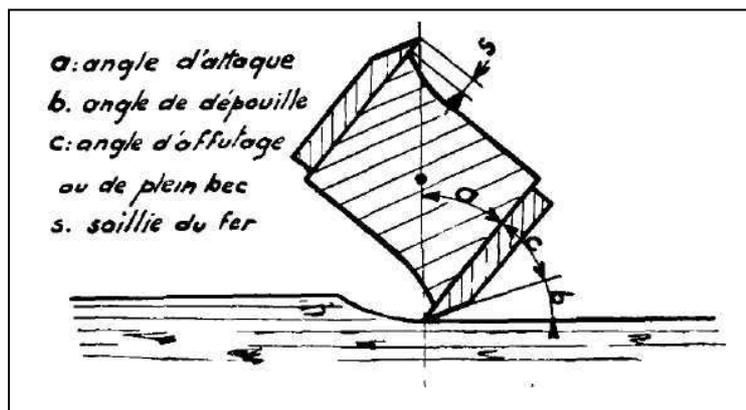


FIG. 2

Actuellement, on assiste à une évolution dans la construction des machines à bois et certaines raboteuses admettent les lames des dégauchisseuses. Dans les machines lourdes, quatre lames sont fixées sur le porte-outil.

L'affûtage s'exécute de la même façon : pour lames minces et pour lames épaisses, l'angle d'affûtage (ou *angle de plein bec*) reste aux environs de 30 à 35°. Mais précisons que c'est surtout l'angle *a*, dit *angle d'attaque*, qu'il conviendrait de choisir judicieusement pour obtenir un beau corroyage en donnant à l'affûtage la forme indiquée sur la *figure 3* et en ayant soin d'éviter la formation d'un interstice offrant une possibilité de bourrage.

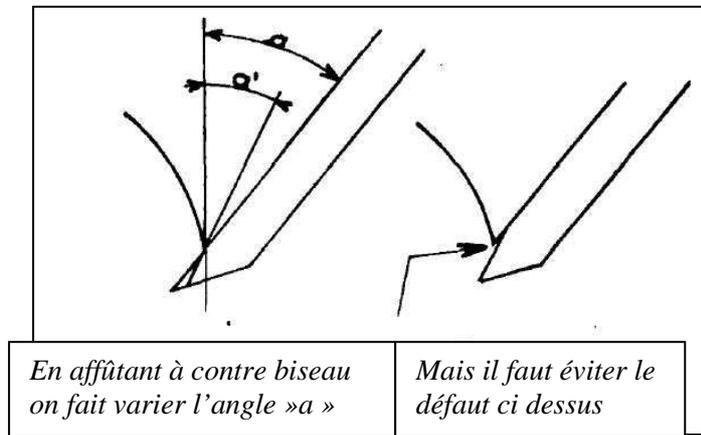


FIG. 3

Les valeurs recommandées pour l'angle d'attaque  $a$  sont les suivantes :

- Hêtre, frêne, chêne : 30 à 35°
- Sapin et peuplier : 35 à 38°
- Bois tendres : jusqu'à 40°

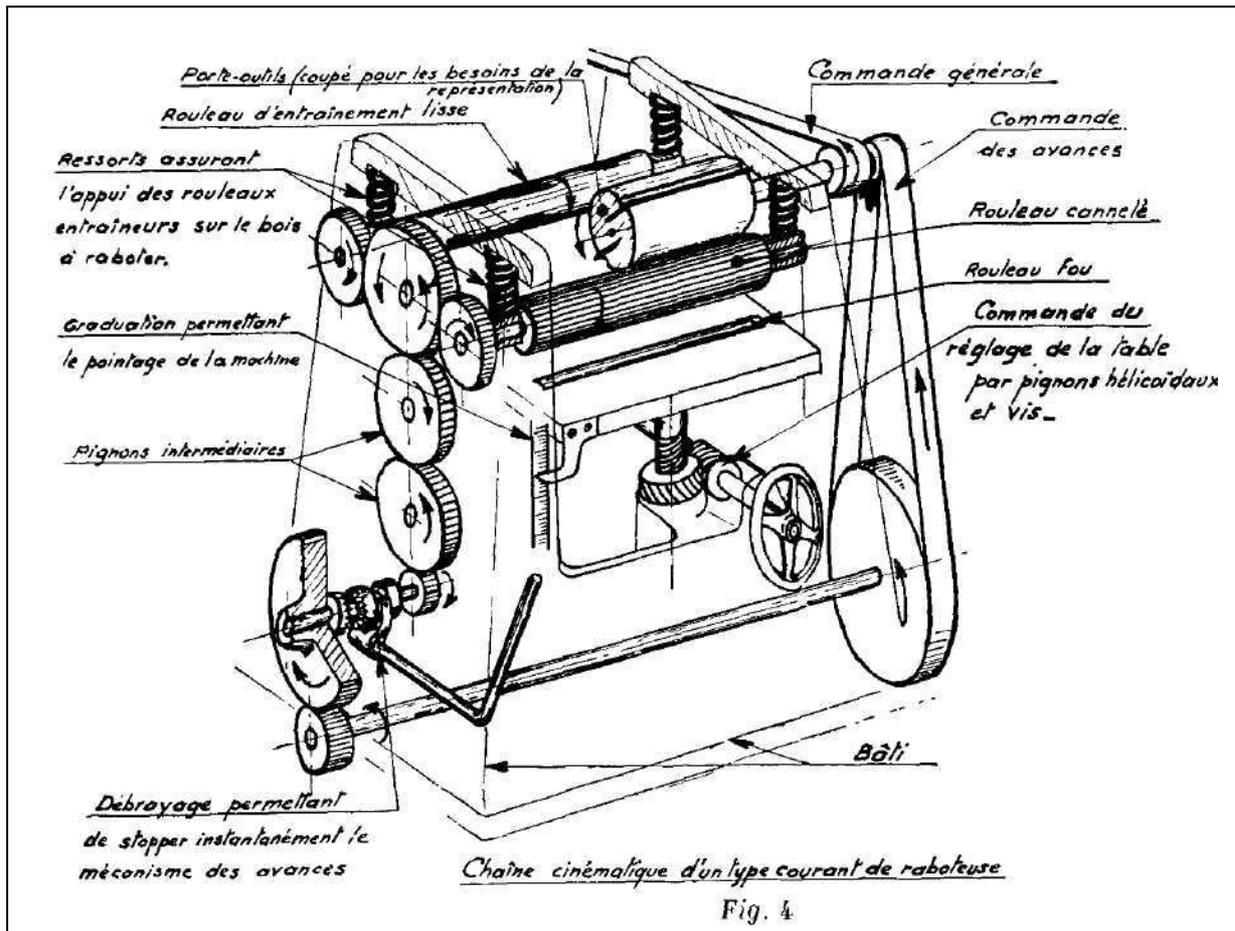
Le réglage des lames s'opère suivant des principes semblables à ceux donnés pour la dégauchisseuse ; notons toutefois qu'il y a lieu pour la raboteuse de tenir compte de la cote de la cale dont on se sert pour le réglage afin que le pointage de la machine puisse se faire avec exactitude. Si, par exemple, on règle les lames à l'aide d'une cale de 60 millimètres, il est nécessaire que l'index indiquant le pointage soit exactement en face de la division 60 de la graduation portée par le bâti. On néglige souvent cette question lors du remontage des lames et un mauvais réglage est une source d'erreur.

## LA MACHINE

La structure d'une raboteuse est sensiblement plus compliquée que celle d'une dégauchisseuse. La *figure 4* vous donne un ensemble du mécanisme. Nous retrouvons un bâti supportant l'arbre porte-outil, une table dont il faut assurer le mouvement vertical et le blocage en position de travail, des rouleaux entraîneurs dont le mouvement de rotation détermine l'avance des bois et, suivant les types de machines, des rouleaux solidaires de la table qui ne sont pas entraînés mécaniquement, mais dont la présence a pour objet de diminuer le frottement du bois sur la table ; enfin, un système de protection souvent combiné avec un ensemble permettant le maintien du bois près du porte-outil et l'évacuation des copeaux (*fig. 1*).

Telle est, en quelques lignes, la description d'une raboteuse. Cependant, il faut aussi que vous sachiez :

- que très souvent les copeaux sont aspirés à la sortie du système protecteur déversoir et envoyés à l'aide de tuyauterie en tôle vers un déversoir central où sont dirigés les copeaux de l'atelier,
- que les rouleaux d'entraînement de certaines machines sont segmentés, ce qui permet de raboter simultanément des bois d'épaisseur de débit variable sans risquer d'accident. Ces machines sont dites à *aménagement divisé*.
- que la leçon traite de la raboteuse courante d'atelier, mais qu'il existe de nombreux types de machines à raboter, telles les machines à raboter deux faces, qui possèdent deux porte-outil horizontaux,
- enfin, qu'une raboteuse ne dégauchit pas le bois ; *elle ne fait que tirer d'épaisseur ou de largeur*.



## CARACTERISTIQUES

Une raboteuse ordinaire se caractérise par la largeur des bois que l'on peut raboter (de 350 millimètres à 1 mètre), par l'épaisseur maximum permise (150 à 235 millimètres), par la vitesse de rotation du porte-outil (4 000 à 6000 tours/minute) et par la puissance exigée par la machine, qui est par exemple de 12 CV pour une machine de largeur maximum 700 millimètres - 6 000 tours/minute - 4 lames - diamètre 120 millimètres, avec une avance maximum de 30 mètres/minute.

La raboteuse de modèle récent ne présente pas de danger particulier puisque la protection des transmissions et de l'outil, celle du rejet du bois, est réalisée de construction.

Il faut toutefois faire très attention lorsqu'il n'existe pas sur la machine d'aspiration de copeaux : sur la plupart des modèles, l'outil se trouve alors accessible " par l'arrière " et des accidents graves ont pu aussi se produire par la présence d'un compagnon à l'arrière de la machine (pour recevoir, entre autres, des pièces rabotées). Il faut, dans ce cas particulier, prolonger la face supérieure du capot vers l'arrière.

## LE MORTAISAGE MECANIQUE

Dans cette leçon, ainsi que dans la leçon sur le tenonnage, nous ne pouvons pas aborder directement le principe de fonctionnement des machines comme nous l'avons fait pour le corroyage. En effet, la forme et le travail des outils varient avec le type de construction et il sera nécessaire d'établir une première classification, basée sur les procédés utilisés, avant de traiter des outils et des machines.

### LE TRAVAIL DES OUTILS

Nous retiendrons deux procédés de base :

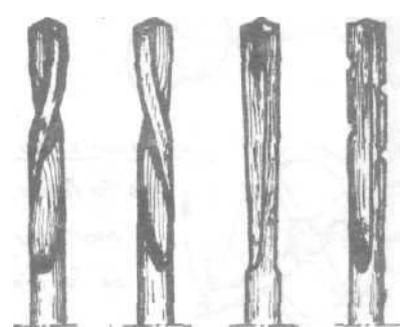
- a) la mortaise est défoncée à l'aide d'une *mèche*,
- b) la mortaise est creusée à l'aide d'une *chaîne coupante*.

Nous avons déjà eu l'occasion de vous parler de ces deux procédés dans le cours de dessin où nous avons comparé les résultats obtenus.

Il existe bien encore en service des machines dites *alternatives*, reproduisant mécaniquement le mouvement de l'ouvrier travaillant à la main et d'autres dans lesquelles défonçage et équarrissage se font simultanément; mais les premières semblent en voie de disparition et les secondes, sur lesquelles nous ne dirons que quelques mots en fin de leçon, ne sont guère utilisées que par les menuisiers en sièges et en voitures.

### MACHINES A MORTAISER A MECHE L'outil

La *figure 1* représente toute une gamme de mèches utilisées sur mortaiseuses; en voici les noms, suivis de quelques explications :



I.— *Mèche à simple cuiller* ; faible rendement, mal équilibrée, de moins en moins utilisée.

II. *Mèche à cuiller double* ; mieux équilibrée que la précédente, mais d'un rendement faible causé par un mauvais dégagement des copeaux.

III et IV. — *Mèches hélicoïdales* : les plus utilisées actuellement, dégagement rationnel des copeaux, pointage facile de la machine.

V *Mèche demi hélicoïdale* : à peu <sup>s</sup> équivalente aux précédentes, avec un meilleur rendement dans les bois tendres

VI. — *Mèche fraise*: ne nécessite pas, comme les autres mèches, une suite de trous de défonçage avant le dressage des joues de la mortaise; travaille par passes successives en *fraisant* le bois et donne de très bons résultats.

Remarquez que le défonçage par mèche n'implique pas un sens de rotation déterminé ; aussi, suivant le type de la machine et en regardant *en bout*, l'outil en place de travail, la rotation peut être :

— dans le sens des aiguilles d'une montre (*fig. 1-IV*); on dit que le sens de rotation est à *gauche*;

— dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (*fig. 1-III*); on dit que le sens de rotation est à *droite*.

Si le défonçage peut indifféremment se faire à droite ou à gauche, il est par contre *nécessaire* que l'outil soit choisi pour travailler dans l'un ou l'autre sens. Vous trouverez donc des mèches dites à *droite* et d'autres dites à *gauche*.

En ce qui concerne les mèches hélicoïdales, notez ceci : en plaçant l'outil devant vous et en position verticale, si les cannelures montent vers la droite, vous avez une mèche à *droite* et, réciproquement, si les cannelures montent vers la gauche, vous avez une mèche à *gauche*.

Non seulement le sens de rotation diffère suivant le type de machine, mais aussi la fixation de l'outil; si bien que vous trouverez des mèches à queue droite, à queue conique et à culot. Le meilleur serrage est obtenu, pour les mèches à queue droite, à l'aide de mandrins à manchons coniques fendus (fig. 2<sup>1</sup>); mais vous verrez souvent serrer ces mêmes mèches à l'aide de mandrins à deux mors, en particulier lorsqu'il s'agit de diamètres courants de 5 à 10 millimètres.

## La machine

La figure 2 représente, schématisé, le type le plus simple de mortaiseuse à mèche. Différentes coupes ont été faites pour montrer le principe des différents mécanismes de commande.

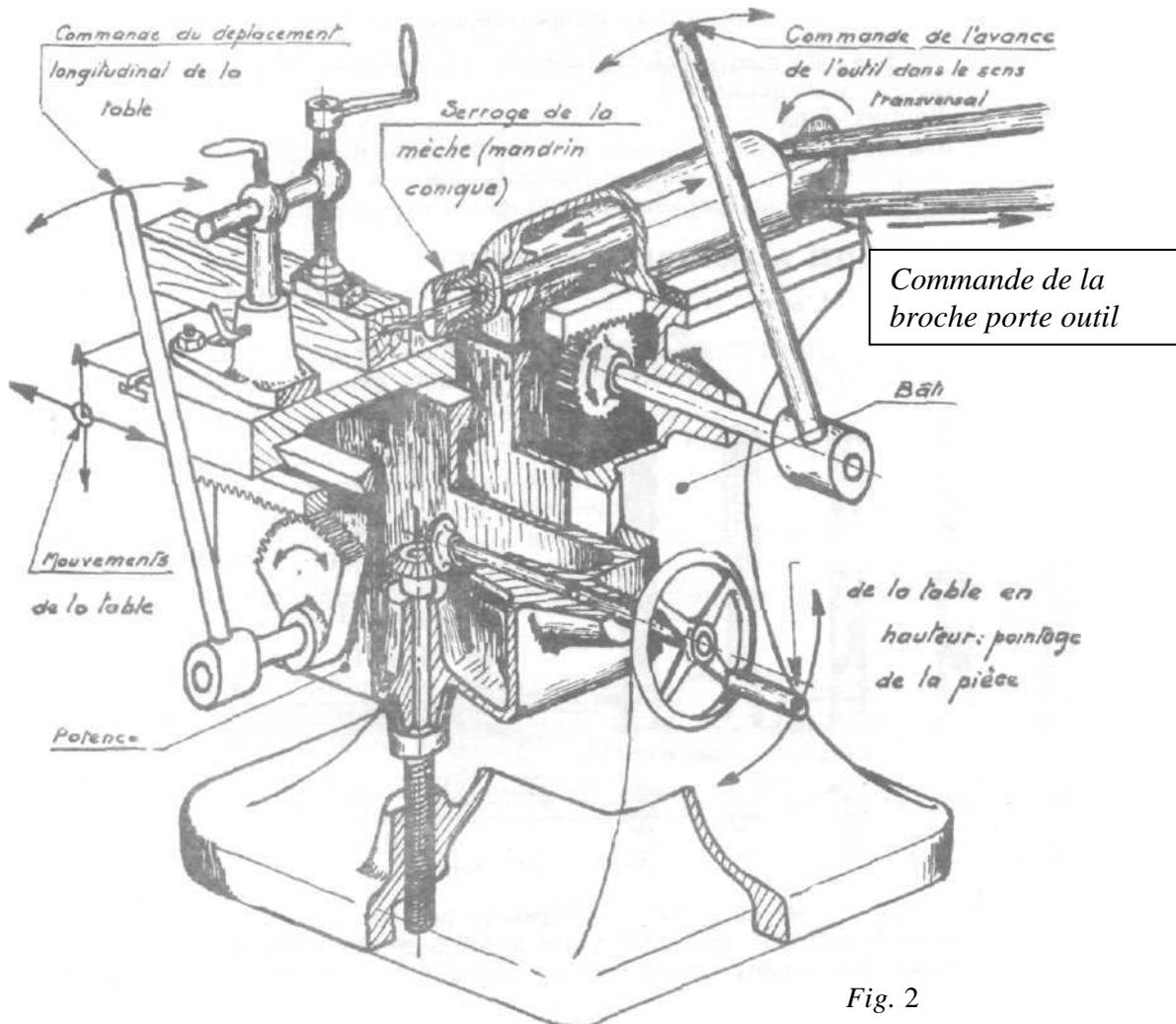


Fig. 2

Observez :

— que l'outil est animé d'un mouvement de rotation (4 000 à 6 000 t/mn) et d'un mouvement de translation (avance et recul) commandé par l'opérateur;

— que la pièce est fixée sur une table à l'aide d'un valet à vis et que cette table, glissant sur la potence, commandée par l'opérateur à l'aide d'un système secteur denté et crémaillère, se déplace perpendiculairement à l'axe de l'outil. L'amplitude de ce mouvement pourra être limitée à l'aide de butées réglables.

Comprenez bien que ce type de machine n'est pas unique et n'est pas non plus la dernière production des constructeurs de machines à bois. C'est, au contraire, le type le plus simple sur lequel, maintenant, nous allons imaginer des perfectionnements

Certaines machines possèdent un coulisseau supplémentaire glissant parallèlement à la tête de l'outil; la machine et à l'extrémité duquel se monte un bédane double (fig. 3) qui permet d'équarrir les extrémités des mortaises. D'autres machines destinées à l'exécution de travaux de série importants sont équipées de plusieurs têtes et permettent l'exécution de plusieurs mortaises simultanément. D'autres machines, appelées *piqueuses*\* s'apparentant aux mortaiseuses à mèches, sont conçues pour l'exécution des mortaises des montants des volets à persiennes montés à l'américaine. Notez à ce sujet que la maison Juillet construit un appareil qui se fixe sur une mortaiseuse ordinaire et lui permet de remplacer une piqueuse lorsqu'il s'agit de fabrications en très petites séries.

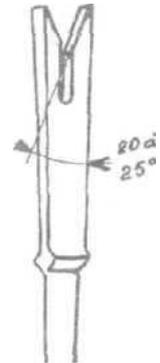


Fig. 3

D'autres mortaiseuses, conçues spécialement pour le charonnage, permettent l'exécution de mortaises à des distances de 200 à 300 millimètres au-dessus de la table, ce qui permet de mortaiser des moyeux d'environ 450 millimètres de diamètre. Sur ces machines se monte un appareil qui serre le moyeu entre points et qui permet, à l'aide de plateaux crénelés ou percés, de faire une répartition très exacte des mortaises. De plus, il est possible d'incliner légèrement l'axe du moyeu pour l'exécution des mortaises pour l'exécution des mortaises pour rais obliques.

## MACHINES A MORTAISER A

### CHAINE

#### L'outil

C'est une chaîne dont les maillons portent des dents coupantes. La figure A donne la forme des maillons, leur montage, le principe d'entraînement, de guidage et de travail de la chaîne. La largeur de la mortaise est déterminée par l'épaisseur de l'outil : il est donc nécessaire d'avoir un jeu de chaînes comme l'on a un jeu de bédanes. En ce qui concerne la longueur de la mortaise, on est tenu par un minimum déterminé par le guide; ainsi, dans la série dite *normale* des chaînes à mortaiser dont le pas est 22,6 mm, on ne pourra, pour

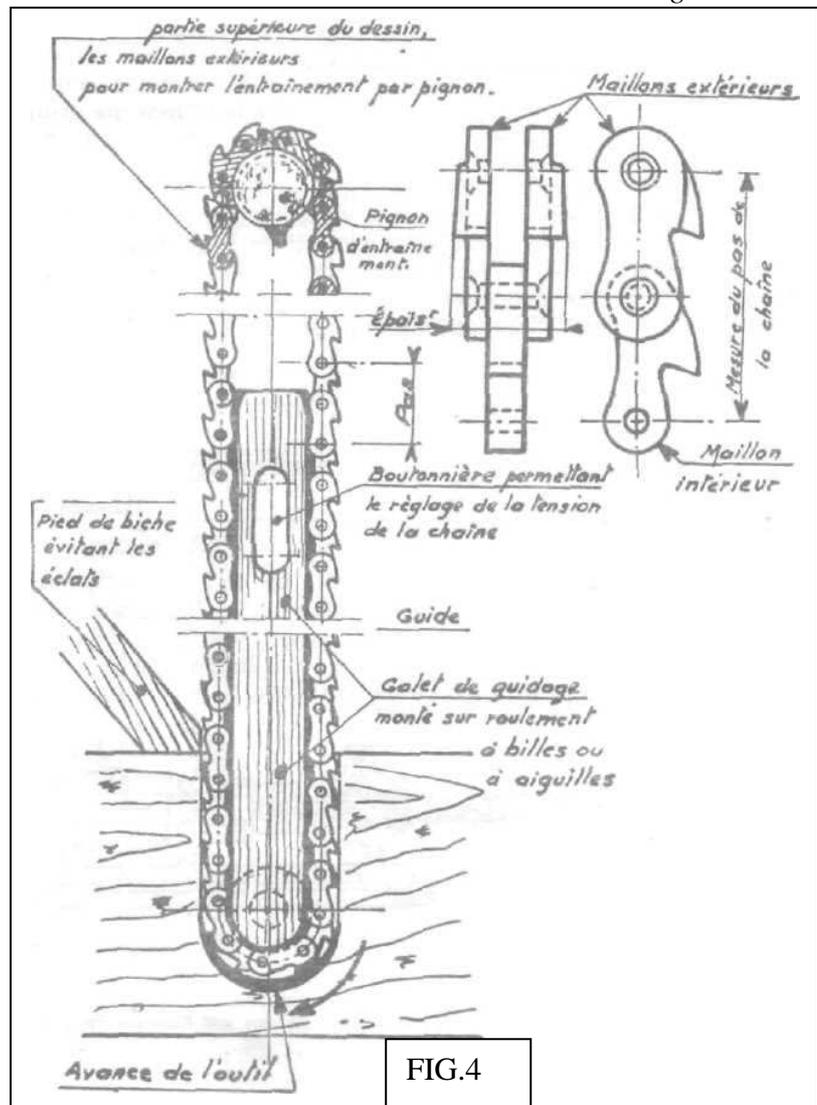


FIG.4

une chaîne d'épaisseur 10 millimètres, obtenir une longueur de mortaise inférieure à 38 millimètres. Il en est de même de la profondeur; ainsi, dans l'exemple choisi, pour une longueur de 38 millimètres, on ne pourra descendre au-delà de 125 millimètres.

Les caractéristiques d'une chaîne sont l'épaisseur et le pas. il existe actuellement trois séries caractérisées par le pas :

- *série normale* (pas de 22,6) ; largeur de 6 à 30 mm
- *série moyenne* (pas de 16,2) : largeur de 4 à 20 mm
- *petite série* (pas de 13,7) : largeur de 4 à 16 mm

L'affûtage des couteaux se fait à la meule émeri, à l'aide d'un montage généralement prévu sur la machine elle-même. On peut aussi rafraîchir les arêtes à l'aide d'une pierre à gouges en passant la pierre sur la face interne des couteaux.

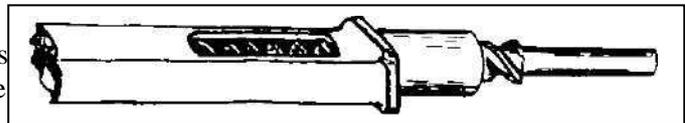
### La machine

La machine se compose essentiellement d'un bâti, à la partie supérieure duquel se déplace verticalement un ensemble de mécanismes supportant et entraînant l'outil et à la partie centrale une table support, de pièces se manœuvrant horizontalement. Là encore vous trouverez des conceptions très diverses : tantôt la table ne pourra se régler transversalement, mais l'outil possédera un réglage transversal d'une centaine de millimètres, tantôt l'outil sera fixé dans ce sens, mais la table possédera le réglage permettant le pointage de la machine. D'une façon générale (*revoquez la figure 2 pour comprendre ces explications*), la course longitudinale de la table sera d'environ 350 à 400 millimètres, la course verticale du support de l'outil de 250 à 280 millimètres, le réglage transversal d'environ 100 millimètres.

Retenez encore ceci : le défaut de ces machines, d'un très haut rendement, est l'usure rapide des outils et de leurs guides. Pour remédier à cet inconvénient les constructeurs se sont ingénies à trouver des systèmes mécaniques déterminant l'arrêt, automatique de la machine durant les temps morts : réglages, changements de pièces... Sachez aussi que, comme dans les industries mécaniques, ont été conçues pour la production en grande série des machines à plusieurs têtes-supports d'outil et que, sur certaines machines, on utilise la commande hydraulique. Enfin, pour répondre au besoin de toutes les professions, notez que les constructeurs de machines à bois possèdent des machines de caractéristiques différentes dans le but. de pouvoir exécuter les mortaises de charpente comme celles de menuiserie ou de charonnage. En ce qui concerne cette dernière activité, il existe des guides à glissières non parallèles pour l'exécution des mortaises en pointes exigées par l'assemblage des rais.

### MACHINE ALTERNATIVE

La *figure 5* représente un bédane creux dans lequel tourne une mèche t o r s e . C'est l'outillage employé



sur les machines alternatives dont il a été fait mention en début de leçon. Le bédane sera à section carrée, rectangulaire ou polygonale, suivant la forme de l'évidement à obtenir ; l'usure de la mèche est rapide-, le bédane est susceptible de se casser, l'utilisation de cet outillage n'est pas économique. La *figure 6* vous montre le principe de fixation et d'entraînement de l'ensemble bédane-mèche.

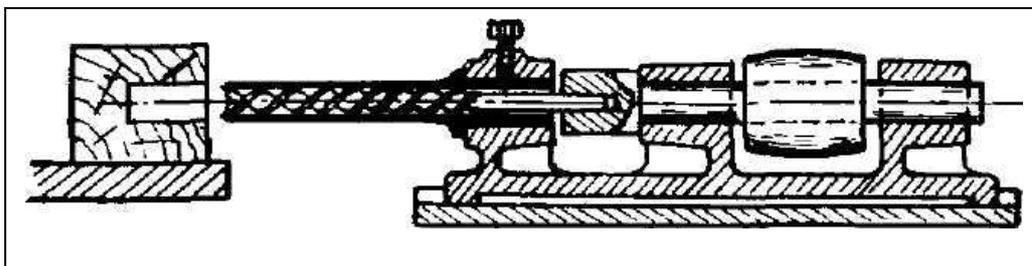


FIG. 6

## LE TENONNAGE MÉCANIQUE

Pour le tenonnage comme pour le mortaisage, on distingue des principes fondamentaux en ce qui concerne le travail de l'outil :

— le *tenonnage vertical* dans lequel le tenon est obtenu à l'aide d'outils travaillant en bois de bout.

— le *tennage horizontal* dans lequel les joues du tenon sont on quelque sorte rabotées à travers fil.

D'où deux types d'outillage et deux conceptions de machines.

### LE TENONNAGE VERTICAL

La *figura 1* est un croquis descriptif d'une machine à tenonnage vertical, c'est le type de machines à tenonner le plus simple. Observez, en étudiant la *figure 2*, que le bois est bien coupé en bois de bout et que l'épaisseur du tenon n'est que la lamelle de bois qui n'est pas attaquée par les copeaux des outils formant l'arasement.

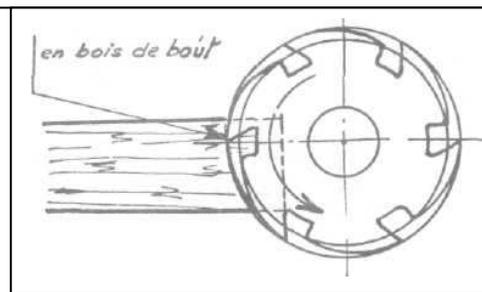
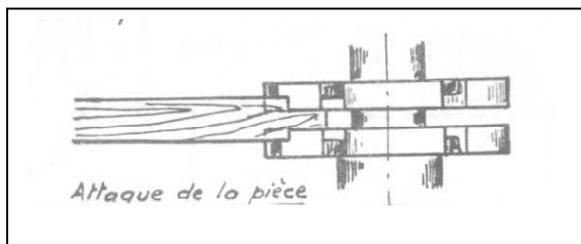
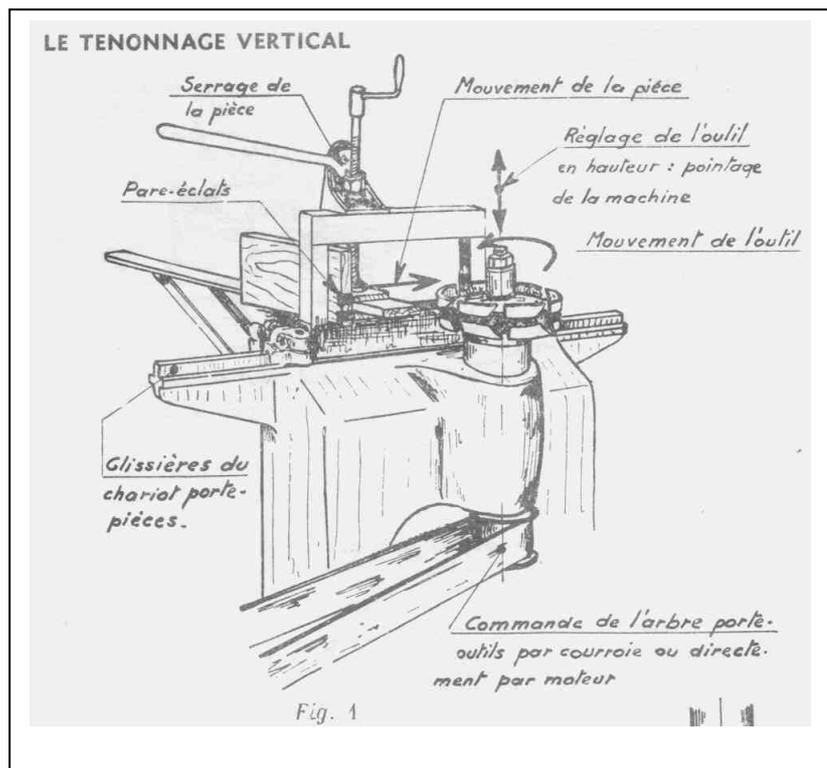


Fig. 2

Reprenez maintenant votre cours de technologie aux leçons sur les assemblages à arasements contre-profilés et voyez ce qui a été appelé *arasements à contre-profil*. Supposez que soit monté sur la machine représentée par la *figure 1*, non pas un outil déterminant un arasement droit, mais un outil comme celui de la *figure 3*; l'arasement sera creusé à la forme de l'outil et l'on obtiendra, si la forme de la moulure le permet, un arasement contre-profilé.

L'outil de la *figure 3* est formé de plateaux sur lesquels sont montés des outils en acier très dur qui portent le nom de coquilles. C'est volontairement que l'on a représenté sur les figures deux types d'outils, l'un pris dans la niasse (*fig. 2*), l'autre à coquille rapportée (*fig. 3*), mais sachez bien que ces deux conceptions de fabrication existent aussi bien en arasements droits qu'en arasements contre-profilés.

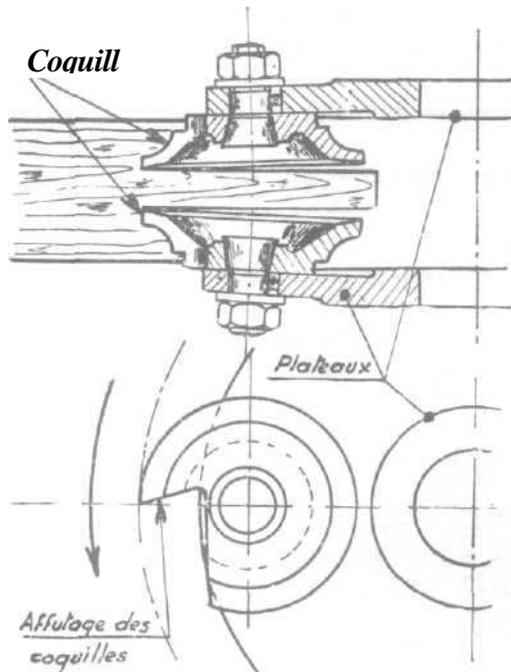
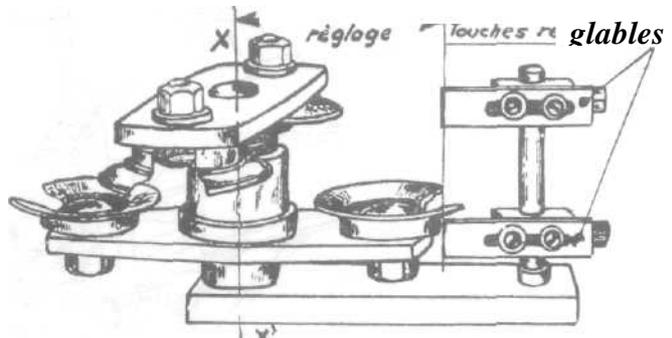


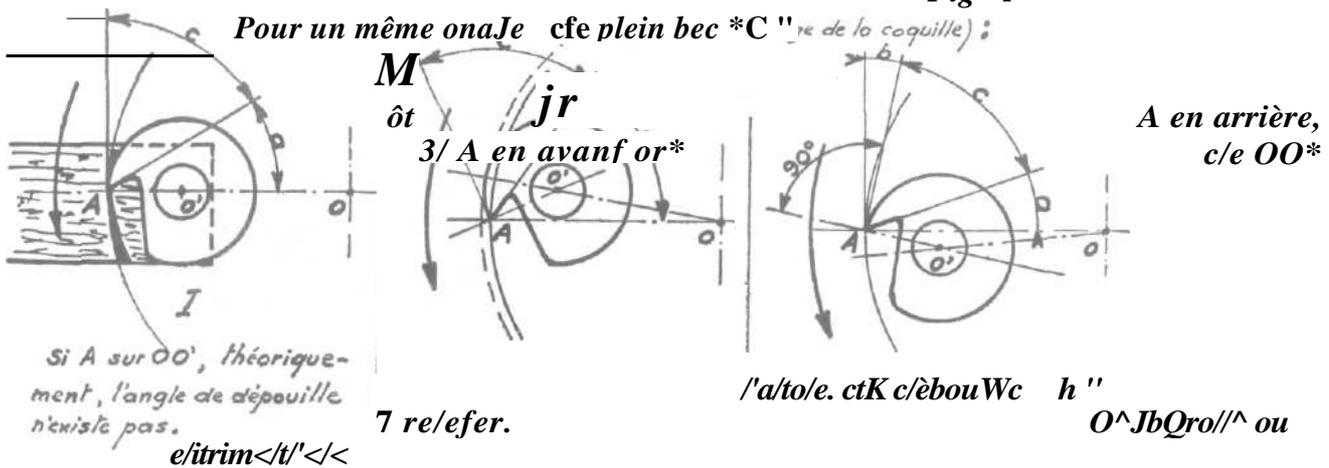
Fig. 3

Puisque nous venons de parler des outils à coquilles, remarquez la figure 4 qui montre le principe de réglage des coquilles sur les plateaux, et la figure 5 sur laquelle on a déterminé l'angle d'attaque de tels outils.



L'outil #oyo \* c/e sévi tcvrner autour de l'axe XX<sub>1</sub> et chaque coau/lle est rèyJee el'ojsrès /es

Fig. 4



Pour un même onaje cfe plein bec \*C "re de la coquille) ;

Môt jr  
3/A en avanf or\*

A en arrière,  
c/e OO\*

l'a/to/e. ctK c/èbouWc h "  
O^JbQro//^ ou

lors du rêçf/çrçq des coqui//es ? //faut ofonc ejjoyer c/e de lo \*o/vtton2flC en donnant o l'anale "6J-doit A00', une vo/eor fies fai&/e

Fig. 5

Essayez aussi de comprendre que le profil exact de la coquille serait obtenu en creux sur l'araselement si l'angle  $a$  était nul et si l'affûtage de la coquille se faisait suivant un rayon en vue de dessus de l'outil. Notez qu'au fur et à mesure que vous augmentez l'angle  $a$  (fig. 5), vous déformez légèrement le profil de l'outil, même si vous ne touchez pas à la forme extérieure de la coquille.

Comme vous pouvez l'observer sur la figure 1, l'outil est réglable en hauteur et l'avance de la pièce, serrée dans un cadre, se fait à la main. La vitesse de rotation de l'outil est d'environ 2 500 t/mn; mais faites bien attention, pour cette vitesse, de ne pas monter sur la machine des outils de diamètre trop important; une vitesse circonférentielle de 35 m/s doit être considérée comme un maximum.

## LE TENONNAGE HORIZONTAL

La machine possède au moins trois porte-outil : deux porte-outil horizontaux déterminant les joues du tenon, et par conséquent son épaisseur, et un porte-outil vertical permettant l'arasement à contre-profil qui ne pourrait être obtenu à l'aide des porte-outil horizontaux.

Le gros avantage de ce principe réside donc dans le fait qu'à chaque outil est assigné le travail pour lequel il est conçu. L'outil à contre-profil n'est utilisé qu'au contre-profilage de l'arasement, tandis que les outils horizontaux, montés comme l'indique la *figure 6*, travaillent sur les faces du tenon. Observez sur cette figure l'inclinaison des lames sur l'axe du porte-outil et la présence des couteaux transversaux en bout du porte-outil. La position oblique des lames évite d'attaquer les fibres du bois sur toute la longueur du tenon; on obtient une coupe hélicoïdale, mais cette position des lames nécessite un affûtage courbe (la forme géométrique exacte est une ellipse) vérifié à l'aide d'un calibre. Les couteaux transversaux, appelés *couteaux araseurs*, sectionnent les fibres avant l'attaque des lames obliques et travaillent *h* peu près comme une scie circulaire.

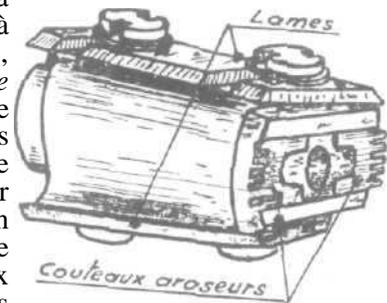


Fig. 6

Les machines perfectionnées possèdent, en plus des trois arbres porte-outil précédemment décrits, un quatrième arbre porte-outil, placé horizontalement en avant des porte-outil horizontaux et destiné à l'arasement, à l'aide d'une scie circulaire, de l'extrémité des tenons. Notez encore que, sur certaines de ces machines, les arbres porte-outil sont montés sur un berceau inclinable et que le tenonnage incliné peut se faire automatiquement sans montage particulier.

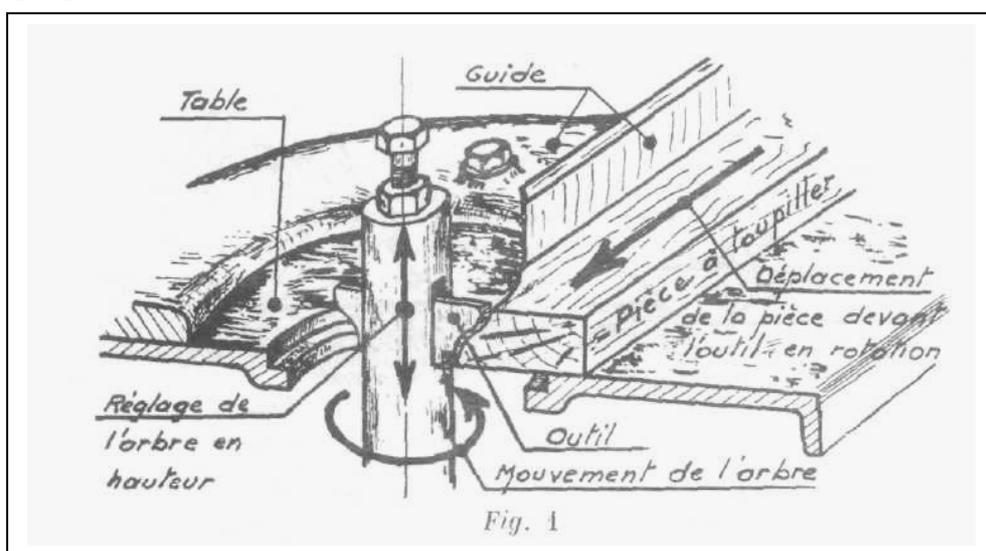
Les machines à tenonner verticales sont, en réalité, des toupies ; par conséquent, elles sont très dangereuses bien que les accidents en cours du travail soient rendus plus rares par l'emploi du chariot porte-pièces. Néanmoins, il faut que les couteaux ou outils à coquilles soient protégés du côté extérieur. Cette protection peut être assurée d'ailleurs par le capot d'aspiration des copeaux, quand il existe.

La tenonneuse horizontale est une machine trois faces dont les outils doivent être, de construction, protégés par capots.

## LE TOUPILLAGE 71

Considérée du point de vue mécanique, la toupie semble être la machine à bois la plus simple de toutes et c'est pourtant celle qui demande le plus d'outillage et aussi le plus de métier pour obtenir d'elle tout ce qu'elle peut donner. Cela est si vrai que l'on a été amené, dans les ateliers où l'effectif se permet, à choisir parmi le personnel des machinistes spécialisés dans le travail à la toupie et qui sont appelés *toupilleurs*.

Précisons donc en quelques mots ce qu'est une toupie avant d'entrer dans le détail de son outillage et de son utilisation. En principe, une toupie se compose d'une table horizontale traversée en son milieu par un arbre vertical tournant à grande vitesse et sur lequel on fixe des outils (*fig. 1*). L'arbre est réglable en hauteur et sur la table se déplace un guide qui peut être rendu solidaire de cette table. Une fois la machine réglée, les bois à travailler sont poussés à la main dans le sens indiqué par la flèche.



### LES OUTILS

Afin de pouvoir établir une classification, nous distinguerons trois sortes d'outils :

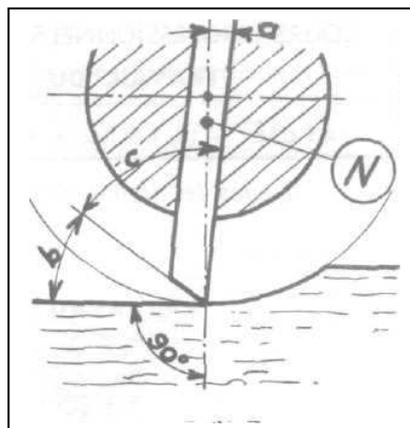
— les *fers* qui, dans leur forme la plus simple, prennent le nom de *fers drapeaux*, par analogie grossière avec un fanion dont l'arbre de la toupie serait la hampe.

— les *outils circulaires*, couramment appelés *fraises* à cause de leur ressemblance avec l'outil employé pour travailler le métal, ou encore *molettes*.

— les *coquilles* qui ne sont que les parties actives d'outils circulaires, réglables et démontables.

#### Comment travaillent les outils

Cette distinction établie, voyons comment travaillent ces différents genres d'outils. En nous référant à la terminologie établie précédemment (leçon sur le tenonnage), on remarque sur la *figure 2* ci-contre, représentant un fer-drapeau *non morfilé*, que l'angle d'attaque  $a$  est passé de l'autre côté de la normale (N). Autrement dit, la somme des deux angles  $c$  et  $b$  est supérieure à  $90^\circ$  : l'angle  $a$  prend alors une valeur dite négative : le fer travaille dans de mauvaises conditions.



Sur la *figure 3*, le fer a été *morfilé*, c'est-à-dire qu'après son affûtage l'arête coupante du fer a été repoussée à l'aide d'un affiloir. Il s'ensuit que les angles donnés sur la *figure 2* sont modifiés comme l'indique la *figure 4*, que l'angle d'attaque *a* devient positif et que le fer coupe le bois.

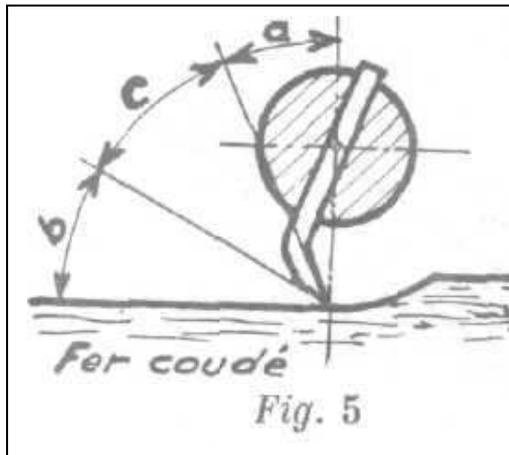


Fig. 5

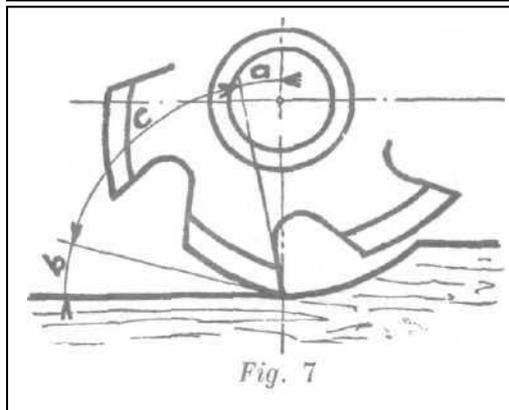


Fig. 7

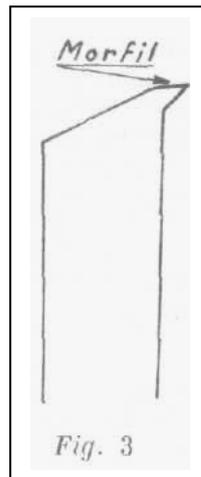


Fig. 3

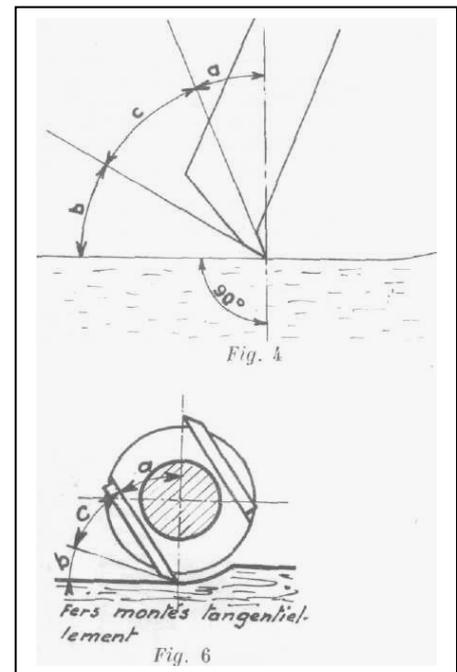
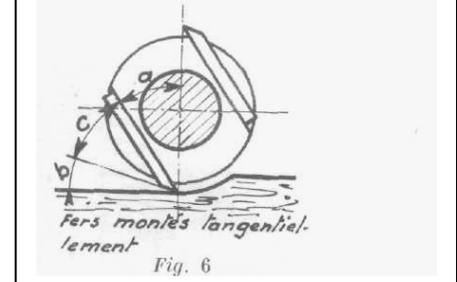


Fig. 4

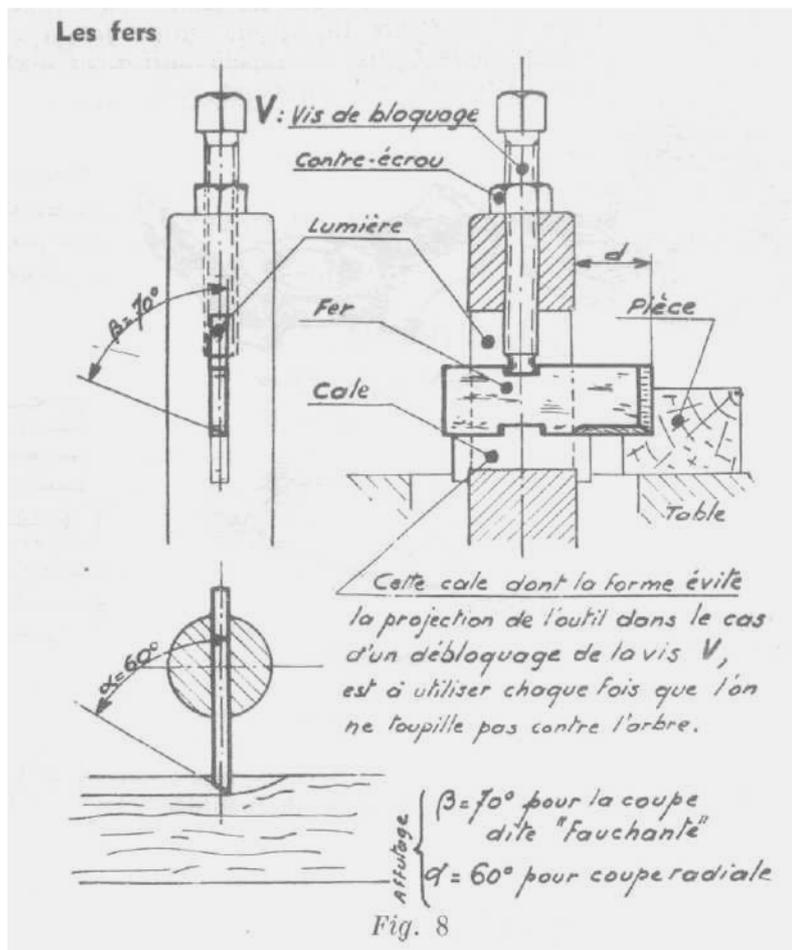


Fers montés tangentiallyment  
Fig. 6

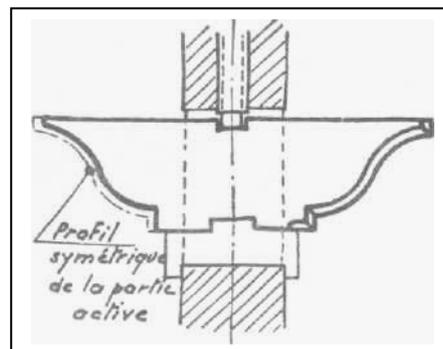
Il est évident que le *morfil* n'est pas de longue durée, en particulier dans le travail des bois durs; c'est pourquoi, à partir de la conception élémentaire du fer-drapeau de la *figure 1*, on est arrivé à d'autres formes ou montages tels que ceux des *figures 5 et 6* et qu'enfin on a été amené aux outils circulaires dont le principe de la forme des parties actives est représenté par la *figure 7*.

Pour ce qui est du travail des coquilles, une étude poussée a été faite dans la leçon sur le tenonnage mécanique; revoyez les *figures 3, 4 et 5* de cette leçon et les explications s'y rapportant.

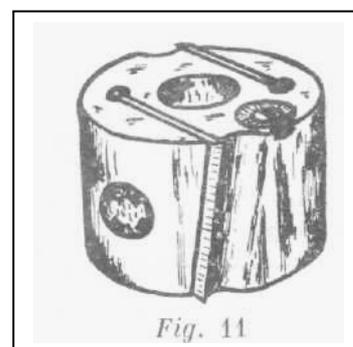
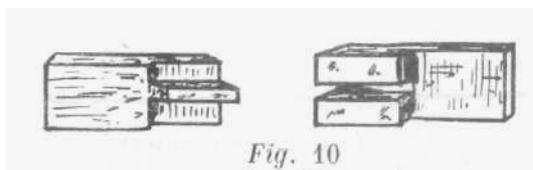
Pour élargir maintenant nos connaissances générales, citons quelques formes particulières et complétons notre classification.



Le fer représenté sur la *figure 8* est le plus simple qui soit; il ne convient que pour des travaux peu importants. Dès que la dimension  $d$  dépasse 3 centimètres, on donne au fer la forme indiquée sur la *figure 9*, la partie représentée à gauche n'ayant que la forme approchée du profil et ne servant qu'à équilibrer la partie droite.



Dans le toupillage des rainures et languettes, par exemple, le fer simple ne convient pas pour une grande production puisque, à chaque affûtage, on tend à réduire la largeur de la rainure et à augmenter l'épaisseur de la languette; on a donc imaginé des fers à bouveter dits à *profils constants* dont l'affûtage se fait uniquement sur le biseau (*fig. 10*).



Enfin, sur la *figure 6*, il vous a été donné le principe de montage et de travail des fers attaquant le bois tangentiellement. La *figure 11* vous donne un exemple de montage de ces fers donnant d'excellents résultats.

## Les outils circulaires

La *figure 12* représente le type classique de l'outil circulaire appelé *fraise* ou *molette*. Sur cette figure on distingue six dents, mais vous remarquez que l'outil représenté sur la *figure 13*, appelé *outil à jets d'eau*, n'en possède que deux et que celui de la *figure 14*, appelé *outil à enfourchement*, en possède deux à chaque extrémité, soit quatre en tout.

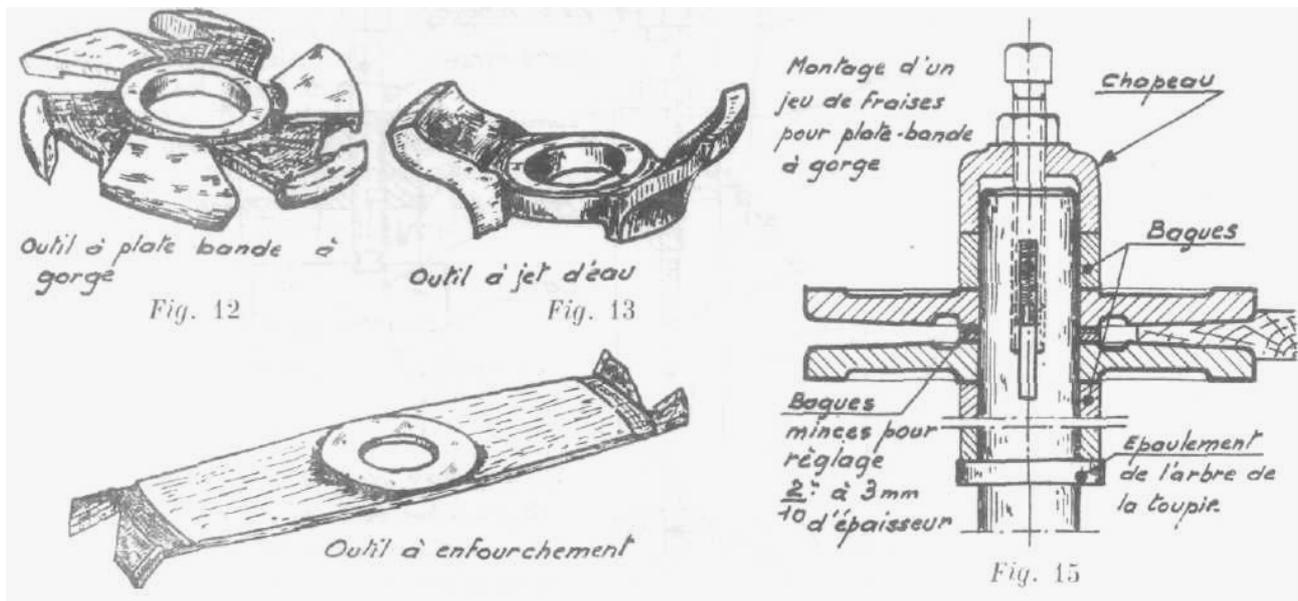


Fig. 14

Ces trois figures vous donnent les différents types que vous trouvez utilisés actuellement et la *figure 15* leur mode de montage.

## Les coquilles

Ces outils ont déjà été traités lors de la leçon sur le tenonnage; nous ne reviendrons pas sur cette question.

Cependant, citons les *outils à tenon droit* (*fig. 16*), dont le montage rappelle celui des coquilles et qui se règlent sur le même appareil (*fig. 4* de la leçon sur le tenonnage); ces outils ne sont en fait que des fers montés sur un support.

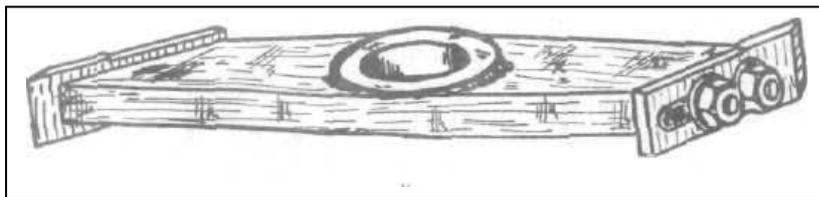


Fig. 16

Enfin, terminons cet exposé sommaire sur les outils de la toupie en attirant votre attention sur l'appareil appelé communément *scie oscillante* et qui est en réalité une scie circulaire dont le plan est oblique par rapport à l'axe de l'arbre (*fig. 17*). Cet appareil, dont l'inclinaison de la scie est réglable, permet d'obtenir des rainures de différentes épaisseurs et est de ce fait un outil fort apprécié par l'artisan malgré son rendement assez faible.



Fig. 17

## TRAVAIL MECANIQUE DES BOIS

# LE TOUPILLAGE (suite) 72

### LA MACHINE

Comme il vous a été dit précédemment, la machine est simple dans son principe; la seule difficulté de construction réside dans la réalisation du montage de l'arbre qui, on le sait, doit être réglable par rapport à la table. Quelques types de toupies horizontales ont été réalisées, en particulier sur les machines dites combinées, mais la toupie à arbre vertical est nettement la plus répandue et nous nous bornerons à son étude.

#### Le montage de l'arbre

La *figure 1* représente schématiquement une des premières solutions mécaniques donnant satisfaction : l'arbre entraîné par une courroie est maintenu entre les deux supports d'un chariot glissant dans des glissières en queue d'aronde prévues dans le bâti.

Sur la *figure 2*, où pour faciliter la compréhension on a supposé la table enlevée, est représenté un autre montage dans lequel la poulie est rejetée vers le bas, ce qui permet de remplacer le chariot à glissière par un ensemble cylindrique plus facile à réaliser.

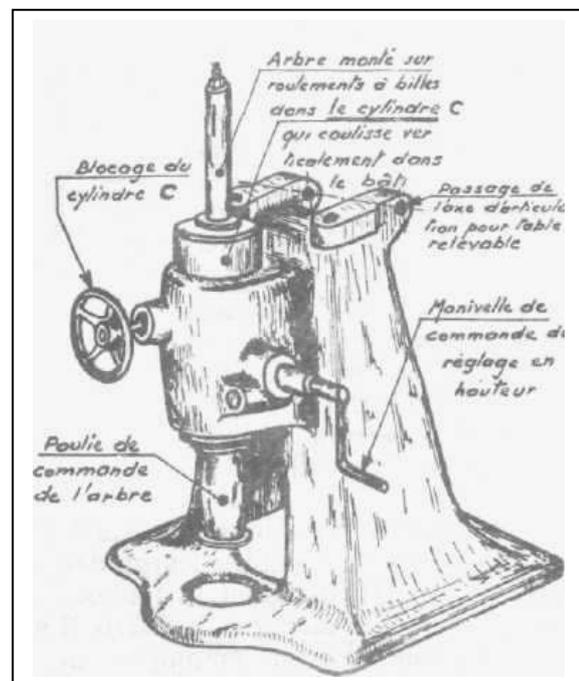
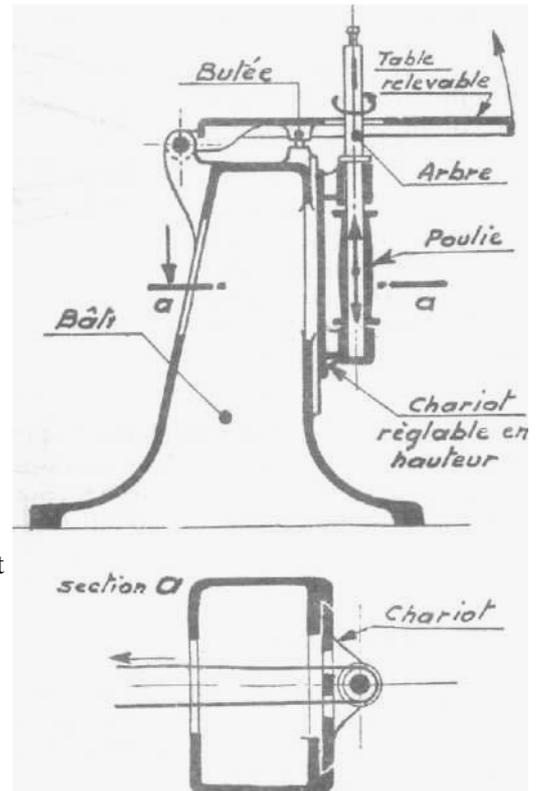
Enfin, dans certaines machines modernes, l'arbre de la toupie est tout simplement le prolongement de l'arbre d'un moteur qui, guidé dans le bâti, peut être réglé en hauteur par rapport à la table.

#### Le bâti

Il est évident que pour chacune des solutions précédentes les formes du bâti varient, mais l'allure générale reste à peu près celle qui est esquissée sur la *figure 2* et dans laquelle on a cherché à obtenir une large assise pour un bâti trapu.

#### La table

En fonte comme le bâti, généralement de forme presque carrée (800 x 800 à 950 x 800), elle est souvent articulée comme il est indiqué sur la *figure 1* afin de pouvoir être relevée et remplacée par un guide particulier permettant le travail dit *au champignon* dont il sera question plus loin.



En son milieu, une ouverture circulaire d'environ 150 à 200 millimètres de diamètre permet le dégagement de l'extrémité de l'arbre au moment du relevage de la table et le passage d'outils de grand diamètre. Des couronnes épaulées viennent s'emboîter et s'ajuster dans le logement pour en diminuer l'importance suivant les besoins.

Enfin, deux rainures permettent de rendre solidaires de la table les guides ou accessoires divers.

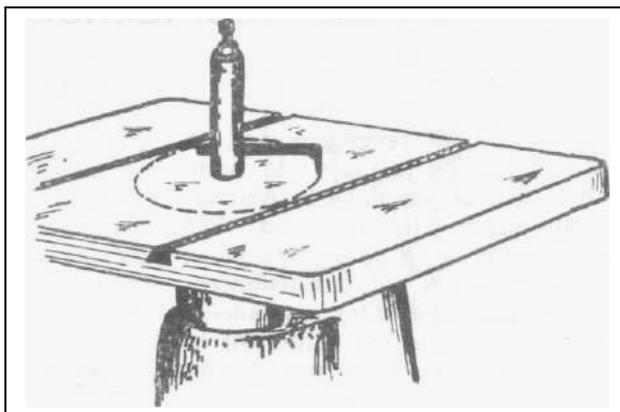
### L'arbre

Le plus souvent en acier mi-dur, d'un diamètre de 50 millimètres pour les machines normales ou de 40 millimètres pour les machines légères, l'arbre est pourvu en bout d'un trou taraudé; il est traversé par une mortaise comme l'indique la *figure 1* et comporte un épaulement sur lequel viendront s'appuyer les outils circulaires

Il doit tourner parfaitement rond. il doit aussi être parfaitement perpendiculaire à la table, ce qui peut se vérifier comme le montre la *figure 3*.

Dans la plupart des machines françaises, l'arbre sort de la table et c'est sur son extrémité que l'on fixe les outils.

D'autres machines, en particulier les machines de marques étrangères, sont conçues différemment : le bout de l'arbre situé au-dessous du niveau de la table forme mandrin et reçoit des porte-outils, munis d'une queue qui vient s'ajuster et se centrer en bout d'arbre.



### Les accessoires

Outre les clefs de serrage et autre petit matériel que l'on trouve sur chaque machine, un certain nombre d'accessoires importants peuvent se fixer sur une toupie

pour en faire un usage particulier. Citons, sans nous attarder à leur description, les *guides* dont vous trouverez la forme courante sur la *figure 1* de la leçon précédente.

La *figure 4* de cette leçon représente un type dans lequel les tables sont réglables individuellement par commande à vis. On appellera encore *guide* tout montage simple ou complexe, en métal ou en bois, que l'on montera sur la machine et qui servira d'*appui* aux pièces à travailler.

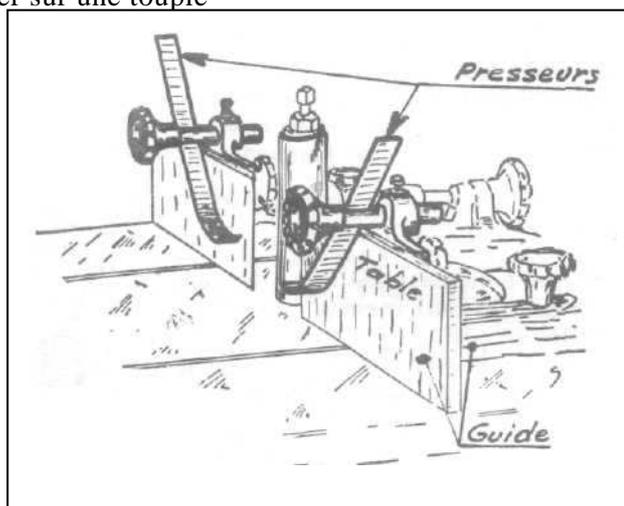


Fig.4

Signalons, dans le même esprit, les *presseurs* dont le rôle est d'aider au *maintien* des bois contre les guides. Sur la *figure 4* sont représentés deux presseurs verticaux dont la fonction est de maintenir la pièce sur la table de la machine ; sachez qu'il existe d'autres modèles du même genre de fabrication (lames d'acier) employés dans le plan horizontal et dont le rôle est d'appuyer le bois contre les tables du guide.

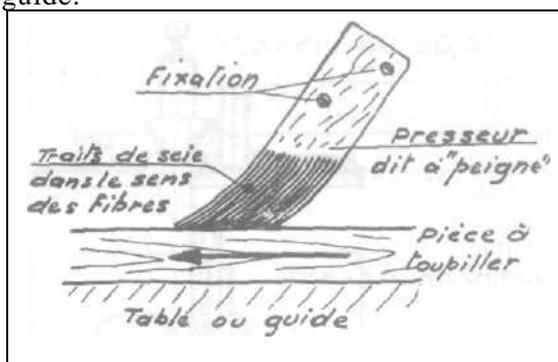
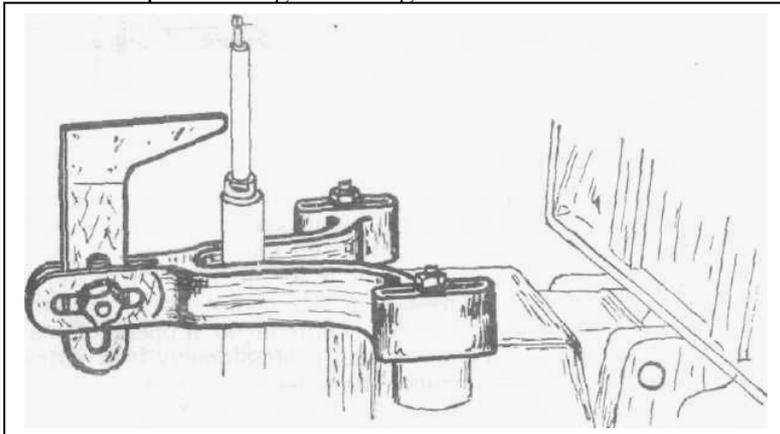


Fig. 5

La *figure 5* vous rappelle que l'artisan utilise souvent sa matière d'oeuvre pour ses montages et vous avez, représenté là, un presseur fabriqué dans une chute, souvent une chute de frêne.

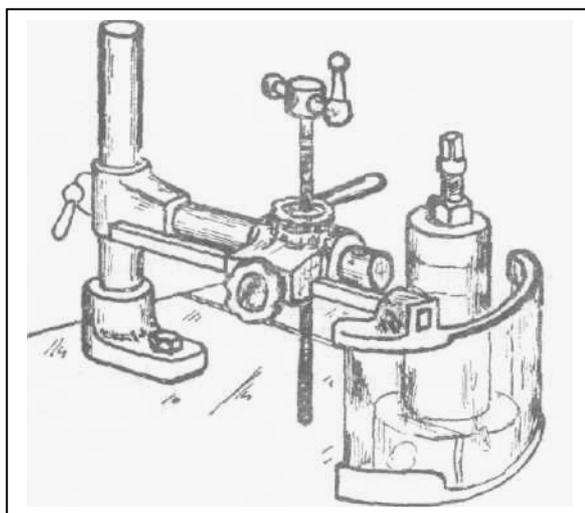
Un certain nombre de traits de scie exécutés dans le sens des fibres transforme l'une des extrémités en une sorte de balai dont on utilise la flexibilité.

Enfin, retenir qu'il existe encore des presseurs à galets et à contrepoids et des montages permettant outre le maintien des bois leur entraînement en utilisant des pneumatiques; mais pour ces derniers, appelés *entraîneurs à pneumatiques*, nous ferons une réserve semblable à celle que nous avons faite pour le dégauchissage.



**Fig. 6**

Parmi les accessoires, nous trouverons encore un guide particulier, dit *champignon*, permettant le toupillage de bois cintrés (*fig. 6*), les *protecteurs* de formes diverses dont la *figure 7* donne un exemple et, enfin, toute une gamme d'appareils qui permettent d'effectuer sur la toupie des travaux très particuliers : l'appareil à faire des balustres, celui à faire les queues d'aronde (découvertes et cachées), le montage permettant de canneler les pieds de table et celui qui transforme la toupie en tenonneuse.



**fig. 7**

## LES TRAVAUX PARTICULIERS

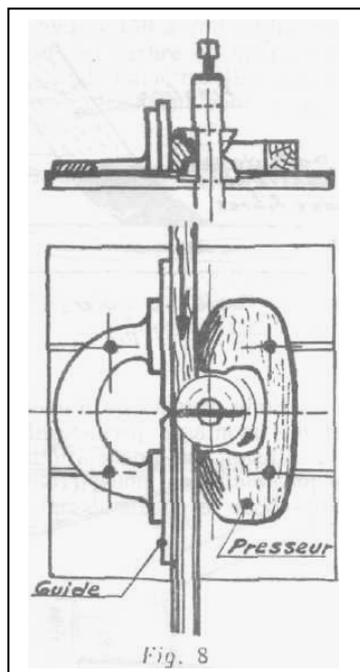
Chacun des appareils que nous venons de citer permet d'effectuer un travail particulier; nous ne pouvons nous étendre sur chacun d'eux et il est nécessaire que vous cherchiez à vous documenter en utilisant des catalogues de machines à bois. Toutefois, nous désirons attirer votre attention sur un certain nombre de questions.

### Travail à contre guide

Contrairement à ce qui vous a été présenté sur la *figure 1* de la leçon précédente, la pièce de bois est située entre fer et guide (*fig. 8*) ; ce procédé permet de profiler les moulures, mais le travail est dangereux, en particulier dans le toupillage des pièces de petites dimensions. Pour ce genre de travail, il est préférable de se munir de fraises et les presseurs doivent être placés très près de l'outil.

### Travail à l'arbre

La pièce est appuyée directement sur l'arbre. L'attaque de la passe est particulièrement délicate et il est bon de se donner un point fixe, par exemple en bloquant à l'aide de rainures un tasseau sur la table. Quelquefois, au lieu d'appuyer la pièce directement sur l'arbre, on monte sur celui-ci un roulement à billes et c'est sur la bague extérieure que l'on appuie la pièce, ou le gabarit s'il s'agit de travaux en série.



### **Travail au champignon**

En ébénisterie et en carrosserie, on est amené à travailler des bois dont les formes ne se prêtent pas à un appui sur une surface plane. Lorsqu'il s'agit de moulurer ces pièces cintrées en tout sens, on relève la table et on fixe sur le bâti, comme il est indiqué sur la *figure 6*, l'appareil dit *y utile champignon*; la pièce, appuyée à la fois contre l'arbre et sur la tête du guide, est orientée par le toupilleur. Cette façon d'opérer demande un tour de main que possèdent seulement des professionnels bien entraînés et exige une attention de tous les instants. Dans les travaux fins, on est amené à prolonger l'arbre par une rallonge d'un diamètre inférieur au diamètre normal.

### **Travail sur toupies doubles**

Certaines toupies verticales possèdent deux arbres *tournant en sens inverse*, distants d'environ 500 millimètres et situés dans l'axe longitudinal d'une table d'environ 1,5 m de longueur. On utilise ces machines pour le toupillage de parties courbes, en montant deux outils donnant exactement le même profil et parfaitement réglés à la même distance de la table. Bien réglées, ces machines donnent un fini remarquable.

La toupie est, avec la scie circulaire, la machine responsable du plus grand nombre d'amputation de doigts ; aussi ce n'est que pendant sa dernière année d'apprentissage que l'apprenti s'exerce au travail à la toupie en appliquant les mesures de sécurité spécifiées par la réglementation.

En dehors de l'emploi de "presseurs", de "poussoirs" pour les petites pièces, le contact avec la partie non travaillante de l'outil est généralement interdit par un carter qui peut, en outre, servir à l'évacuation des copeaux.

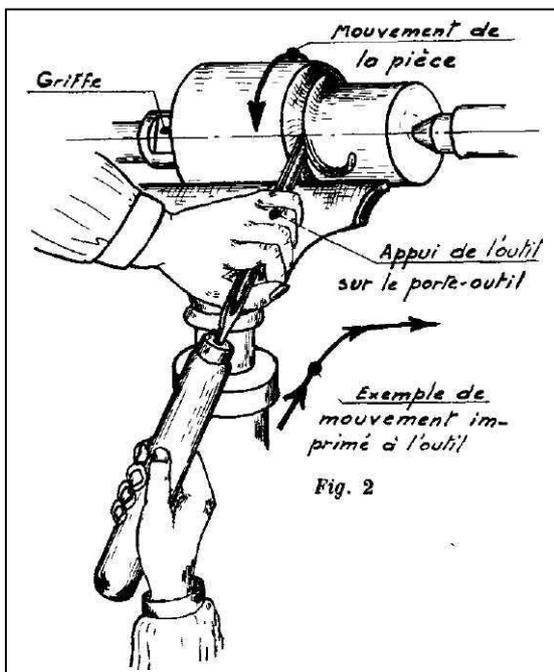
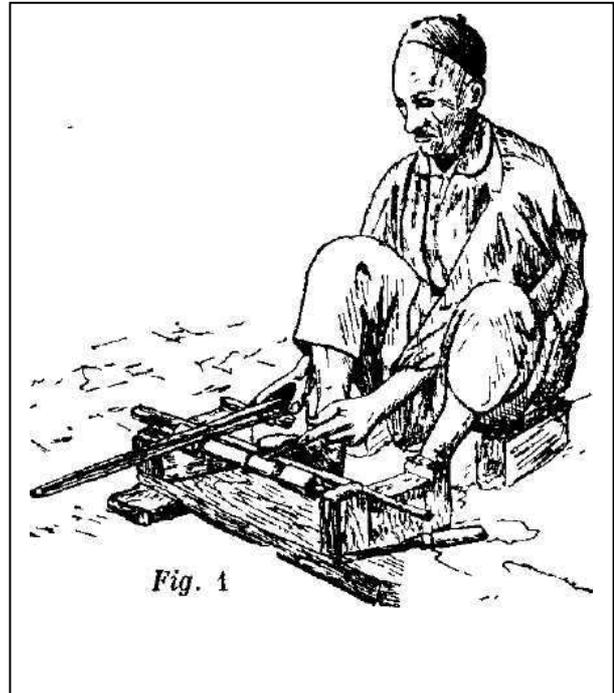
Selon la nature des travaux, il est fait usage de protecteurs fixes ou calés sur l'arbre, qui doivent être montés et réglés convenablement pour le travail

## TRAVAIL MECANIQUE DES BOIS

### LE TOURNAGE

D'une façon générale, le tournage du bois n'est connu que de deux spécialistes : le *tourneur sur bois*, à qui le menuisier et l'ébéniste confient la fabrication des parties de leurs travaux exigeant une exécution au tour, et le *modeleur mécanicien* qui tourne lui-même les parties de modèles ayant une forme de révolution.

Un petit tour rend pourtant de nombreux services dans un atelier où l'on travaille le bois et nous vous invitons à ne pas négliger cette partie du travail mécanique des bois vers laquelle, même dans l'artisanat, le menuisier et l'ébéniste ne sont pas naturellement portés.

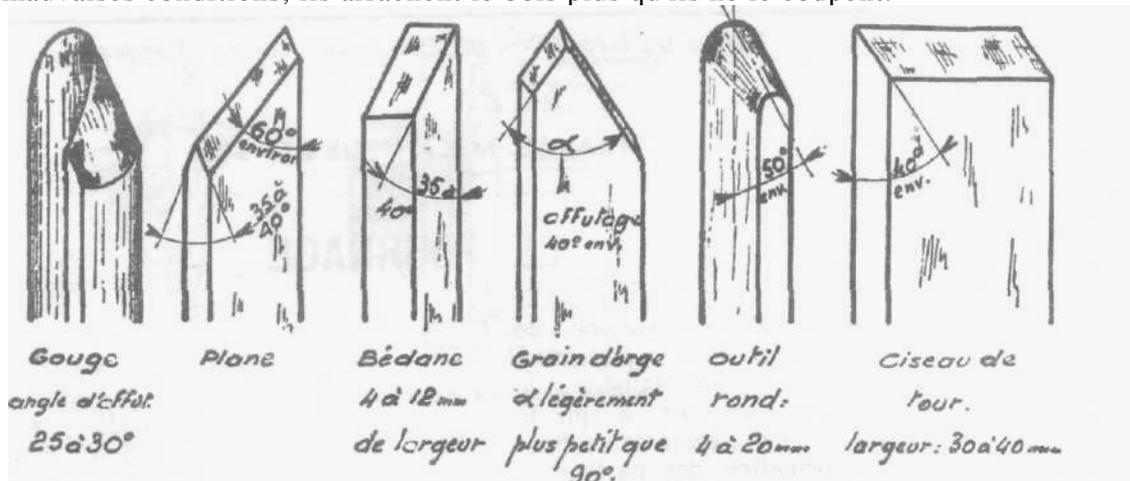


Et pourtant, voyez sur la *figure 1* ce vieil artisan d'Afrique du Nord qui, tout près d'une ville importante, en 1950, exécute une pièce de tour sur un montage de fortune. Si, dans ces conditions, la pièce actionnée par la main droite et l'outil maintenu entre le pied et la main gauche, on arrive à tourner, l'artisan moderne, équipé mécaniquement, doit pouvoir sans connaissances particulières obtenir des résultats fort convenables.

La *figure 2* vous indique le principe du travail au tour ; la pièce, entraînée cette fois mécaniquement, est animée d'un mouvement de rotation, tandis que l'outil, appuyé sur le porte-outil et manœuvré à la main, *taille* dans la matière la forme désirée.

## LES OUTILS

Les outils de base sont la gouge et la plane, auxquelles on peut encore ajouter le bédane (fig. 3). Les autres outils, malgré le morfil que l'on essaye de leur donner, travaillent dans de très mauvaises conditions; ils arrachent le bois plus qu'ils ne le coupent.



L'affûtage de tous ces outils se fait à la meule, puis à la pierre à huile comme les outils à main d'établi. Leur maniement demande un certain entraînement; nous avons essayé de vous montrer sur la figure 4 la position de travail convenable pour chacun d'eux.

Position courante de travail de quelques outils de tournage sur bois

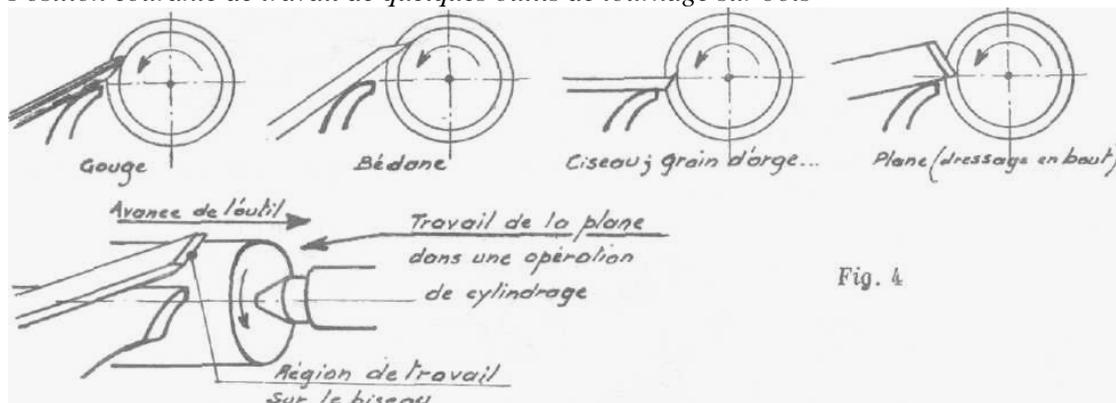


Fig. 4

Si vous avez l'occasion de vous entraîner à cette activité amusante qu'est le tournage, essayez d'utiliser les outils dans les positions préconisées; ce sont celles qui vous donneront les meilleurs résultats.

## LA MACHINE

La figure 5 vous montre un tour moderne; le moteur est placé dans le bâti et l'on trouve dans cette fabrication les principes de conception actuels: moteur individuel, commandes mécaniques enfermées, leviers à bascule pour les différentes manipulations, etc..

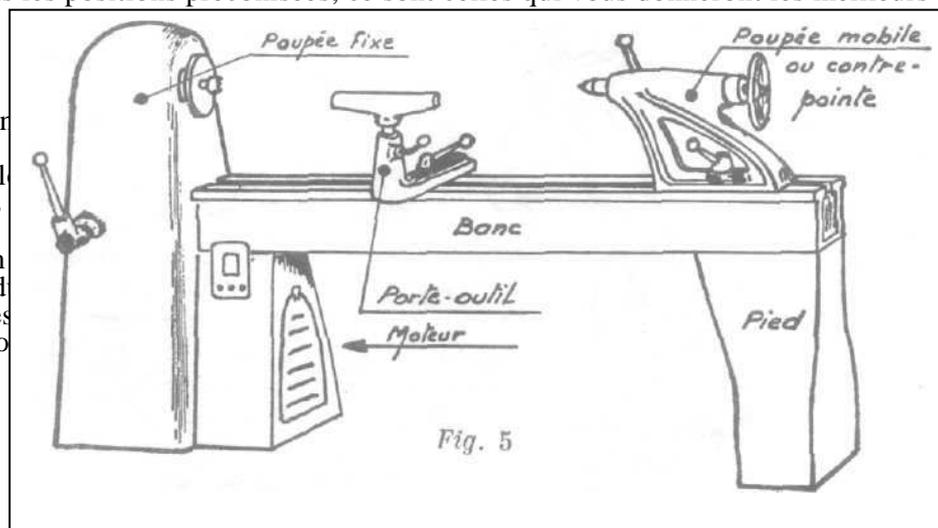


Fig. 5

La figure 6, par contre, vous donne les éléments de construction qui, montés sur un banc quelconque fait de profilés du commerce (fers à section U) ou de bois dur, permettent d'obtenir un tour dans les meilleures conditions de prix.



Fig. 6

Vous voyez que l'on trouve toujours dans un tour ordinaire :

- UN BANC qui peut être monté sur des pieds ou être fixé contre un mur à l'aide de potences,
- UNE POUPEE FIXE sur laquelle se fera l'entraînement de la pièce,
- UNE POUPEE MOBILE ou encore contre-pointe qui se déplace sur le banc et dont le rôle est de maintenir la pièce dans le tournage dit *entre pointes*,
- UN SUPPORT D'OUTILS réglable en hauteur et en position.

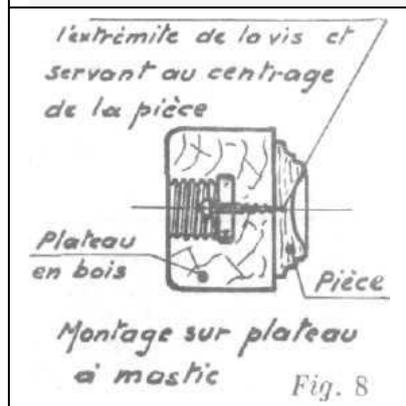
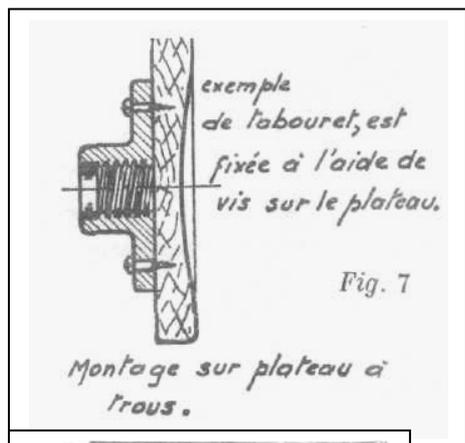
Sachez cependant qu'il existe d'autres types de tours permettant le tournage des pièces de grand diamètre et qui portent le nom de *tours à banc rompu*, de *tours en l'air*, etc...

## MODES DE TOURNAGE

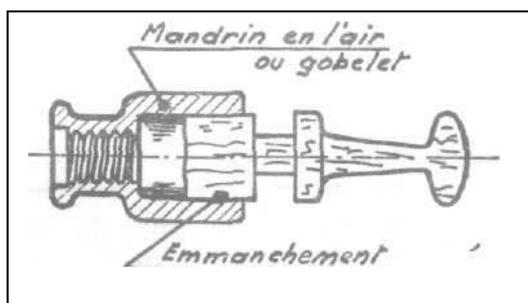
On distingue deux façons de tourner les bois qui correspondent en réalité à deux procédés de maintien de la pièce sur la machine :

- le tournage *entre-pointes*,
- le tournage *en l'air*.

Dans le *tournage entre-pointes*, la pièce est entraînée à l'une de ses extrémités par une griffe (fig.- 2) et maintenue à l'autre par la pointe de la poupée mobile. La pièce, dont le sens des fibres doit être sensiblement parallèle à l'axe de rotation du tour, est préalablement dégrossie à la scie puis centrée et tournée comme il a été expliqué.



Dans le *tournage en l'air*, si le sens des fibres est dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de la pièce, celle-ci est maintenue sur un plateau à l'aide de vis (fig. 7) ou à l'aide d'un mastic spécial appelé *mastic de tour* (fig. 8). Au contraire, si le sens des fibres se trouve dans le sens de l'axe de révolution, elle se fixera comme il est indiqué sur la figure 9 par emmanchement à force dans un mandrin en fonte se vissant sur le nez du tour.



Enfin, on aura recours à des procédés divers suivant la forme à obtenir. Ainsi, pour tourner un couvercle de boîte, on aura intérêt pour tourner l'extérieur à se monter sur un plateau (*fig. 10*), puis à se centrer sur un mandrin de forme sur lequel la pièce tiendra simplement par un emmanchement un peu dur (*fig. 11*).

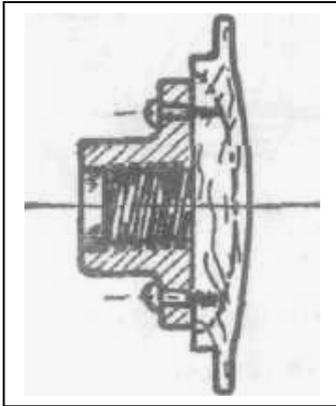


Fig. 10

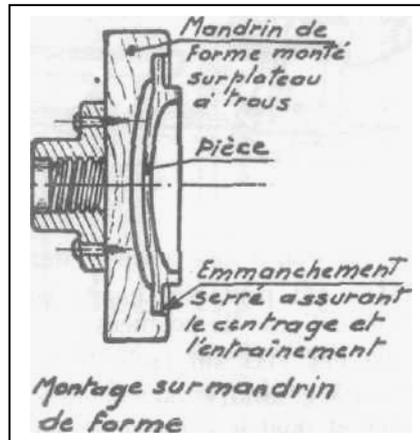


Fig. 11

## VITESSES DE TOURNAGE

La vitesse de tournage doit être élevée pour obtenir une bonne exécution, mais on ne dépassera pas une vitesse de 4 mètres par seconde de manière à éviter les accidents que pourraient entraîner les projections de parties de bois se détachant de la pièce sous l'influence de la force centrifuge.

# LE TOURNAGE (suite) ET LES MACHINES A REPRODUIRE 74

## LE TRAVAIL DE SERIE

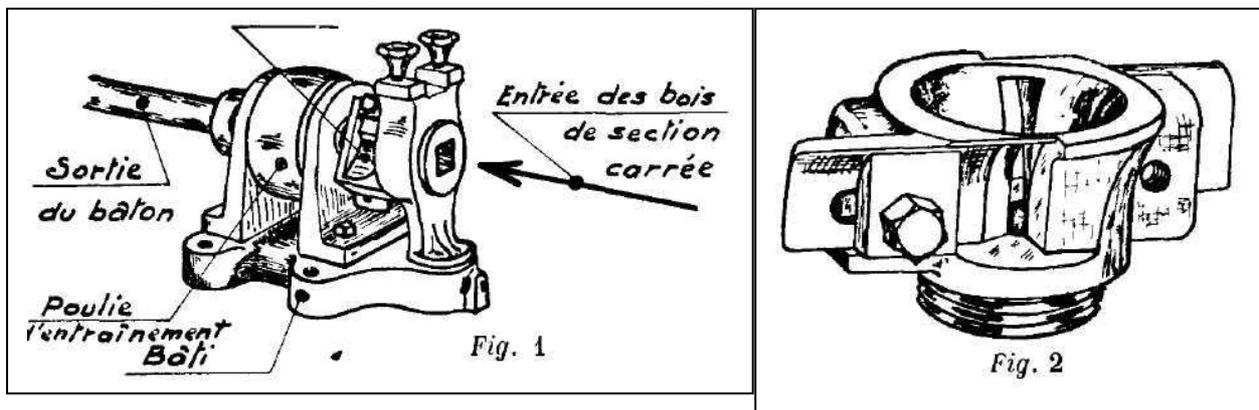
Au cours de la leçon précédente, nous avons traité des principes du tournage sur bois. Précisons qu'il s'agissait du tournage à la main et ajoutons au début de cette leçon qu'il existe aussi des procédés dits de *tournage automatique et de reproduction*.

C'est qu'il est en effet assez difficile d'exécuter sur un tour ordinaire deux pièces absolument identiques. Des tourneurs bien entraînés arrivent évidemment, sans avoir recours constamment aux instruments de mesure, à exécuter des pièces ayant une ressemblance suffisante pour que l'œil ne soit pas choqué, mais cette *automaticité* dans la production n'est obtenue qu'au bout d'un certain temps et elle n'est pas rigoureuse. Aussi, dans la production de série a-t-on recours à un certain nombre de machines dont nous allons étudier quelques types.

### LES TYPES DE MACHINES Tours à bâtons

La *figure 1* vous donne une idée de ce que sont ces petites machines.

L'outil représenté sur la *figure 2*, à une plus grande échelle, affecte la forme d'une lunette animée d'un mouvement de rotation autour de son axe. Sa vitesse (environ 2 000 t/mn), variable suivant le diamètre des pièces à obtenir, permet une vitesse de coupe d'environ 3 m/s.



Comme vous pouvez le remarquer, l'avance des bois préalablement débités à une section carrée se fait à la main ou automatiquement suivant le type de machine et les dimensions des bâtons.

### Tours à touche

La *figure 3* donne le principe de fonctionnement d'un tour à touche. Le profil du gabarit est exactement celui de la forme de la pièce à obtenir. L'outil est monté sur un chariot qui, tiré par un contrepoids, est constamment appuyé sur le gabarit par l'intermédiaire d'un doigt appelé touche.

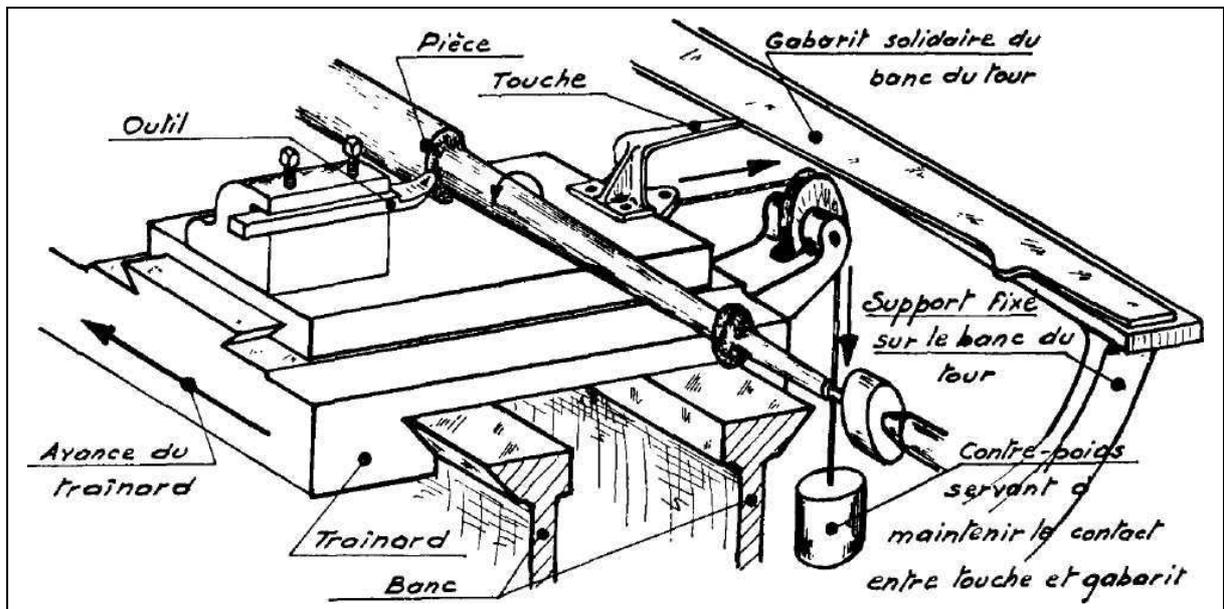


Fig. 3

Vous voyez que, lorsque le trainard avance dans le sens de la flèche, il entraîne le chariot et l'outil ; mais, *de plus*, ceux-ci sont, d'une part animés d'un mouvement de translation perpendiculaire à celui de l'avance, et d'autre part guidés dans ce mouvement par la touche qui suit la forme du gabarit.

Il existe des tours construits sur ce principe utilisés par les carrossiers et les charrons pour le tournage des moyeux.

#### Tours spéciaux de fabrication en série

Nous venons de vous décrire deux machines permettant d'obtenir du cylindrage ou des profils divers en appliquant des procédés simples; sachez qu'il existe d'autres types de machines dites *tour à lunette*, à *balustre*, à *guillotine*, etc. dont l'étude sort du cadre que nous nous sommes fixés.

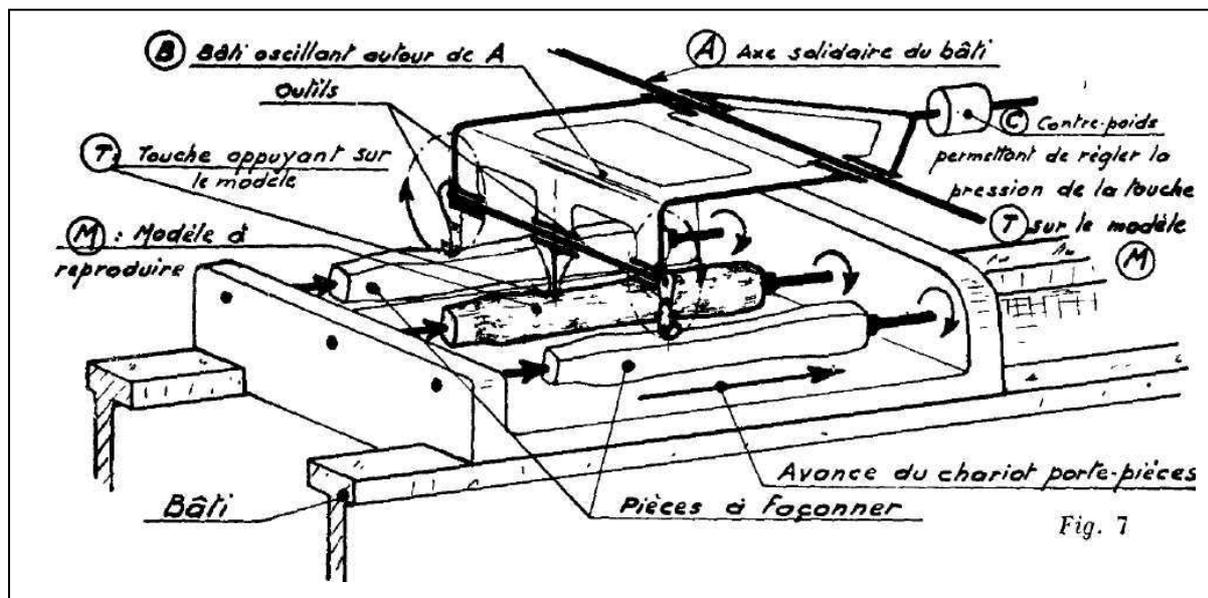
#### Les machines à reproduire

Le tour à touche est déjà en quelque sorte une machine à reproduire, mais on lui a laissé le nom de tour parce qu'il permet seulement l'exécution de pièces de révolution. Une machine à reproduire permet au contraire l'obtention de formes quelconques.

Examinez en effet la *figure 4* qui donne le principe d'une telle machine...Au centre, vous remarquerez la pièce type, *le modèle* ou, si vous préférez, la pièce qu'il faut reproduire. Il s'agit ici d'un rai de roue de charrette; si l'on doit fabriquer une forte série de pièces, on aura intérêt à prévoir ce modèle en métal. De chaque côté de ce modèle (M), deux morceaux de bois montés entre pointes, comme le rai type, sont astreints à tourner comme lui et l'ensemble est maintenu dans un chariot porte pièces qui se déplace sur un bâti.

Au-dessus de ce chariot, un bâti auxiliaire, oscillant autour d'un axe (A) fixe sur le bâti, porte une touche centrale (T) qui appuie constamment sur la pièce type et, au-dessus des deux pièces à exécuter, deux outils tournant à grande vitesse.

Voyez donc qu'en réglant les outils qui travaillent connue des gouges, de telle façon que la partie inférieure de leur trajectoire soit au niveau de l'extrémité de la touche, on obtiendra deux pièces exactement semblables au modèle en faisant parcourir au chariot la longueur des pièces pendant que celles-ci tournent.



Remarquez que le nombre de pièces importe peu; la figure en comporte deux pour la simplicité des explications, mais la machine pourra par exemple en comporter quatre; il suffit de doubler les outils.

Enfin, notez que l'on peut reproduire ainsi des pièces de forme très complexe, par exemple les formes utilisées par les cordonniers pour monter les chaussures ou les sabots et que, dans le domaine de la machine de fabrication, on peut imaginer des mécanismes pour remplacer la main de l'ouvrier pour la plupart des opérations à effectuer.

## LES MACHINES COMBINÉES 75

### GENERALITES

Nous avons étudié dans les leçons précédentes la plupart des machines utilisées dans le travail mécanique des bois. Vous avez pu remarquer que dans chacune d'elles on distinguait un bâti qui demandait à être lourd et trapu, un arbre porte-outil et, enfin, un entraînement de cet arbre par poulie ou directement par moteur électrique.

Il était logique de songer à la conception de machines particulières dans lesquelles un même bâti, un même entraînement, voire un même arbre porte-outil, permettraient d'effectuer tous les travaux mécaniques que nous venons d'étudier.

Il existe actuellement un grand nombre de ces machines dites *combinées* dont le prix et l'encombrement sont évidemment très inférieurs à ceux de l'ensemble des types de machines qu'elles peuvent remplacer. Par contre, elles ne permettent généralement pas de mener simultanément plusieurs opérations; aussi leur emploi est-il tout indiqué chez l'artisan qui ne dispose pas toujours d'une place et des capitaux suffisants pour s'équiper en machines individuelles et qui, travaillant souvent seul, utilise la machine combinée d'une manière rationnelle.

### LES TYPES DE COMBINÉES

Il était tentant pour un constructeur mécanicien de chercher la combinaison qui permette, sur le même bâti et avec la même commande, d'établir la machine universelle. Cette machine pouvait être utilisée convenablement par l'artisan travaillant seul. Cependant, il n'en était plus de même dans une petite entreprise utilisant deux ou trois ouvriers; c'est pourquoi vous trouverez un nombre important de modèles, depuis la machine absolument universelle assurant sciage, rabotage, mortaisage, toupillage, jusqu'à la machine où seuls peuvent être exécutés dégauchissage et rabotage.

Toutefois, dans toute cette gamme de productions diverses, il semble que la machine représentée sur la *figure 1* soit la plus pratique et, peut-être de ce fait, la plus courante actuellement.

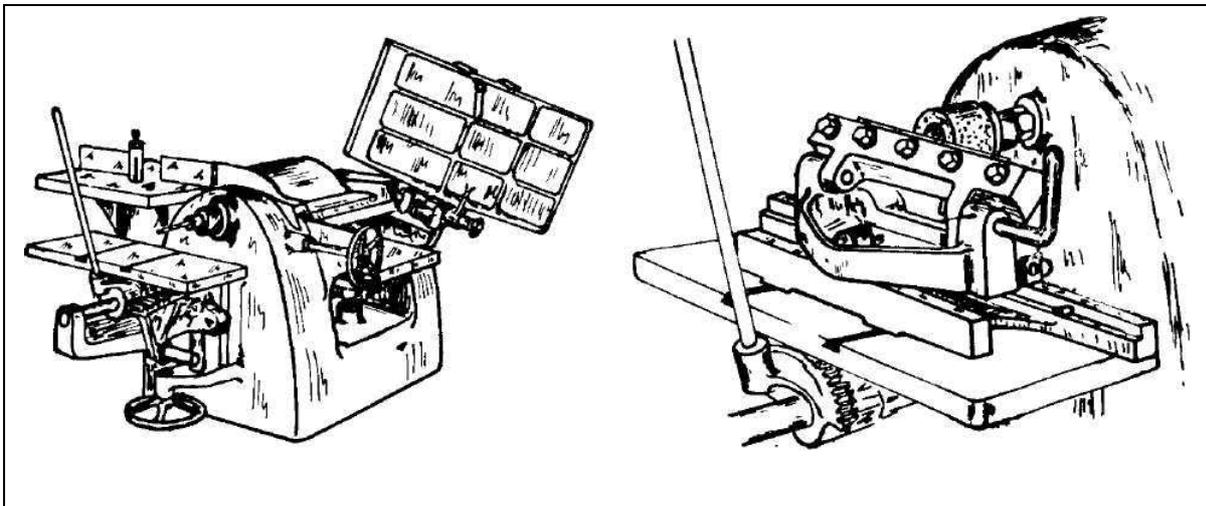


Fig. 1

Fig. 2

Sauf pour le toupillage, c'est le même arbre qui permet le dégauchissage, le rabotage, le mortaisage; grâce à des montages particuliers fixés sur la table de mortaisage, sont également possibles l'affûtage (*fig. 2*), le toupillage horizontal et le sciage à la scie circulaire.

L'inconvénient de ces machines est le relevage des tables de dégauchissage qui entraîne parfois des dérèglages nuisibles à la précision de l'opération; ce relevage est nécessaire pour l'évacuation des copeaux lors du rabotage; en prenant quelques précautions, on arrive à conserver une position convenable des tables.

## **LES MACHINES SPECIALES**

Avant de terminer l'étude des machines sur lesquelles la matière est travaillée à l'aide d'un outil en acier, nous allons rapidement énumérer certaines machines, peu utilisées dans l'artisanat, mais dont vous devez connaître l'existence.

### **Les moulurières et les parquetteuses.**

Le bois brut de sciage est engagé dans la machine d'où il ressort travaillé sur trois ou quatre faces. Ces machines munies de plusieurs arbres porte-outil exigent des réglages minutieux; suivant leur complexité et leurs possibilités, elles couvrent une gamme très étendue allant de la petite machine permettant la fabrication des coquilles de crayon à la machine de grandes dimensions permettant de travailler des sections de 240 x 100 mm, pouvant demander pour son entraînement une puissance d'une centaine de chevaux-vapeur et dont le poids dépasse trois tonnes.

### **Les perceuses et défonceuses**

Les premières sont peu utilisées dans les ateliers de travail du bois puisque l'on peut toujours monter la pièce sur la table de la mortaiseuse et percer à l'aide d'une mèche montée sur la broche, mais on est quelquefois amené à utiliser une sorte de perceuse perfectionnée à qui l'on donne le nom de défonceuse.

L'arbre porte-outil, à l'extrémité duquel on peut fixer une mèche ou une lame, est vertical ; il peut se déplacer en hauteur et être immobilisé dans une position quelconque à l'aide d'un blocage.

Sur certaines machines dites universelles, l'arbre est même orientable. La pièce de bois à travailler est fixée sur une table horizontale que l'on peut régler en hauteur et à laquelle on peut communiquer un mouvement longitudinal et un mouvement transversal.

### **Les machines à dresser les bois en bout**

Le principe de fonctionnement est très simple : une lame d'acier tranche les fibres et enlève une sorte de copeau en bois de bout comme le ferait le rabot.

### **Machines diverses**

Enfin sachez qu'il existe un nombre important de machines étudiées spécialement pour exécuter une seule opération dans les travaux de série. C'est ainsi que vous pouvez trouver des machines :

- pour exécuter les broches rondes des rais de roues,
- pour percer et aléser les moyeux de roues,
- pour *doler*, c'est-à-dire amincir vers leur milieu les douves des tonneaux,
- pour dresser les champs de ces douves, etc..

## TRAVAIL MECANIQUE DES BOIS

### LE PONÇAGE

Dans notre dernière leçon, nous avons terminé l'étude des machines à outil acier; avant d'achever le chapitre du travail mécanique des bois, il nous reste encore à étudier le ponçage, domaine où la machine a fait aussi son apparition.

Dans l'opération de ponçage, on ne peut pas donner à l'organe de la machine qui attaque le bois l'appellation d'outil meule, comme on le fait en mécanique dans les opérations de rectification, parce qu'il ne s'agit pas d'une meule usinant le bois; mais il existe tout de même dans ces machines un organe qui travaille la matière, qui s'use et auquel nous pouvons donner le nom d' *outil abrasif*.

#### L'OUTIL-ABRASIF

L'outil se présente sous la forme de feuilles de formes diverses dont une des faces est recouverte d'un abrasif maintenu par collage. On distingue donc :

- UN SUPPORT qui peut être du papier spécial dit parcheminé, du papier entoilé ou de la toile;
- UN ABRASIF qui autrefois était fait de verre ou de silex mais qui, actuellement, est souvent fait de roches particulièrement dures, que l'on trouve en Amérique du Nord et qui portent le nom de grenat ou encore, pour le travail de bois très durs (ébène, buis), de corindon artificiel ;
- UN LIANT, sorte de colle qui attache l'abrasif sur son support et dont la composition varie suivant l'usage auquel est destiné l'outil abrasif.

Les formes des feuilles sont fort variables et correspondent à la machine pour laquelle elles sont préparées. On trouvera des rouleaux, des bandes, des disques, etc.. Leur stockage demande une attention particulière; il faut à la fois éviter l'humidité et une trop grande sécheresse.

#### LES MACHINES

##### Les lapidaires

La *figure 1* vous donne l'allure générale de cette machine dont l'ancêtre semble être le montage obtenu sur un tour en collant un disque de papier de verre sur un plateau en bois et en fixant à la place du porte-outil une table support de pièces. La feuille abrasive est maintenue à l'aide d'un cercle en acier comme il est indiqué sur la figure ou à l'aide d'une couronne qui se fixe à plat sur le plateau. La tension de la feuille est obtenue en humectant légèrement le revers avant montage et l'on calcule la vitesse de rotation de manière à ne pas dépasser à la périphérie une vingtaine de mètres par seconde.

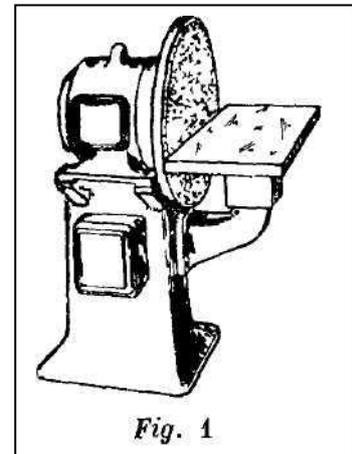
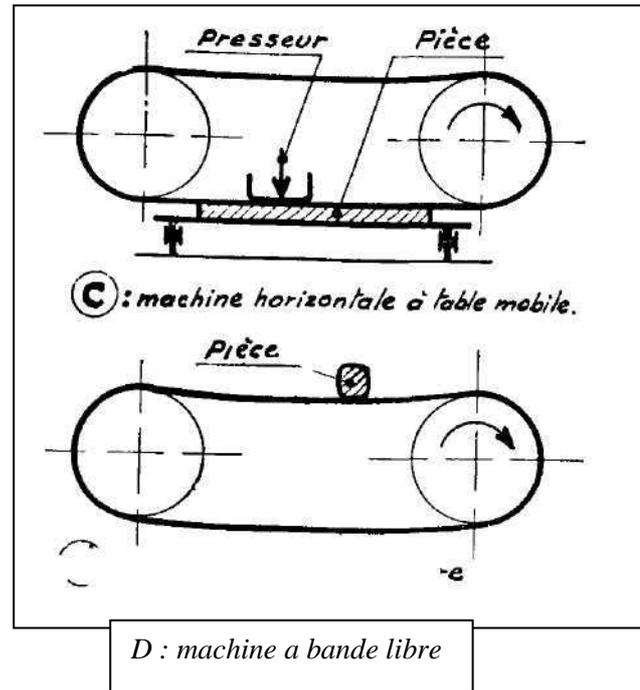
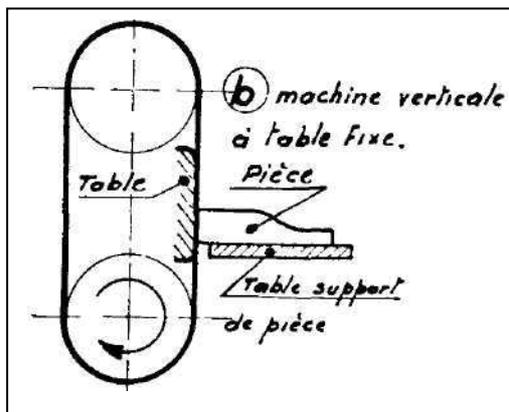
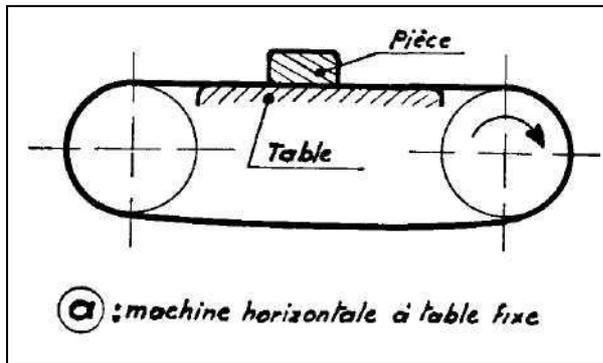


Fig. 1

## Les ponceuses à bandes

L'outil est une bande abrasive montée comme une courroie sur deux poulies; les croquis de la figure 2 vous donnent une idée des principes de fonctionnement.



En (a), la pièce est appuyée sur la table sur laquelle passe la courroie -

En (b/), le principe est le même mais la pièce est maintenue sur un support.

En (G), l'ouvrage est fixe sur table mobile et la bande est pressée sur la pièce.

En (d), la bande est libre et l'on pourra poncer sur cette machine les pièces obtenues sur machine à reproduire.

Notez que la vitesse de la bande varie entre 12 et 18 mètres à la seconde et que vous trouverez souvent sui ces machines à bandes un lapidaire monté sur l'arbre de la poulie motrice.

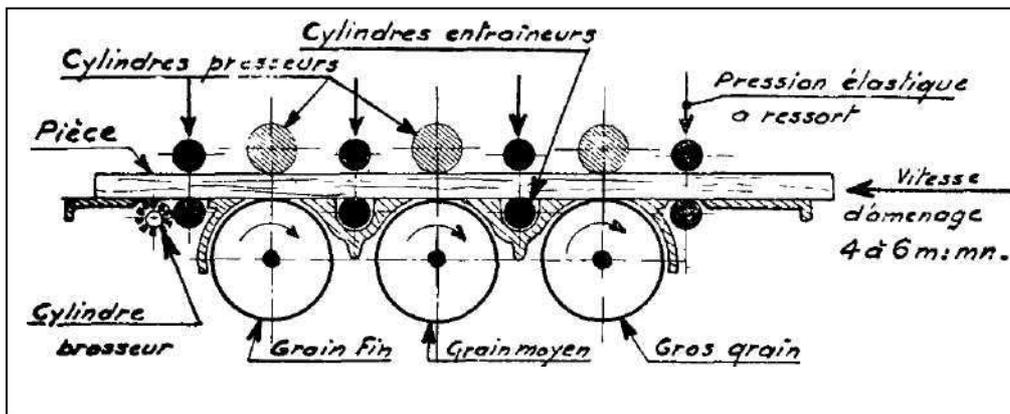
## Les ponceuses à bobines

Elles se composent uniquement d'un arbre tournant à quelque mille tours/minute, à l'extrémité de cet arbre un manchon garni d'une feuille d'abrasif représente l'outil.

Dans certaines machines, le manchon est animé d'un mouvement de va-et-vient dans le sens de son axe afin d'éviter les stries dues a des grains proéminents.

## Les ponceuses à tambours

La figure 3 nous en donne le principe de fonctionnement, le ponçage est obtenu par la rotation de *tambours* sur lesquels est monte l'abrasif enroulé cylindriquement ou en hélice Ces tambours sont animés d'un mouvement de va-et-vient dans le sens de leur axe de rotation afin d'éviter la formation des rayures. A l'entrée, on dispose des abrasifs à gros grains et vers la sortie des abrasifs a grains fins.



### Les ponceuses commandées par flexible

Un moteur, monté sur un chariot pouvant se déplacer sur un rail, actionne un flexible qui commande en rotation un plateau recouvert d'abrasif et dont l'axe est maintenu dans une poignée creuse. C'est par excellence la machine portable dont l'outil abrasif pourra faire place à un outil de perçage ou à tout autre outil de coupe.

### REMARQUE IMPORTANTE

Le ponçage mécanique a pris une très grande importance depuis quelques dizaines d'années; il faut maintenant considérer les machines à poncer au même titre que les machines classiques telles les raboteuses, les mortaiseuses, les toupies, etc.. et nous ne saurions trop vous conseiller de vous documenter sur cette question au fur et à mesure des progrès réalisés en mécanique et dans la fabrication des abrasifs.

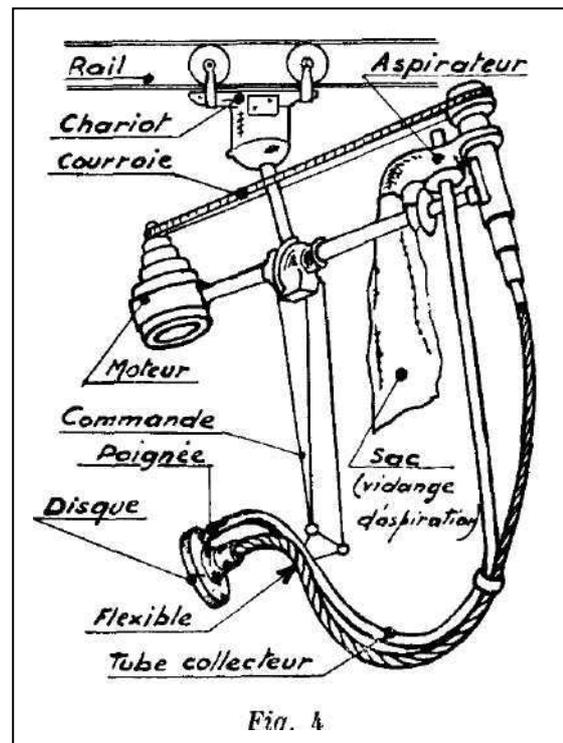


Fig. 4

## L'AFFÛTAGE 77

Au cours des leçons précédentes, nous vous avons donné des notions élémentaires sur l'affûtage des outils utilisés sur les machines étudiées.

Le but de cette leçon est une étude plus approfondie de l'affûtage, opération à laquelle l'artisan ne prête pas toujours suffisamment d'attention et qui pourtant est primordiale. Il nous suffira de rappeler qu'il existe dans les scieries importantes des spécialistes de l'affûtage et que, dans certaines régions forestières, il a été créé récemment un certificat d'aptitude professionnelle d'affûteur.

### L'ENTRETIEN DES LAMES DE SCIES A RUBAN

Sans connaître d'une façon très détaillée l'entretien des lames des scies à ruban de gros débit, il est nécessaire que vous n'ignoriez pas certains principes.

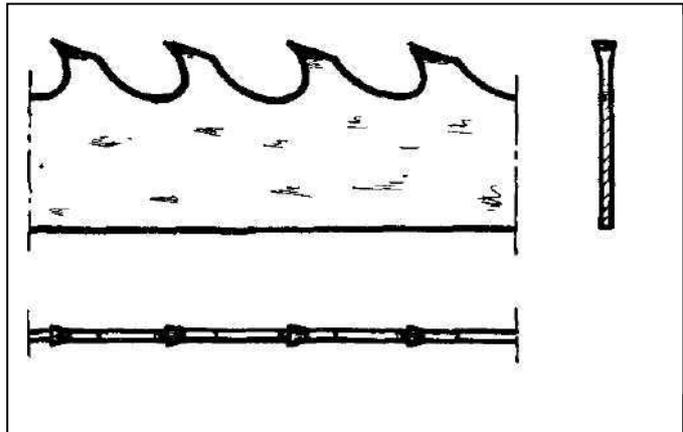
C'est ainsi qu'il vous faut savoir :

— que la section de ces lames, une fois cintrée à la forme du volant, est légèrement concave afin d'épouser la forme convexe de la section du volant supérieur et de donner ainsi un sciage correct;

— que cette forme particulière, nécessaire pour l'obtention d'un bon sciage, est conservée en faisant subir à la lame sans fin une sorte de laminage à froid à l'aide d'un appareil appelé *appareil à tendre*;

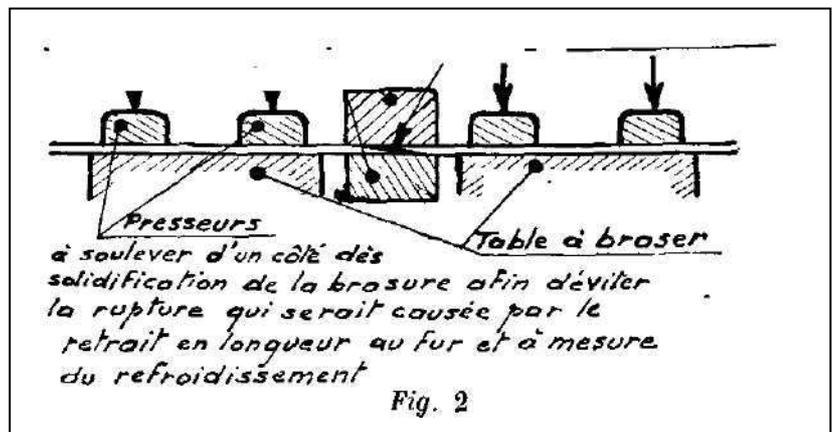
— que l'affûtage de ces lames de grande largeur est généralement obtenu à l'aide d'un outil meule qui, dans son déplacement, donne la forme de la dent;

— que la voie, généralement obtenue par écrasement (*fig. 1*), est donnée en deux opérations, la première provoquant l'écrasement proprement dit, la seconde la régularisation de cet écrasement.



Pour les lames des scies à ruban de menuiserie et en complément de la leçon sur le sciage mécanique, la *figure 2* vous donne le principe du brasage.

Sachez que la voie de ces rubans sera donnée à la main, à l'aide d'un tourne à gauche ou d'une pince à avoyer, ou encore à l'aide d'appareils fixés sur le banc d'affûtage et actionnés mécaniquement ou à la main.



### L'ENTRETIEN DES SCIES CIRCULAIRES

L'affûtage des disques s'effectue généralement à la lime et à la main.

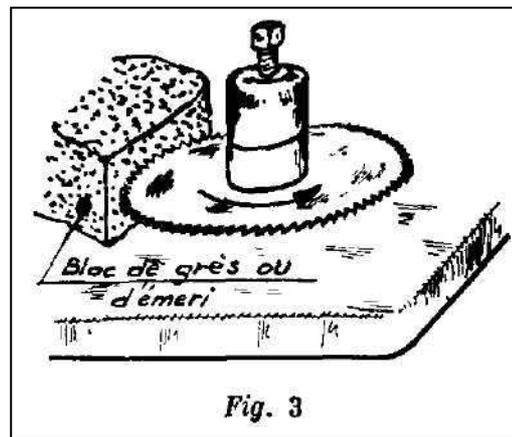
Cependant, l'entretien d'un disque de grand diamètre demande d'autres soins que l'affûtage des dents. Le disque a besoin d'être retendu et même redressé et l'opération de martelage à laquelle on a recours est délicate.

Pour les disques de diamètres courants, on a soin, avant l'affûtage proprement dit, de *faire tourner rond* l'outil à affûter, ceci afin de conserver la partie coupante des dents sur une même circonférence concentrique à l'alésage.

Pour obtenir ce résultat, on monte l'outil sur la machine, on le fait tourner à sa vitesse normale et on use l'extrémité des dents à l'aide d'un morceau de meule en grès ou d'émeri (fig. 3).

Lorsque toutes les dents ont été touchées, il suffit, en limant, de respecter la marque laissée par cette *mise au rond* pour que toutes les dents travaillent de la même manière.

La voie aussi est généralement donnée à la main; toutefois, pour les grands disques, des appareils très simples permettent d'obtenir l'inclinaison des dents à l'aide d'une sorte de poinçon sur lequel on frappe au marteau.



Enfin, notez que certaines machines permettent à la fois l'affûtage mécanique des lames de scies à ruban et celui des scies circulaires.

### ENTRETIEN DES FERS DE RABOTAGE

Les angles d'affûtage ont été donnés dans la leçon sur les raboteuses.

Sur la *figure 2* de la leçon sur les machines combinées, vous pouvez voir le principe de fonctionnement des machines utilisées pour l'affûtage : une meule d'émeri tourne à grande vitesse et devant elle se déplace l'outil.

Le déplacement du fer se fait à la main sur les machines simples et mécaniquement sur les machines à grand rendement. L'affûtage avec arrosage est vivement recommandé afin d'éviter les échauffements qui modifient les caractéristiques de l'acier.

Notez enfin qu'il existe des appareils permettant la rectification des fers sur la machine elle-même.

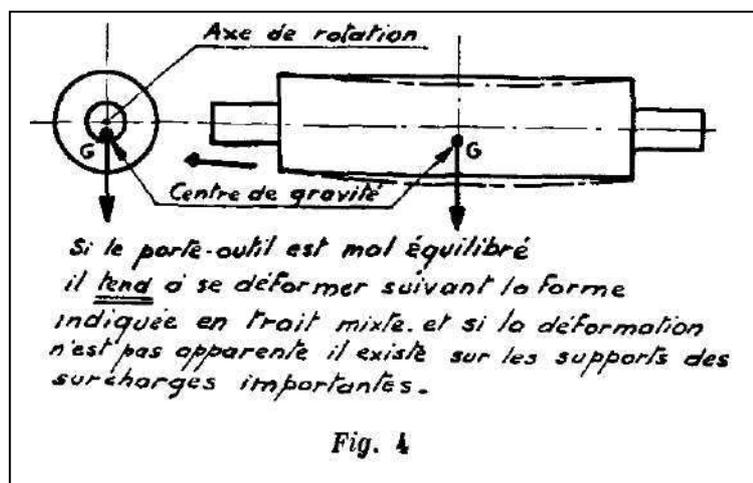
### ENTRETIEN DES OUTILS CIRCULAIRES DE TOUPIE ET DE TENONNEUSE

Ces outils *ne doivent jamais être affûtés sur leurs faces extérieures*. Le meulage de la face intérieure de la partie active doit s'opérer sur machine spéciale afin de conserver un parfait équilibrage de l'outil; la résine qui peut adhérer aux surfaces non meulées doit être enlevée à l'essence ou au pétrole.

### NOTIONS SUR L'EQUILIBRAGE DES OUTILS DE GRANDE VITESSE

Au cours de la leçon sur les dégauchisseuses, il vous a été expliqué que les fers des dégauchisseuses devaient être de même poids pour éviter le balourd sur la partie tournante. Essayons dans cette leçon d'apporter quelques explications sur ce sujet.

Un organe en rotation a du *balourd* quand son centre de gravité n'est pas situé exactement sur son axe de rotation. Que se passe-t-il alors aux grandes vitesses ? La force centrifuge, dont vous avez calculé au cours d'un devoir l'effet à une vitesse relativement faible, tend à des vitesses élevées à déformer l'organe en mouvement (fig. 4) et est la cause d'efforts importants sur les paliers.



C'est pour que le centre de gravité de l'ensemble lames porte-outil soit situé sur l'axe de rotation qu'il est recommandé d'utiliser des lames de même poids et c'est pour une raison semblable que l'on cherche à équilibrer les fers drapeaux utilisés dans le toupillage.

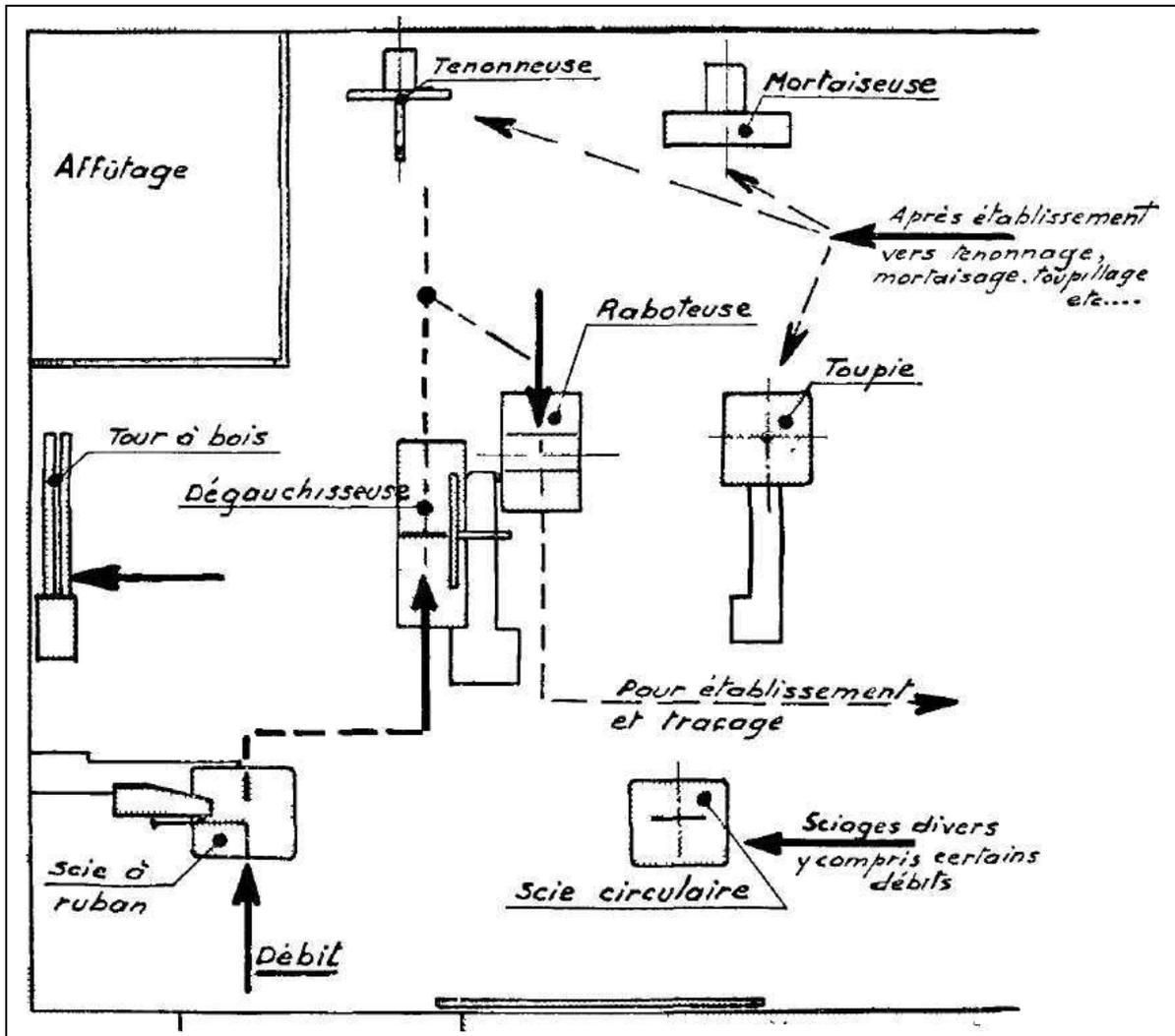
Notez encore que cet équilibrage est dit *statique* (du mot *état = repos*) et qu'il se vérifie à l'aide d'appareils appelés *bancs d'équilibrage*.

Sachez enfin qu'aux très grandes vitesses il faut encore tenir compte d'un autre genre d'équilibre, appelé cette fois *dynamique* (du mot grec *dunamis = force*), et que les constructeurs s'efforcent d'obtenir dans leurs constructions.

# L'ATELIER

## LA DISPOSITION DES MACHINES 78

En conclusion de ce cours de technologie qui, nous l'espérons, aura suscité en vous le désir de connaître dans tous leurs détails des questions dont nous avons souvent dû abrégé le développement, nous allons vous présenter une disposition type de machines dans un atelier artisanal.



Mais, là encore, cette disposition type convient pour un local et pour des types de machines déterminés; cet exemple doit vous permettre de comprendre l'utilité et l'importance de l'organisation du travail chez l'artisan tout comme dans une grande entreprise.

L'organisation rationnelle du travail conduit à cette productivité dont on parle tant dans les revues techniques.

Organiser une production, ce n'est pas chercher une augmentation de la cadence de travail et du rendement à tout prix sans souci de celui qui travaille; c'est, au contraire, mettre en œuvre tous les moyens possibles pour aider et améliorer les conditions de travail de celui qui produit.

C'est ainsi que l'implantation des machines dans un atelier doit être faite en respectant les principes de base suivants :

- chercher à éviter les manœuvres inutiles,
- chercher à éviter les causes d'accidents,
- chercher à faciliter toutes les manutentions en particulier celles des pièces lourdes et encombrantes,
- chercher à faciliter la mise à la cote : éclairage du trait à la scie à ruban, à la mortaiseuse, éclairage de la graduation à la raboteuse, etc..

Pour que soient respectés ces principes, la meilleure méthode consiste :

a) A dessiner au 1 /100° ou au 1/50° le local à aménager, puis à installer sur la surface ainsi représentée des silhouettes de machines découpées dans du carton léger et représentant à l'échelle choisie le matériel que l'on désire utiliser.

b) A faire passer sur chaque machine, par la pensée, une pièce de construction courante dans l'ordre normal des opérations d'usinage et jusqu'à sa finition.

Remarquez qu'il n'y a ainsi aucun déplacement de machine sur place, donc aucun frais de main-d'œuvre et aucun risque de bris de matériel. De plus, chaque geste inutile que l'on aura évité par une étude rationnelle de l'implantation sera un gain de temps en fabrication et une fatigue moindre pour le compagnon.