

2.1. INTRODUCTION

L'usinage par enlèvement de matière consiste à réduire progressivement les dimensions de la pièce par enlèvement du métal à froid et sans déformation en utilisant un outil. La quantité de matière enlevée est dite copeaux et l'instrument avec lequel est enlevée la matière est appelé outil de coupe. L'opérateur utilise des machines dites machines-outils pour réaliser l'usinage d'une pièce. Dans ce chapitre nous présentons les tours de production, qui contient des définitions, procédé de tournage, l'organisation et fonctionnement d'un tour a tourelle revolvre. [9]

2.2 .PROCÉDÉ DE TOURNAGE

2.2.1 Définition

Le tournage est un procédé de fabrication mécanique par coupe (enlèvement de matière) mettant en jeu des outils à arête unique. La pièce est animée d'un mouvement de rotation (mouvement de coupe), qui est le mouvement principal du procédé, l'outil est animé d'un mouvement complémentaire de translation (rectiligne ou non) appelé mouvement d'avance, permettant de définir le profil de la pièce. La combinaison de ces deux mouvements, ainsi que la forme de la partie active de l'outil, permettent d'obtenir des usinages de formes de révolution (cylindres, plans, cônes ou formes de révolution complexes). [10]

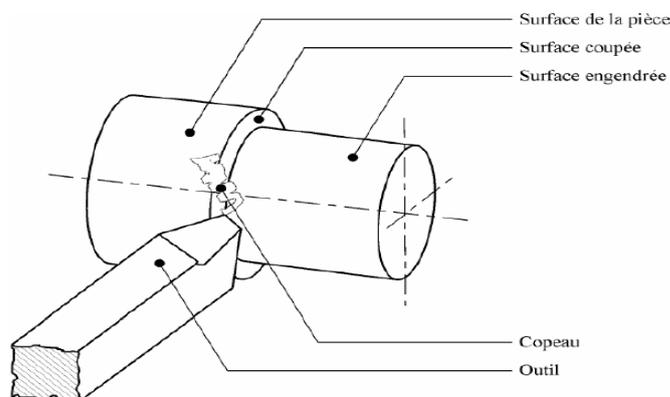


Fig 2.1 Procédure de tournage. [11]

2.2.2. Principe de tournage

La pièce est animée d'un mouvement circulaire uniforme c'est le mouvement de coupe M_c . L'outil est animé d'un mouvement de translation parallèle ou oblique par rapport à l'axe de rotation c'est le mouvement d'avance M_f . Dans son mouvement, la pointe de l'outil décrit une ligne appelée génératrice qui transforme la pièce en un solide de révolution, en faisant varier le déplacement de l'outil (mouvement radial) il sera possible d'obtenir tous les solides de révolution tels que cylindre, cône, sphère;...etc. [10]

Le tournage permet également le façonnage des formes intérieures par perçage, alésage, taraudage

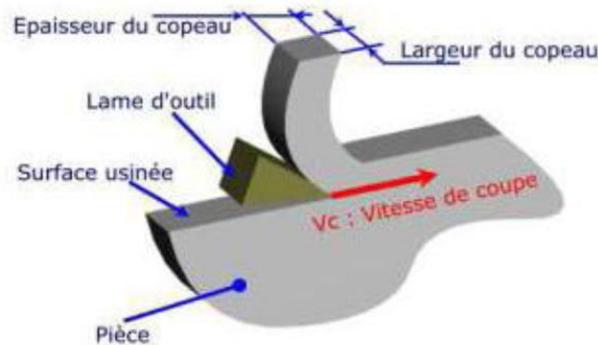


Fig.2.2 Principe de tournage. [9]

2.2.3. Opérations de de tournage

Tab2.1: Les différentes opérations de tournage

Type d'opération	Définition	Exemple
Chariotage	Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.	
Alésage	Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique intérieure.	
Dressage	Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure.	
Perçage	Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'une forêt.	
Rainurage	Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement d'un circlips ou d'un joint torique par exemple.	
Chanfreinage	Opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle vif.	
Tronçonnage	Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.	
Filetage	Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.	

2.2.4 Conditions de coupe en tournage

Les paramètres de coupe sont choisis mécaniques de la matière à usiner et de l'outil. Ils sont indépendants de la machine utilisée et des caractéristiques géométriques de la pièce et de l'outil.

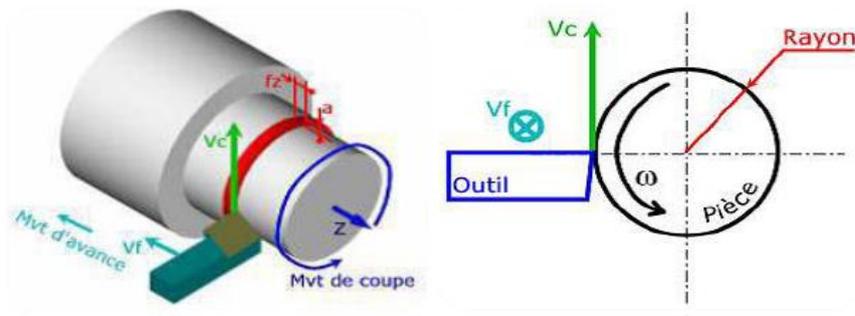


Fig.2.3 : Conditions de coupe. [9]

2.2.4.1. Vitesse de coupe

La pièce est entraînée sur le tour à une certaine vitesse ω rad/s, (soit, N tr / min) vitesse angulaire étant communiquée par la broche de la machine via le porte-pièce. Compte tenu du diamètre de la pièce au point d'usinage situé sur un diamètre D, la vitesse relative de la pièce en ce point par rapport à l'outil (supposé fixe par rapport à la machine) vaut:

$$V_c = \frac{\pi DN}{1000} \text{ (m/min)}$$

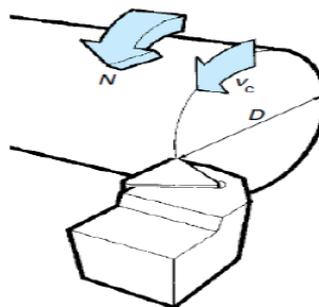


Fig.2.4. Vitesse de coupe. [10]

Cette vitesse est appelée vitesse de coupe soit, avec les unités traditionnelles de la fabrication mécanique.

- V_c : vitesse de coupe (m / min)
- D : Diamètre de la pièce (mm)
- N : Fréquence de rotation (tr / min)

Il convient d'observer que la vitesse de coupe n'est constante que si la vitesse de broche et le diamètre de la pièce demeurent inchangés. En dressage, par exemple où l'outil se déplace en direction du centre, la vitesse de coupe varie continuellement si la rotation de la pièce s'effectue à une vitesse de broche constante. Or, pour une productivité maximale et une meilleure qualité des surfaces obtenues, il est souhaitable de maintenir la vitesse de coupe constante. Sur un grand nombre de tours modernes, la vitesse de broche augmente au fur et à mesure que l'outil approche de l'axe, afin de compenser ainsi la diminution de diamètre. Mais dans le cas de très petits diamètres, cette compensation se révèle impossible du fait de la plage de vitesse limitée qu'autorisent les machines. De même, lorsqu'une pièce, comme cela est souvent le cas, présente des diamètres différents ou est de forme conique ou courbe, la fréquence de rotation doit être corrigée en fonction du diamètre, pour maintenir la vitesse de coupe constante. Le préparateur choisit cette vitesse de coupe en fonction, notamment:

- des matériaux de la pièce et de l'outil
- de la lubrification
- De la durée de vie souhaitée pour l'outil.

2.2.4.2 Vitesse d'avance V_f , Avance par tour f

La vitesse d'avance V_f (mm / min) est la vitesse à laquelle la machine déplace l'outil par rapport au bâti. L'avance par tour f (mm/ tr) est la valeur du déplacement de l'outil, lorsque la pièce a effectué une révolution. C'est une donnée clé pour la qualité de la surface usinée. L'avance influence non seulement sur l'épaisseur des copeaux, mais également sur la manière dont ils se brisent.

$$V_f = f \times N \text{ (mm / min)}$$

V_f : Vitesse d'avance (mm / min)

f : L'avance (mm)

N : Fréquence de rotation (tr / min)

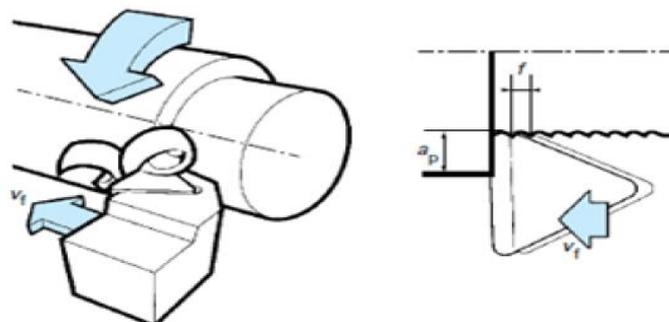


Fig 2.5: Vitesse d'avance V_f . [10]

2.2.4.3. Les types d'avances

On distingue trois sortes d'avance:

a) Avance longitudinal

On appelle avance longitudinale si l'outil se déplace parallèlement à l'axe de l'ébauche.

b) Avance transversale

On appelle avance transversale si l'outil se déplace perpendiculairement à l'axe de l'ébauche.

c) Avance oblique

On appelle avance oblique si l'outil se déplace sous un angle par rapport à l'axe de l'ébauche.

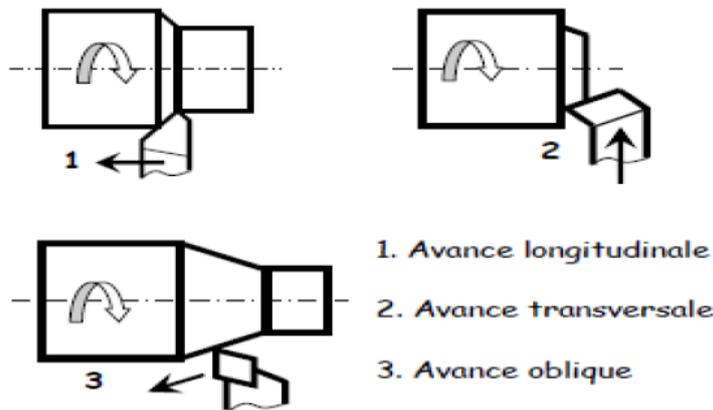


Fig 2.6: Différente types d'avance. [10]

2.2.4.4. Profondeur de passe « a »

La profondeur de passe notée **a** en (mm), correspond à la longueur de l'arête de coupe engagée dans la matière, dans le cas de la coupe orthogonale, et à la différence entre le rayon de la pièce avant et après usinage, dans le cas du tournage. La profondeur de coupe est toujours mesurée perpendiculairement à la direction de l'avance et non pas suivant l'arête de l'outil.

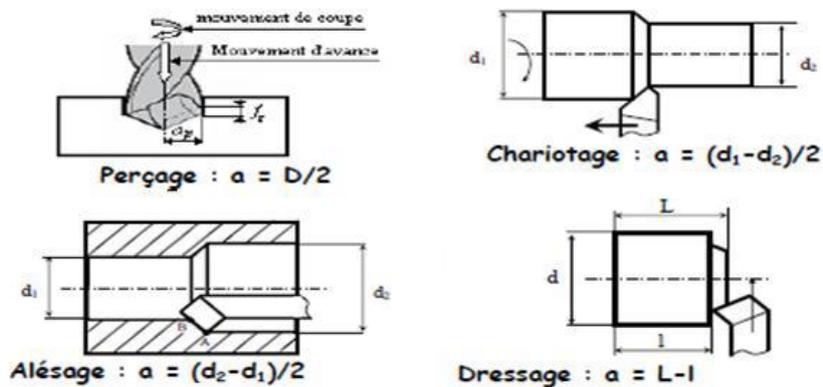


Figure 2.7. Les profondeurs de passe. [10]

2.2.4.5. Paramètres géométriques de coupe

La distance entre la surface de la pièce et la surface engendrée est appelée profondeur de passe. Cependant, afin d'arriver à la dimension finale de la pièce, on doit souvent effectuer plusieurs passes. La passe est définie comme la couche de matière de la pièce qui doit être enlevée par un passage unique de l'outil de coupe. La partie de matière usinée entre la surface de la pièce et la surface finale désirée (après avoir effectué toutes les passes nécessaires) est appelée surépaisseur d'usinage. On appelle la coupe la couche de matière qui est enlevée par une action unique de la partie active et transformée en copeaux. Ces différents paramètres sont illustrés à la **figur** suivant:

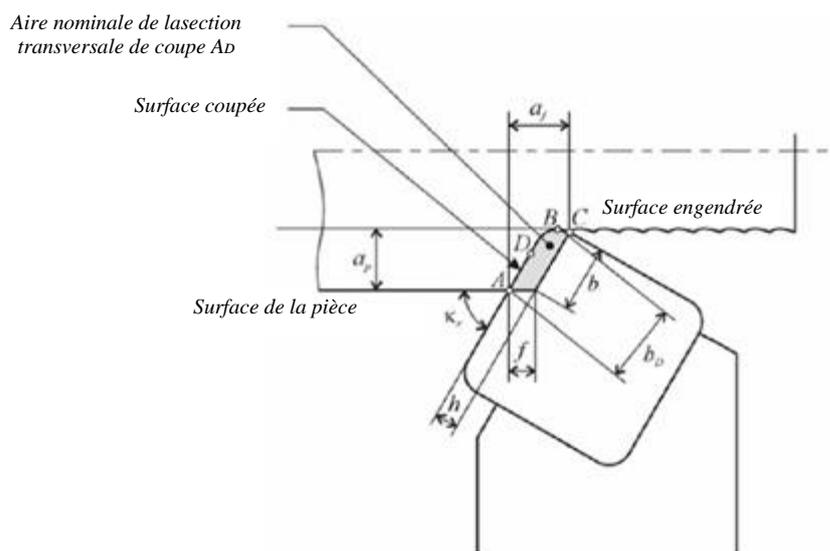


Fig 2.8: Paramètres géométriques de coupe. [12]

a_p : Profondeur de coupe.

a_f : Engagement de l'arête.

f : Avance.

h : Épaisseur de coupe.

b : Largeur de coupe.

b_d : Largeur nominale de coupe.

K_r : Angle de direction d'arête.

D : Point principal de l'arête.

2.2.5 Éléments d'outil

Il existe une grande diversité d'outils de coupe. Toutefois, les principaux éléments des différents outils sont semblables. Ainsi, afin de simplifier la compréhension de différents éléments définissant un outil quelconque, nous nous baserons sur un outil de coupe en tournage. Les définitions peuvent ensuite être déduites pour tout autre type d'outil.

2.2.5.1 Faces et arêtes de l'outil

Un outil coupant est constitué d'un corps d'outil et peut comporter une ou plusieurs parties actives, intersection de deux surfaces (A_α , A_γ , Figure 2.9). La partie active peut être constituée du même matériau que le corps, on parle alors d'outils monoblocs (carbures et aciers rapides) ou d'un matériau différent (inserts rapportés ou plaquettes pour les carbures, les cermets, les céramiques, les polycristallins de bore ou de diamant). La présente le vocabulaire relatif aux différentes parties actives d'un outil de tournage. En plus de cette description de la géométrie locale des outils, il existe une norme (ISO 1831) permettant de décrire les différentes parties constitutives des outils de tournage à plaquettes rapportées, systématiquement utilisés aujourd'hui. Cette description indique une large part des caractéristiques des outils, à l'exception de la géométrie locale des brise-copeaux frittés sur les faces de coupe, et à l'exception de la composition des plaquettes et de leurs revêtements. Ce sont en fait les deux points clés qui font la spécificité des fabricants d'outils [9]

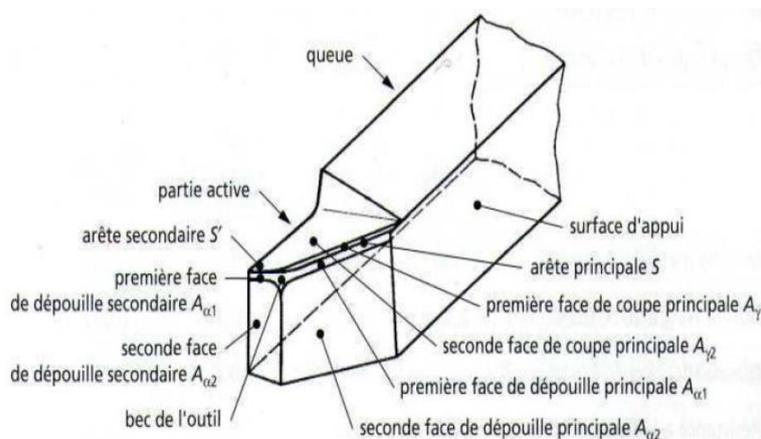


Fig 2.9: Arêtes et parties actives d'un outil de tournage. [11]

La partie de l'outil impliquée directement dans la coupe est appelée taillant. Elle est limitée par trois faces, la face de coupe le long de laquelle glisse le copeau et les deux faces de dépouille (principale et secondaire) le long desquelles passent les surfaces coupée et engendrée. On appelle une arête un bord de la face de coupe destiné à l'enlèvement de matière. Dans un outil de tournage simple, on peut distinguer une arête principale, intersection entre la face de coupe et la face de dépouille principale, et une arête secondaire, intersection entre la face de coupe et la face de dépouille secondaire. La jonction des arêtes principale et secondaire forme le bec de l'outil. Il peut être droit, arrondi ou représenter l'intersection vive des deux arêtes. [10]

Généralement, un outil possède un mouvement de coupe et un mouvement d'avance. On en déduit des lors un vecteur résultant du mouvement relatif outil/ pièce exprime par le vecteur V_e . A partir de la, on peut définir deux systèmes d'angles d'un outil de coupe. On définit soit les angles d'outil « en main » par rapport à la direction supposée de coupe V_c (repère nécessaire à la fabrication des outils), soit les angles d'outils « en travail » par rapport à la direction réelle de coupe V_c (repère nécessaire pour connaître les angles effectifs durant la coupe). A l'aide de ces repères, on établit une série de plans et d'angles normalisés permettant de décrire la géométrie locale des outils.

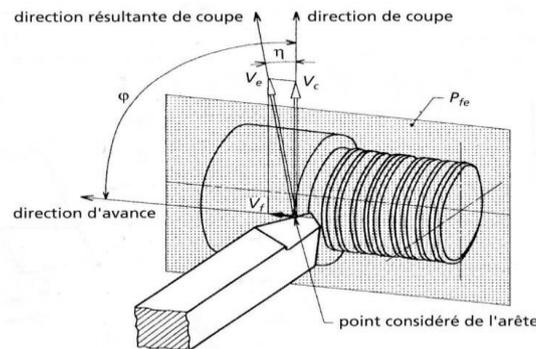


Fig 2.10: Mouvement relatif outil/ pièce en tournage. [10]

2.2.5.2. Angles de l'outil

Pour faciliter l'explication des phénomènes de la coupe il est nécessaire de définir les angles ayant la plus grande influence sur les dits phénomènes. La (figure 2.11) illustre, dans le système de référence outil en main, les trois angles principaux du taillant, l'angle de dépouille α , l'angle de taillant β et l'angle de coupe γ .

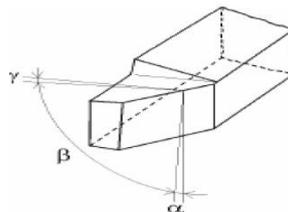


Fig.2.11: Angles du taillant (outil en main). [13]

La (figure 2.12) illustre ces mêmes angles dans les systèmes de référence outil en travail : outil à taille en bout (gauche) et outil à taille de côté ou latérale (droite).

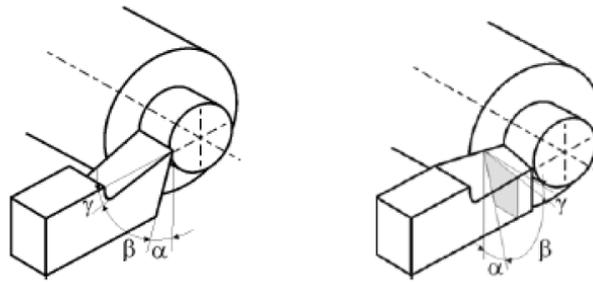


Fig 2.12: Angles du taillant (outil en travail). [13]

Globalement, l'angle de dépouille α influe sur le frottement entre l'outil et la pièce et donc la durée utile de l'outil. L'angle de coupe γ a une influence sur la manière dont s'écoule le copeau sur la face de coupe et ainsi les efforts de coupe, la puissance consommée, les dégagements de chaleur etc. L'angle de taillant β affecte la résistance à la rupture du taillant. La somme de ces trois angles est toujours égale à 90° . $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$

Remarque: Dans le cas où la somme est supérieure à 90° , on parle de coupe négative (γ négatif).

2.3. TOURS DE PRODUCTION

2.3.1. Les tours

Les tours permettent de réaliser des surfaces de révolution et hélicoïdales (filetage) : cylindres, cônes et plans (génératrice perpendiculaire à l'axe de révolution). L'utilisation principale des ces machines est l'usinage des arbres. La pièce, généralement tenue par le mandrin, a un mouvement de rotation (mouvement de coupe) transmis par la broche. L'outil peut se déplacer en translation suivant deux directions. Ces deux directions, perpendiculaires entre elles, appartiennent à un plan auquel l'axe de la broche est parallèle. Le premier mouvement de translation est parallèle à l'axe de la broche. Le deuxième mouvement de translation est perpendiculaire à l'axe de la broche.

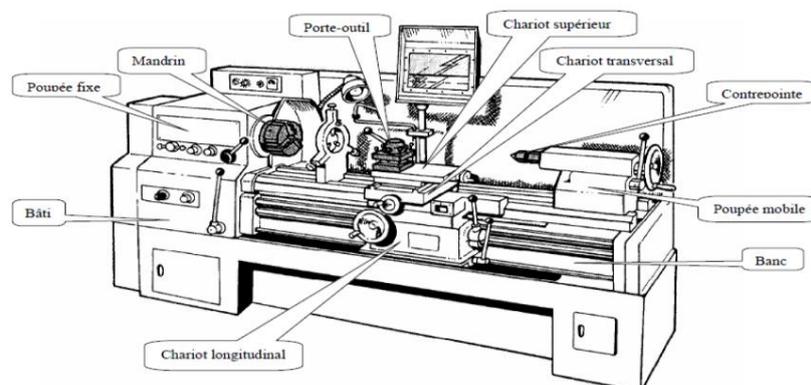


Fig 2.13: Composantes de tour. [12]

2.1.3.1 Classification des machines de tour

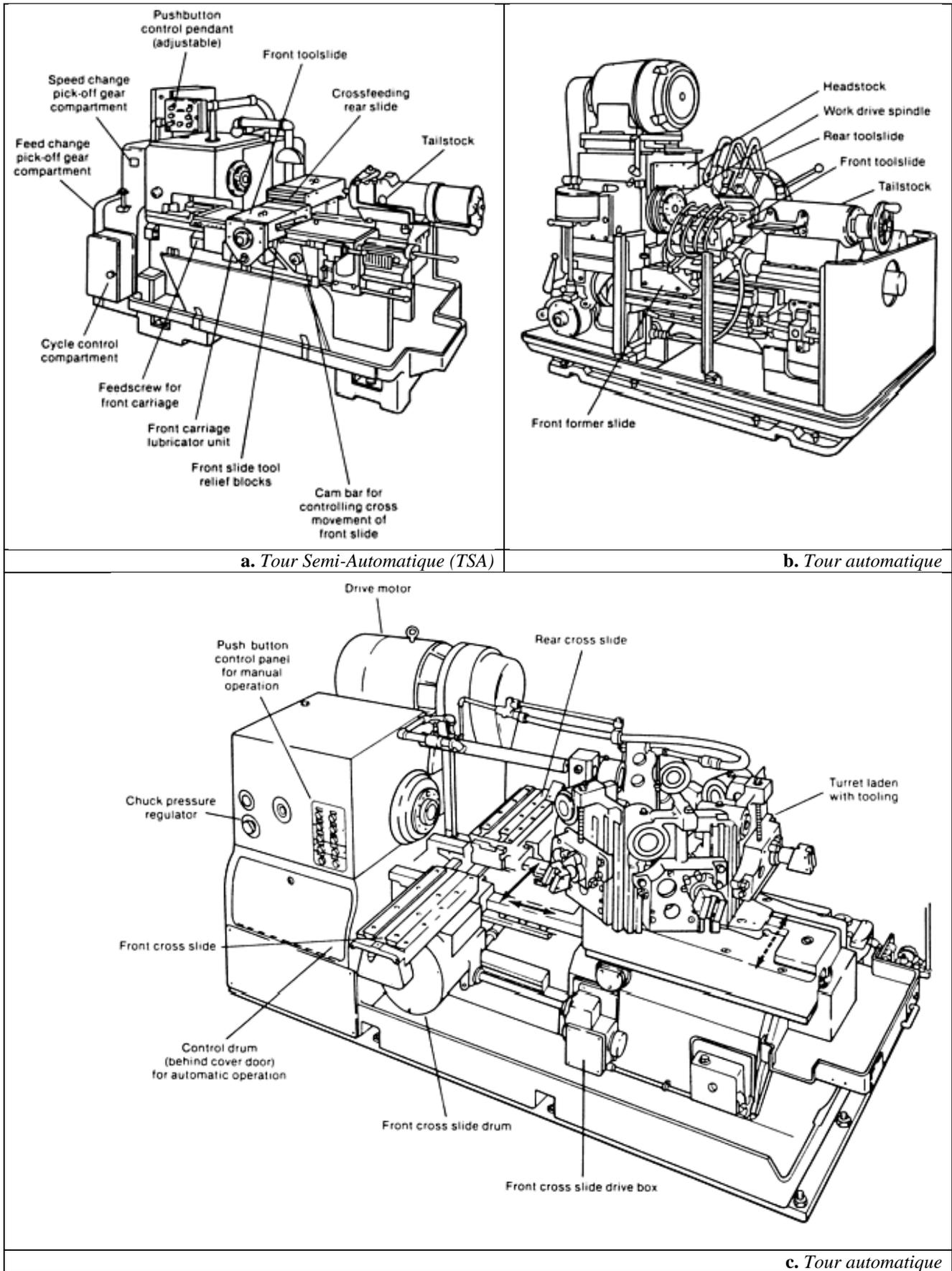


Fig 2.14: : La famille des tours de production

Tab2.2: Les machines outils les plus courantes utilisées pour le tournage. [14]

TYPE	TRAVAUX	Qualité Dimension	Rugosité (Ra en μ)
Tour Parallèle	Pour tout usinage de révolution (toutes pièces outillage) unitaire et très petit série.	7	0.8
Tour à Tourelle Révolver	Petite et moyenne série (petites pièces) dans la barre.	8-9	1.6-3.2
Tour Semi-automatique	Petite, moyenne série (pour petites et moyennes pièces), convient pour phase avec nombreuses opérations.	7-8	1.6
Tourelle à Reproduire avec appareil à copier	Petite, moyenne et grande série, toutes pièces comportant une succession de cylindres, cônes, congés etc...	7-8	1.6
Tourelle à Reproduire à cycle automatique	Petite, moyenne et grande série, toutes pièces.	7-8	1.6
Tour Vertical	Petite et moyenne série, convient aux pièces lourdes et volumineuses.	7-8	1.6
Tourelle d'opération	Petite séries, comporte des butées à réglage rapide et une tourelle à blocs amovibles à position précisée.	7-8	1.6
Tour à outils Multiples	Petite, moyenne série, toutes pièces.	7-8	1.6
Tour automatique mono broche	Moyenne et grande séries, convient pour pièces décolletées dans la barre.	7-8-9	1.6-3.2
Tour Automatique multi broches	Moyenne, grande et très grande séries, convient pour petites pièces, travail dans la barre.	7-8-9	1.6-3.2
Tour à Commande numérique	Moyenne et grande séries pour l'usinage de plusieurs surfaces unitaire pièces complexes.	7-8	1.6
Tour Parallèle à programmer	Petites et moyenne séries, convient pour l'usinage de plusieurs.	8	1.6
Tour Frontal	Petite et moyenne série, travail en l'air.	7-8	1.6
Tour à Flou-Tourner ou à Repousser	Pièces minces. Par déformation à froid des tôles	9-10-11	1.6
Tour Spécialise	Grande et très grande séries, tous pièces.	7-8-9	1.6-3.2

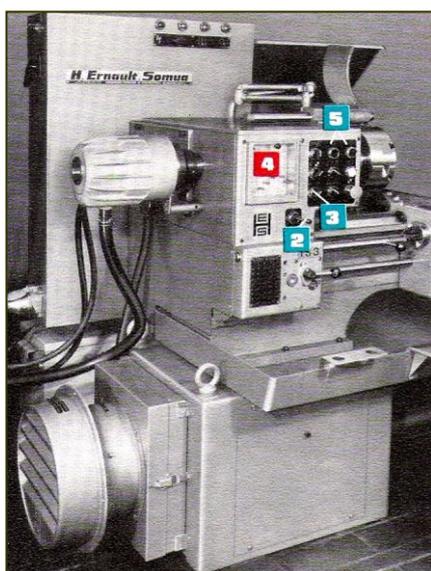
2.3. ORGANISATION D'UN TOUR A TOURELLE REVEOLVER [15]

2.3.1 Description

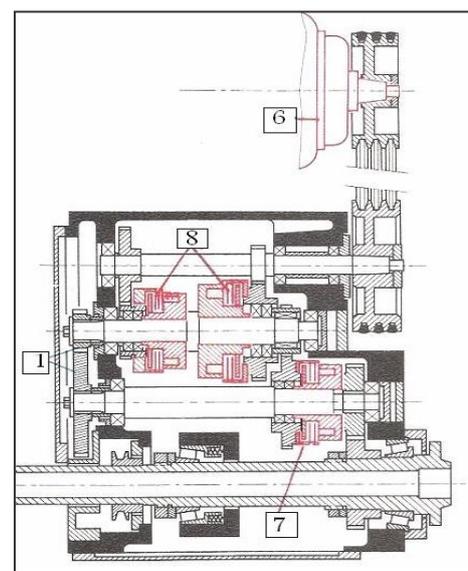
2.3.1.1. Les organes fixes

1°. La poupée fixe

- La programmation de la vitesse de rotation, de l'inversion de sens et de l'arrêt de la broche, donne la possibilité de réaliser sur ce tour des rendements très élevés.
- A l'intérieur de chacune des huit gammes obtenues au moyen de roues interchangeables (1), il existe quatre vitesses de broche résultant de l'action combinée de deux embrayages électromagnétiques (8) et du moteur à deux régimes (6) (figure 2.15a et 2.15b).
- Un troisième embrayage (7), monté sur option dans la poupée, assure, à l'aide de deux régimes du moteur, deux vitesses supplémentaires réduites (invariable quelle que soit la gamme choisie) destinées au taraudage.
- Manuellement, la sélection des vitesses s'effectue par l'intermédiaire d'un manipulateur (2) à quatre positions agissant simultanément sur les embrayages et sur le moteur, tandis que deux boutons poussoirs (5) permettent de choisir le sens de rotation de la broche. Les deux vitesses hors gamme sont sélectionnées par un bouton à deux positions (3).
- En automatique, toutes ses opérations sont réalisées à partir de tableau programme situé sur la face avant de la poupée (4).
- La mise en place des fiches sert à prédéterminer les vitesses correspondant aux faces avant de la tourelle, le sens de rotation et l'arrêt de la broche.
- D'autre part un dispositif de stabilisation de la température permet à la poupée de conserver sa géométrie en cours de travail en éliminant les phénomènes de dilatation.



(a)



(b)

Fig.2.15: Poupée du tour semi-automatique.[15]

a. Le moteur d'entraînement

L'entraînement de la machine-outil se fait par un moteur électrique asynchrone ou moteur à induit. est un transformateur à champ tournant, le stator en est le primaire, il est alimenté par le réseau d'énergie, le rotor en court circuit et libre de tourner, constitue le secondaire, au décollage à l'instant où le rotor est encore immobile les courants triphasés alimentant le stator donnent naissance à un champ tournant à la fréquence de 50 Hz, l'action du champ statique sur les courants statorique produit des forces électromagnétiques qui font tourner le rotor par conséquent ce type de moteur tourne à une vitesse largement inférieure à celle des moteur asynchrone.

b. La boîte des avances et de pas

La boîte des avances permet la sélection des avances d'outil pour les opérations de chariotage, de dressage et les pas pour les filetages. Elle est évaluée en millimètre par tour $\left[\frac{mm}{tr} \right]$

c. La boîte des vitesses

La boîte des vitesses, permet la sélection des vitesses de rotation. Sur certains tours, elle est remplacée par un variateur de vitesse permettant des choix judicieux et la possibilité d'augmenter ou de diminuer progressivement cette vitesse en fonction de la variation du diamètre en cours d'usinage (dressage de face sur des pièces de dimension importantes).

d. La broche

La broche se présente sous la forme d'un arbre creux fait en acier de bonne qualité. ce qui, tout en augmentant sa rigidité, sert à laisser un passage à des barres de dimension moyennes. (Annexe .A.)

- Elle est logée dans la poupée fixe et guidé par celle-ci au moyen de paliers avec roulements à billes.
- Des systèmes de rattrapage de jeu, aussi bien axial que latérale, sont adaptés afin que l'usure des parties tournantes n'influe pas sur la qualité du travail.
- La partie terminale s'appelle "NEZ DE BROCHE " ; celui-ci est alésé au cône Morse pour recevoir la pointe.

2°. Le banc

Le banc est en fonte de haute résistance ayant subis un traitement thermique. Il supporte tout les éléments et permet leur guidage. Il est conçu pour assurer un service avec des déformations minimales. Sa finition est obtenue par grattage ou par rectification. La tendance actuelle est de rapporter les parties frottantes de guidage (en acier traité est rectifié) qui être vissés ou collés. [15]

2.3.1.2. Les organes mobiles

1°. Chariot transversal

- Ce chariot se compose d'un traînard qui se déplace sur le banc, et d'une coulisse transversale sur laquelle se fixent les porte-outils (figure 2.16).
- Le banc, sur lequel est monté le chariot, possède des glissières trempées et rectifiées qui autorisent une utilisation intensive de la machine, tout en lui conservant sa précision dans le temps.
- Les mouvements d'avances automatiques sont réalisés au moyen d'une barre de chariotage (6) reliée à la boîte des avances situées à l'avant de la poupée.
- Cette boîte contient un baladeur (1) à trois positions, qui permet d'obtenir trois avances automatiques de travail, tandis que l'inversion de sens de marche est commandée, à l'aide d'un levier, par un baladeur (2) à deux positions logé dans le tablier de chariot.
- D'autre part, un manipulateur (4) agissant sur deux embrayages électromagnétiques sélectionne le mouvement longitudinal et transversal.
- Les déplacements manuels sont assurés par des volants (3).
- Les fins de course sont déterminées automatiquement par des butées réglables (5) qui actionnent des microcontacts coupant l'excitation des embrayages. Des voyants lumineux sont prévus pour faciliter le réglage de ces butées.

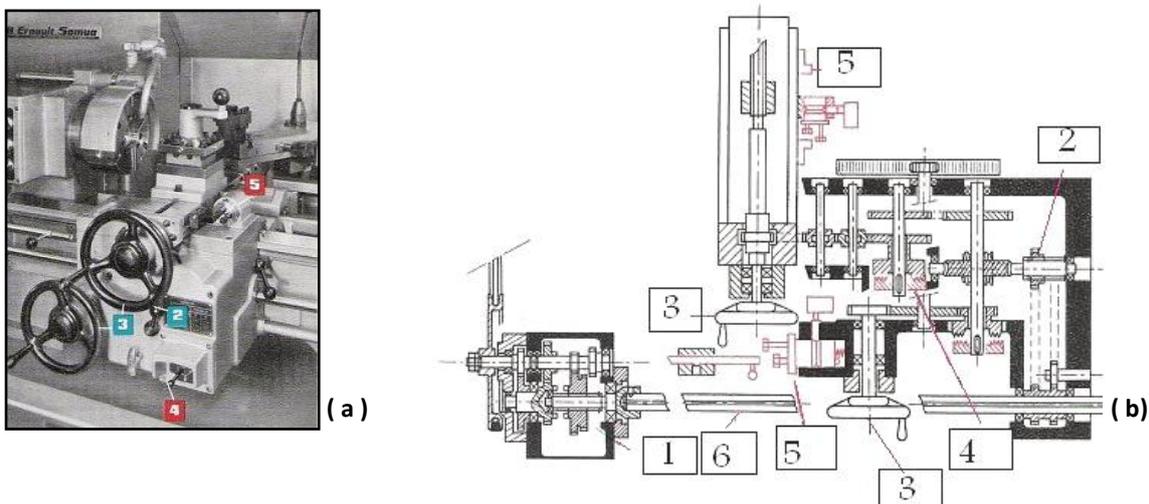


Fig 2.16: Chariot transversal [15]

Sur le chariot transversal sont montés:

- A arrière, une tourelle arrière (TAR)
- A l'avant, une tourelle avant (TAV) carrée à évolution rapide qui permet d'avoir 4 postes de travail

2°. Chariot de tourelle

- Les mouvements automatiques du chariot de tourelle, comme ceux du chariot transversal, sont obtenus à partir de la barre de chariotage (6) (figure.2.17).
- Il existe six valeurs possibles d'avances qui sont données par le baladeur à trois positions de la boîte des avances (1), ainsi que par un baladeur à deux positions se trouvant dans le tablier de tourelle (2).
- Un manipulateur (4) permet, en provoquant l'excitation d'un embrayage électromagnétique, d'enclencher le mouvement d'avance.
- Les mouvements d'approche et de dégagement s'effectuent par un cabestan (3).
- Les arrêts automatiques sont réalisés au moyen d'un barillet à six butées dans la rotation est conjuguée avec celle de la tourelle, chacune des butées correspondant à l'une des faces de la tourelle (5). Ces butées, qui agissent sur des contacts électriques, sont réglées à l'aide de voyants lumineux.
- Sur le chariot de tourelle est montée une tourelle revolver (TR) à axe vertical. Elle peut recevoir 6 ou 8 postes de travail ces derniers pouvant être équipés de porte-outils simples ou spéciaux, et permettant la mise en place de plusieurs outils).

Les mouvements automatiques des deux chariots (chariot transversal, chariot de tourelle) ainsi que celui du trainard sont commandés à l'aide d'embrayages électromagnétiques à crans.

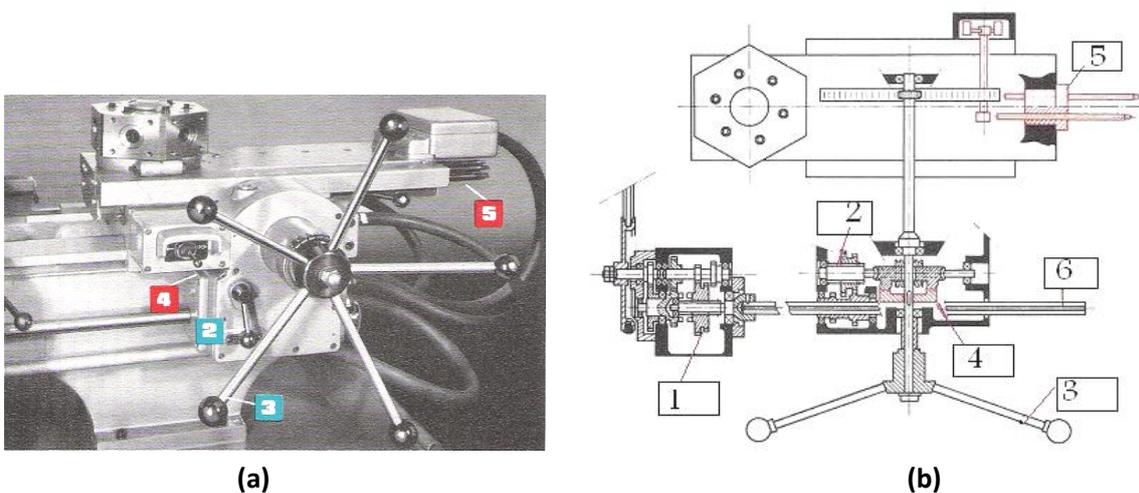


Fig 2.17: Chariot de tourelle [15]

2.3.1.3. Porte-pièce et porte-outil

1°. Le porte-pièce

Le porte-pièce, est l'organe de la machine-outil qui se charge d'assurer le montage de la pièce à usiner et cela à travers sa mise en position et son maintien en position. Dans le cas d'un tour semi-

automatique à tourelle revolver, il peut s'agir soit d'une pince à barre soit d'un mandrin à mors concentrique.

- Les mandrins sont très utilisés sur les montages axiaux. Par le biais d'une couronne commandée en rotation par les pignons coniques et portant une rainure en spirale, les mors sont menés et entraînés afin d'assurer le serrage de la pièce. L'ensemble est contenu dans le corps qui est fixé sur la broche.
- Certains mandrins ont des mors commandés par une crémaillère oblique. Ces crémaillères ont un mouvement de translation synchronisé par la rotation d'une couronne qui les entraîne toutes simultanément.
- Certains mandrins sont à commande mécanique, électrique, pneumatique ou hydraulique.
- Les mandrins sont à deux ou trois mors à serrage coaxial ou concentrique, ou à 2, 3, 4 mors à serrage indépendant (figure 2.18).
- Il existe des mandrins spéciaux adaptés pour des pièces ou pour des opérations spéciales.
- L'entraînement des pièces placées entre pointes peut être fait par des mors autoserreurs qui évitent l'emploi d'un toc.

2°. Le porte-outil

Le porte-outil, est l'organe de la machine-outil qui se charge d'assurer le montage de l'outil de coupe et cela à travers sa mise en position et son maintien en position par rapport à la pièce à usiner. Dans le cas d'un tour, ce sont les tourelles qui assurent le rôle de porte-outil. (Annexe .B.C.)

Elles reçoivent directement l'outil ou le porte-outil. A cet effet, il y a plusieurs types de tourelles:

- Tourelle avant (TAV) : De forme géométrique polyédrique carrée elle reçoit au maximum quatre outils.
- Tourelle arrière (TAR): De forme polyédrique prismatique, elle est montée en face de la tourelle avant et reçoit un ou plusieurs outils.

Tel que:

Pour la tourelle avant $\left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ butées pour déplacements longitudinaux} \\ 4 \text{ butées pour déplacements transversaux} \end{array} \right.$

Pour la tourelle arrière $\left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ butées pour déplacements longitudinaux} \\ 4 \text{ butées pour déplacements transversaux} \end{array} \right.$

- Tourelle hexagonale revolver (TR): De forme géométrique polyédrique hexagonale, elle est montée sur le chariot de tourelle et dont l'axe de pivotement est vertical. Le système de référence reçoit des porte-outils à queue cylindrique serrée par tampons tangents tel que: contre-pointe, porte-outil de cylindrage, et des douilles pour outils à queue conique.

Tel que:

Pour la tourelle revolver $\rightarrow 6$ butées pour déplacements longitudinaux

En général, le tour semi-automatique à tourelle revolver permet d'avoir 13 postes de travail (6 + 4 + 3). Dans le cas où une phase l'analyse de fabrication présente plus de 13 opérations, il faut rechercher l'action de plusieurs outils simultanément soit en ébauche soit en demi finition.

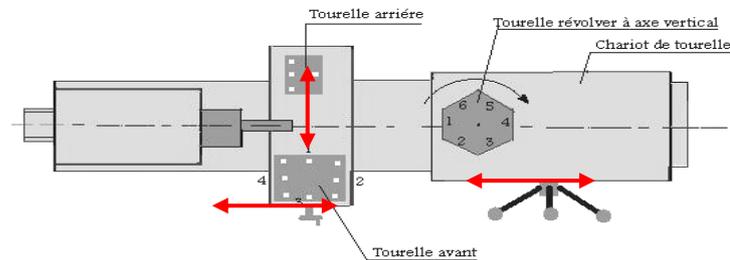


Fig2.18: Différents postes porte-outils d'un tour semi automatique [15]

Une manette à trois positions sur le tablier de chariot, une autre à deux positions sur celui de la tourelle, agissent par impulsions pour provoquer l'excitation des embrayages.

- Les fins de course pour chaque mouvement des chariots sont contrôlées par des barillets à vis de butée qui actionnent des micro-contacts pour couper l'excitation des embrayages.
- Une lampe témoin pour chaque mouvement placée sur l'armoire électrique, s'allume en fin de course, ce qui facilite le réglage des vis butées.
- Les barillets comportent une face d'appui pour butée franche.

Tab 2.3: Caractéristique de tour TSA [15]

POUPEE	<i>Nez de broche: standard ISO</i>		150 TypeA2 n° 5	
	<i>Alésage de broche</i>		Ø42 mm	
	<i>Passage</i>	<i>dans le serre-barre AV</i>		Ø40 mm
		<i>dans le serre-barre AR et le mandrin hydraulique</i>		Ø32 mm
	<i>Diamètre admis</i>	<i>au-dessus du banc</i>		Ø400 mm
		<i>au-dessus du traînard</i>		Ø330 mm
		<i>au-dessus de la coulisse transversale</i>		Ø180 mm
	<i>Vitesse de la broche</i>	8 gammes de 4 vitesses		40 à 3000 tr/min
		rapport des vitesses dans les gammes		1-2-5-10
	<i>Moteur</i>	2 régimes		750 –1500 tr/min
Puissance		3 – 4,4 kW		
CHARIOT TRANSVERSAL	<i>Course transversale</i>		100 mm	
		3 avances	0,06 - 0,12- 0,24 mm/tr	
	3 avances		300 mm	
		3 avances	0,08 - 0,16 - 0,32 mm/tr	
CHARIOT DE TOURELLE	<i>course utile</i>		190 mm	
		6 avances	0,08 - 0,12 - 0,16 - 0,25 - 0,32 - 0,50 mm/tr	
	<i>tourelle hexagonale</i>	<i>cote sur plats</i>		19 mm
		<i>fixation outillages</i>	<i>alésage</i>	Ø25,4 mm
			<i>Centrage</i>	Ø44,45 mm
		<i>distance "axe de fixation- dessus chariot"</i>		65 mm
		<i>distance maxi "nez de broche –face de tourelle</i>		700 mm
MASSE	<i>machine sans accessoires</i>		1300 kg	

		Tab2.4: GAMME							
1 2		A	B	C	D	E	F	G	H
		23	28	33	40	47	54	59	64
1		64	59	54	47	40	33	28	23

Tab2.5:AVANCE				
CHARIOTS			TOURELLE	
	LONG	TRANS	D	E
A	0.08	0.06	0.08	0.125
B	0.16	0.12	0.16	0.25
C	0.32	0.24	0.32	0.50

Tab2.6:VITESSE DE BROCHE				
	1	2	3	4
A	40	80	200	400
B	50	100	250	500
C	70	140	350	700
D	100	200	500	1000
E	130	260	650	1300
F	185	370	925	1850
G	240	480	1200	2400
H	300	600	1500	3000

2.3.2. Chaîne cinématique

2.3.2.1. Composants de la chaîne cinématique

1. Embrayage vitesse de broche
2. Embrayage vitesse de hors gamme (en option)
3. Boite des avances
4. Baladeur pour avance de chariots
5. Tablier de chariot
6. Baladeur pour inversion
7. Embrayage électromagnétique
8. Barillet
9. Butée
10. Micro- contact fin de course.
11. Crémaillère
12. Commande à main

Mouvement longitudinal

- | | | |
|---|---|------------------------------|
| 13. Embrayage électromagnétique | } | Mouvement transversal |
| 14. Barillet | | |
| 15. Butée | | |
| 16. Micro- contact fin de course | | |
| 17. écrou | | |
| 18. Commande à main | | |
| 19. Vis mère | | |
| 20. Tablier de tourelle | } | |
| 21. Baladeur pour avance de la coulisse de tourelle | | |
| 22. Embrayage électromagnétique | | |
| 23. Barillet | | |
| 24. Butée | | |
| 25. Micro- contact fin de course | | |
| 26. Micro- contact inversion de filetage | | |
| 27. Crémaillère | | |
| 28. Commande à main | | |
| 29. Levier de déverrouillage | | |
| 30. Rampe de déverrouillage | | |
| 31. Linguet rotation tourelle | | |

2.3.2.2. Description de la chaîne cinématique générale

1°. Commande des avances

La transmission entre la boîte des avances et la broche est faite par une courroie trapézoïdale dont la tension se règle sur l'un des brins à l'aide d'une poulie montée sur un axe excentré (voir: réglage de la tension des courroies). La boîte donne trois vitesses d'avances obtenues par déplacement d'un baladeur triple. Sur le tablier du chariot longitudinal un levier sélectionne le sens du mouvement AV ou AR de la coulisse transversale. Sur le tablier de tourelle un levier commande la position d'un baladeur double. En combinant, d'après la plaque indicatrice, la position du levier de la boîte d'avances de celui du tablier de tourelle, on obtient 6 valeurs différentes de vitesses d'avances. [15]

2°. Sélection automatique des avances transversales et longitudinales

Les vitesses, les inversions et l'arrêt de la broche sont obtenus automatiquement par les déplacements du chariot de tourelle. Un tableau programme à fiches comprend six colonnes verticales correspondant aux six faces de la tourelle. Horizontalement, quatre lignes numérotées 1 à 4 servent au choix des vitesses suivant l'ordre correspondant de la plaque indicatrice des vitesses et d'après la gamme choisie. Les deux lignes supérieures correspondent : l'une pour l'inversion de marche qui a lieu fin de course AV, et l'autre les arrêts de la broche qui a lieu fin de course Ar de la tourelle. La préparation du tableau programme consiste à placer les fiches à l'intersection des lignes verticales et horizontales.

3°. Mouvements de génération du tour

La combinaison de trois mouvements est nécessaire sur le tour pour produire au moyen d'un outil de coupe les différents types de surfaces des pièces mécaniques. Ces mouvements sont :

- Mouvement de coupe M_c : rotation rapide de la broche et de la pièce qui en est solidaire.
- Mouvement d'avance M_a : déplacement lent de l'outil, dans le sens longitudinal ou transversal ou oblique, par rapport à l'axe de la broche (travail d'enveloppe).
- Mouvement de pénétration M_p déplacement de l'outil dans une direction généralement perpendiculaire à M_a .

4°. Boîte de sélection sur la tourelle:

Trois cames montées sur un axe, lié mécaniquement à celui du barillet de tourelle, viennent enfoncer, tous les 60 degrés de rotation, un des 6 micro-contacts placés en position dans la boîte. Ces 6 micro-contacts sélectionnent les positions des faces de tourelle eu égard des lignes du tableau programme à fiche.

5°. Commande des fins de course AV de la tourelle et de l'inversion du sens de la broche

Deux micro-contacts sont placés dans la boîte située à l'arrière de la semelle de tourelle. Ils sont actionnés à chaque fin de course: l'un coupe l'excitation de l'embrayage, l'autre commande l'inversion de la broche et n'agit que si on a placé une fiche colonne "inversion".

2.4. FONCTIONNEMENT D'UN TOUR A TOURELLE REVOLVER [15]

2.4.1. Mise en marche du tour a tourelle revolver

2.4.1.1. Tableau de commande (Fig 2.19)

1. Commande de lubrification des outils
2. Sélection de sens de rotation de broche
3. Mise sous tension et arrêt de groupe hydraulique (en option)
4. Sélection de cycle manuel ou automatique
5. Départ de cycle
6. Sélection manuel de vitesses fixes (gamme 60 et 120 tr/mm) pour taraudage (en option)
7. Commande du mandrin
8. Arrêt d'urgence
9. Sélection manuelle de vitesse de broche
10. Sélection des vitesses de broche en cycle par tableau programme à fiches embrochables.

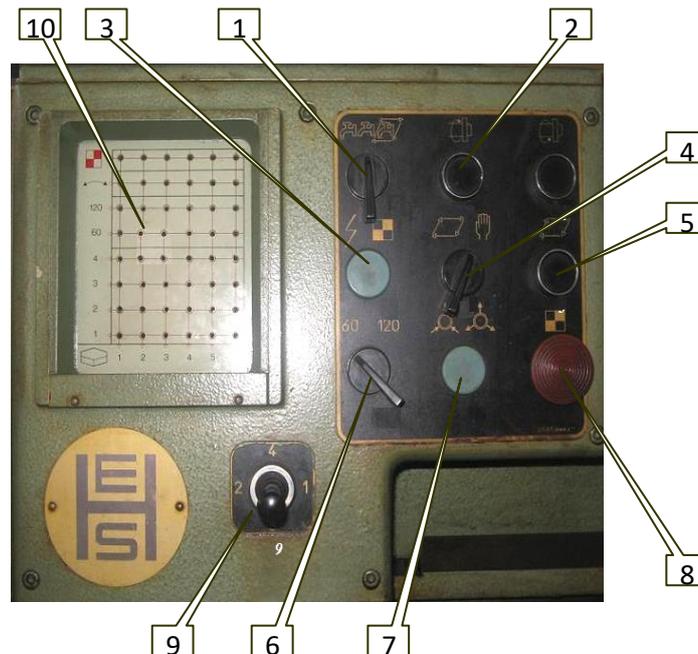


Fig.2.19: Tableau de commande

2.4.1.2. Mode opératoire

1. Tourner la manette du sélectionneur placé au dos l'armoire de l'équipement en la plaçant en position "marche". La lampe de signalisation, placée sur le devant de l'armoire, doit s'allumer.
2. Tourner la manette à deux positions (sur le tableau de contrôle) en la plaçant sur "commande main" si vous voulez effectuer le réglage, ou sur "auto" si la machine étant réglée vous devez effectuer des cycles de travail.

3. En cours de réglage on aura placé les fiches dans les trous du tableau programme en se référant à la plaque indicatrice et en ayant respecté l'ordre de montage des roues de gamme.

2.4.2. Conduite du TSA

1°. Montage et réglage des outils

2°. Montage et réglage de la barre

3°. Réglage des butées de fin de course

4°. Sélection de la vitesse de broche

1. Déterminer la gamme des vitesses de broche désirée (voir contrat de phase)
2. Sélectionner le couple de pignons interchangeables (1) selon la gamme désirée (figure 2.16)
3. Monter le couple de pignons interchangeables (1) au niveau de la poupée fixe

5°. Sélection de la vitesse d'avance longitudinale et transversale

1. Déterminer la vitesse d'avance désirée des chariots (voir contrat de phase)
2. Situer la vitesse désirée sur le tableau des avances (Tab: 2.4, 2.5, 2.6)
3. Mettre le levier (1) (figure 2-3) dans la position choisie.

6°. Sélection de la vitesse d'avance de la tourelle

1. Déterminer la vitesse d'avance désirée de la tourelle (voir contrat de phase)
2. Situer la vitesse désirée sur le tableau des avances (Tab: 2.4, 2.5, 2.6)
3. Mettre le levier (2) (figure 2.18) dans la position choisie.

7° Conduite en mode manuelle

1. donner une impulsion au manipulateur (9) à quatre positions du côté de la vitesse 1 à 4 choisie.
2. appuyer ; ensuite, sur l'un des deux boutons poussoirs (2) placés en haut du tableau, suivant le sens dans lequel doit tourner la broche, cette dernière tournera à la vitesse correspondante.

Remarque: Pour les opérations de taraudage, Il suffit de tourner le bouton (6) à deux positions. La broche tournera à la vitesse choisie.

8°. Programmation des fiches

1. Etudier la gamme d'usinage de la pièce
2. Rechercher les mouvements du cycle (cycle de programmation)
3. Déterminer le nombre des fiches à utiliser suivant les séquences programmées
4. Etablir le diagramme de mise en ordre des opérations à réaliser
5. insérer les fiches dans la matrice à trous du tableau programme (10) (figure 2.20)



Fig 2.20 : Aperçu des fiches et du tableau programme

9° Conduite en mode automatique

1. Mettre la manette (4) à deux positions sur mode "Auto". le tableau programme est garni des fiches et les fins de course sont réglées ;
2. appuyer sur le bouton (5) la broche tournera à la vitesse correspondant à la face de tourelle présentée. Les changements de vitesses, inversions et arrêt seront obtenus aux fins de course de la tourelle.